

# SIDEA

ENGINEERING SOLUTIONS  
Advanced Engineering

## GALIGRU

SISTEMAS DE SEGURIDAD

**FEM Viga Ascensor - EN 12811**  
**Hueco 950-1600 mm - Atornillada**

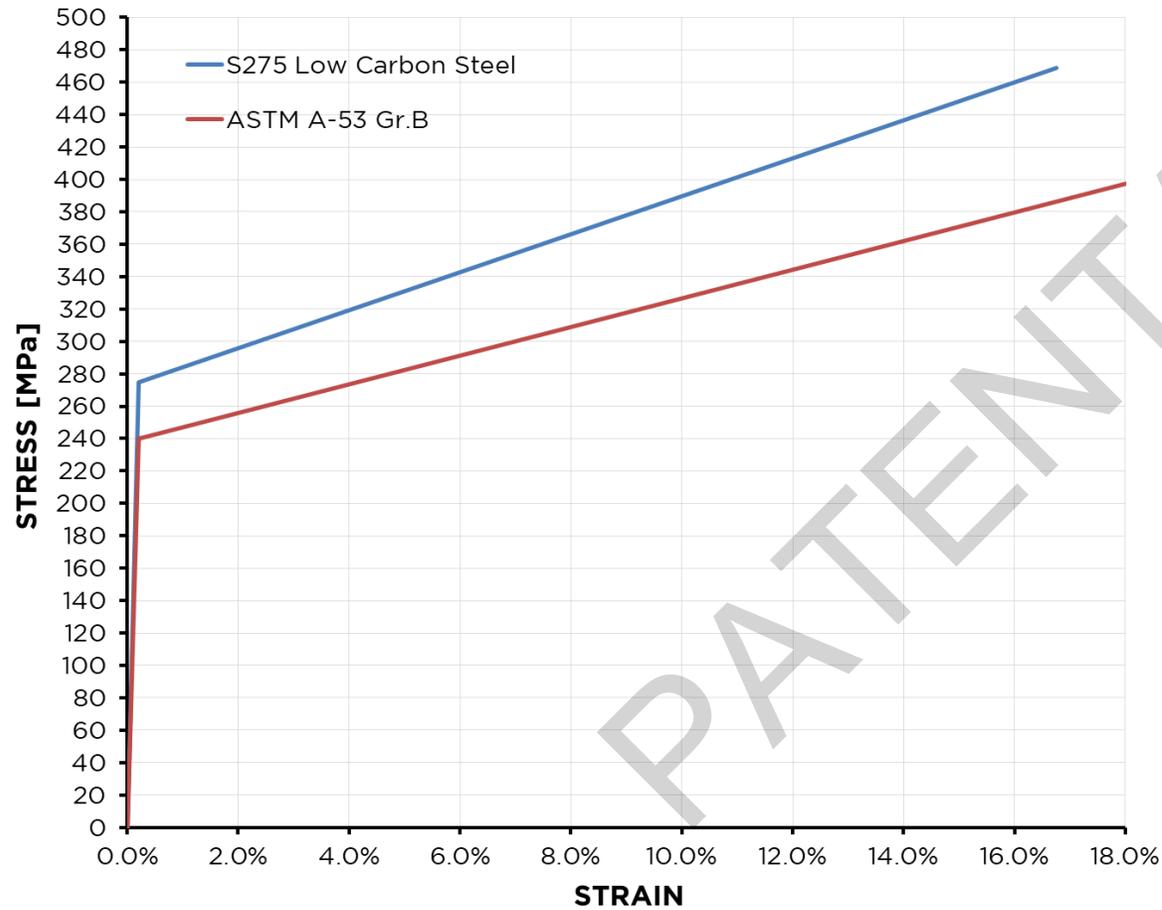
180-H489-RP4-1387  
07/06/2021



## Contexto

- GALIGRU desea evaluar varios de sus sistemas de seguridad mediante cálculos por método elementos finitos [FEM] para su posterior certificación. En este documento se presentan los cálculos para el sistema de viga ascensor en su **versión atornillada**. La evaluación será según el estándar EN-12811
- Se evaluará el sistema según la normativa para los siguientes distintos casos de carga:
  - Carga puntual en centro de viga [aplicada en 500 mm]
  - Carga distribuida en todo el hueco
- Modelos evaluados:
  - Estudiado para modelo con espesores 2/2 mm, materiales ASTM A53 Gr.B y S275
  - Ambos para hueco 950-1600 mm en 3 posiciones [950-1275-1600 mm]
- A continuación se muestran los resultados llevando el sistema hasta rotura

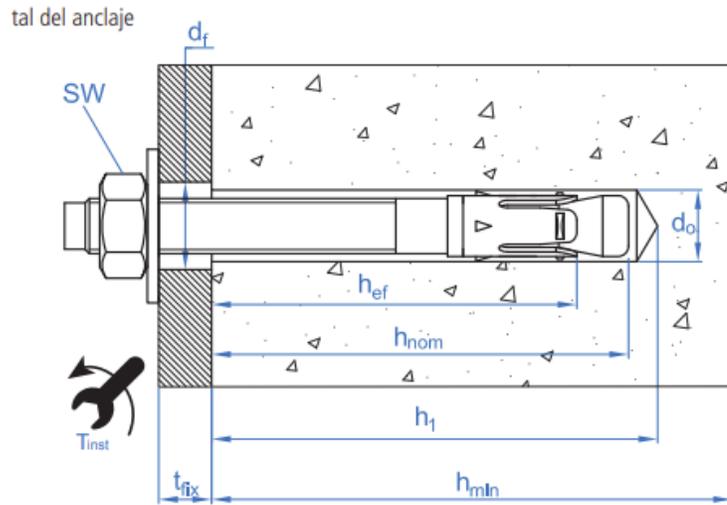
# Materiales



	ASTM A-53 Gr.B [ $\gamma_M=1$ ]	S275 Low Carbon
Densidad [kg/m <sup>3</sup> ]	7750	7750
Módulo Young [MPa]	210000	210000
Ratio Poisson	0.3	0.3
Yield stress $f_y$ [MPa]	240	275
Ultimate stress $f_u$ [MPa]	430	470

Propiedades material

# Materiales

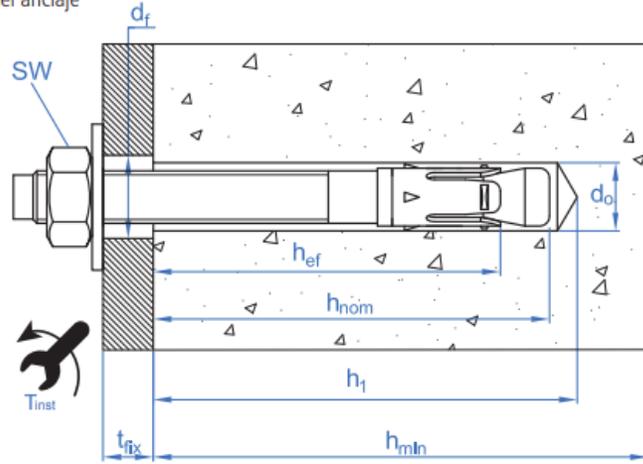


PARAMETROS DE INSTALACIÓN			Homologado	Diámetro broca	Par de instalación	Esesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Esesor a fijar	Distancia crítica entre ejes	Distancia Crítica al borde	Distancia mínima entre anclajes	Distancia mínima al borde
Familia	Código	Medida	ETE	d <sub>0</sub> [mm]	T <sub>inst</sub> [Nm]	h <sub>min</sub> [mm]	h <sub>1</sub> [mm]	h <sub>nom</sub> [mm]	h <sub>ef</sub> [mm]	t <sub>fix</sub> [mm]	S <sub>cr</sub> [mm]	C <sub>cr</sub> [mm]	S <sub>min</sub> [mm]	C <sub>min</sub> [mm]
MTP-X	APX10090	M10x90	✓	10	40	100	60	53	45	5	180	90	60	60
	APX10105	M10x105	✓			25								
	APX10115	M10x115	✓			35								
	APX10135	M10x135	✓			55								
	APX10165	M10x165	✓			85								
	APX10185	M10x185	✓			105								
	APX12080	M12x80	✓			100	65	60	50	4				
APX12100	M12x100	✓	4											
APX12110	M12x110	✓	14											
APX12120	M12x120	✓	24											
APX12130	M12x130	✓	34											
APX12150	M12x150	✓	54											
APX12180	M12x180	✓	84											

**Propiedades tornillo MTP-X 12\*110**

# Materiales

tal del anclaje



## Carga máxima recomendada $N_{rec}$ y $V_{rec}$

### TRACCIÓN

Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
$N_{rec}$	Hormigón no fisurado [kN]	3,5	7,6	9,5	16,6	23,8	19,8
$N_{rec}$	Hormigón fisurado [kN]	2,0	4,2	5,7	11,9	14,2	11,9

### CORTANTE

Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
$V_{rec}$	Hormigón no fisurado [kN]	6,3	9,9	14,4	26,9	41,7	48,4
$V_{rec}$	Hormigón fisurado [kN]	6,3	9,9	14,4	26,9	41,7	48,4

## PROPIEDADES MECÁNICAS

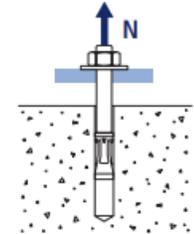
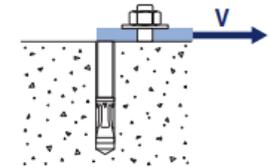
			M8	M10	M12	M16	M20	M24
Sección en la zona del cono								
$A_s$	(mm <sup>2</sup> )	Sección en la zona del cono	22,9	41,8	55,4	103,9	176,7	298,6
$f_{u,s}$	(N/mm <sup>2</sup> )	Resistencia característica a tracción	790	750	730	700	660	600
$f_{y,s}$	(N/mm <sup>2</sup> )	Límite elástico	632	600	585	560	530	480
Sección en la zona roscada								
$A_s$	(mm <sup>2</sup> )	Sección en la zona de la rosca	36,6	58,0	84,3	157,0	245,0	353,0
$f_{u,s}$	(N/mm <sup>2</sup> )	Resistencia característica a tracción	600	600	600	600	600	600
$f_{y,s}$	(N/mm <sup>2</sup> )	Límite elástico	480	480	480	480	480	480

## Resistencia de cálculo del acero sin brazo palanca

		$V_{Rd,s}$					
Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
$V_{Rd,s}$	[kN]	8,8	13,9	20,2	37,6	58,8	67,7

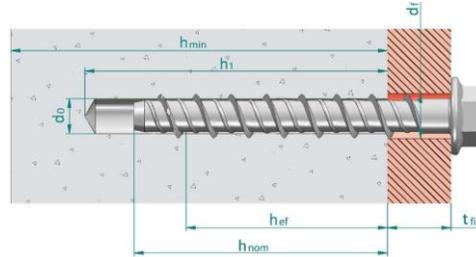
## Resistencia de cálculo por extracción

		$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^o \cdot \psi_c$					
Métrica		M8	M10	M12	M16	M20	M24
$N_{Rd,p}^o$	Hormigón no fisurado [kN]	5,0	10,6	13,3	23,3	33,3	27,7
$N_{Rd,p}^o$	Hormigón fisurado [kN]	2,7	6,0	8,0	16,6	20,0	16,6



## Propiedades tornillo MTP-X 12\*110

# Materiales



- $d_0$ : Diámetro nominal de broca
- $d_1$ : Diámetro del taladro de paso en la placa de anclaje
- $h_{ef}$ : Profundidad efectiva del anclaje
- $h_1$ : Profundidad del agujero
- $h_{nom}$ : Profundidad de instalación en el hormigón
- $h_{min}$ : Espesor mínimo del elemento de hormigón
- $t_{fix}$ : Espesor de la placa de anclaje

Parámetros de instalación generales									Profundidad de instalación estándar ( $h_{ef, std}$ )								Profundidad de instalación reducida ( $h_{ef, red}$ )									
Código	Medida	Homologado	Diámetro de broca	Diámetro del agujero del espesor a fijar	Llave de instalación	Par de instalación máximo	Distancia mínima entre anclajes	Distancia mínima al borde	Espesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Espesor a fijar	Distancia crítica entre ejes (cono)	Distancia crítica al borde (cono)	Distancia crítica entre ejes (fisuración)	Distancia crítica al borde (fisuración)	Espesor mínimo de hormigón	Profundidad del taladro	Profundidad instalación	Profundidad efectiva	Espesor a fijar	Distancia crítica entre ejes (cono)	Distancia crítica al borde (cono)	Distancia crítica entre ejes (fisuración)	Distancia crítica al borde (fisuración)
TFE12080	Ø12 x 80	✓			SW 18				--	--	--	--	--	--	--	--	--					5				
TFE12090	Ø12 x 90	✓			SW 18				--	--	--	--	--	--	--	--	--					15				
TFE12110	Ø12 x 110	✓	12	16	SW 18	50	75	45					5					120	90	75	58,0	35	174	87	190	95
TFE12130	Ø12 x 130	✓			SW 18				170	120	105	83,5	25	251	126	220	110					55				
TFE12150	Ø12 x 150	✓			SW 18								45									75				

Parámetros generales				Hormigón no fisurado				Hormigón fisurado			
Familia	Código	Medida	Homologado	Tracción $N_{Rk, ucr}$		Cortadura $V_{Rk, ucr}$		Tracción $N_{Rk, cr}$		Cortadura $V_{Rk, cr}$	
				( $h_{ef, std}$ )	( $h_{ef, red}$ )	( $h_{ef, std}$ )	( $h_{ef, red}$ )	( $h_{ef, std}$ )	( $h_{ef, red}$ )	( $h_{ef, std}$ )	( $h_{ef, red}$ )
TFE	TFE12080	Ø12 x 80	✓	--		--		--		--	
	TFE12090	Ø12 x 90	✓		10,60	--			7,57	--	
	TFE12110	Ø12 x 110	✓								
	TFE12130	Ø12 x 130	✓	18,31	10,60	17,73	10,60	13,08	7,57	17,73	7,57
	TFE12150	Ø12 x 150	✓								

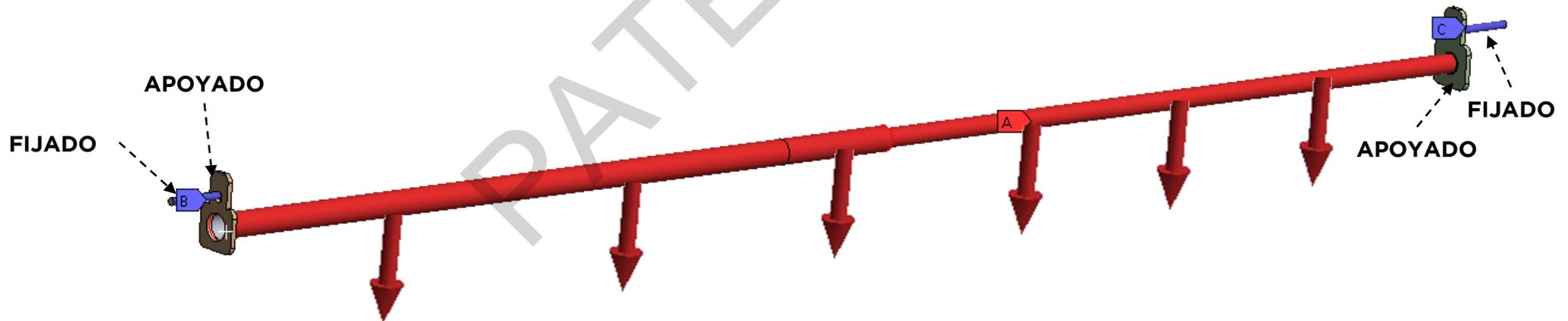
## Propiedades tornillo TFE 12\*110

## Casos de carga - Atornillado

- Carga puntual en centro de viga [aplicada en 500 mm]



- Carga distribuida en todo el hueco [aplicada en todo el ancho]



Esquema de cargas

MODELO ATORNILLADO 950-1600  
ESPEORES 2/2, MATERIAL A53

**RESULTADOS**

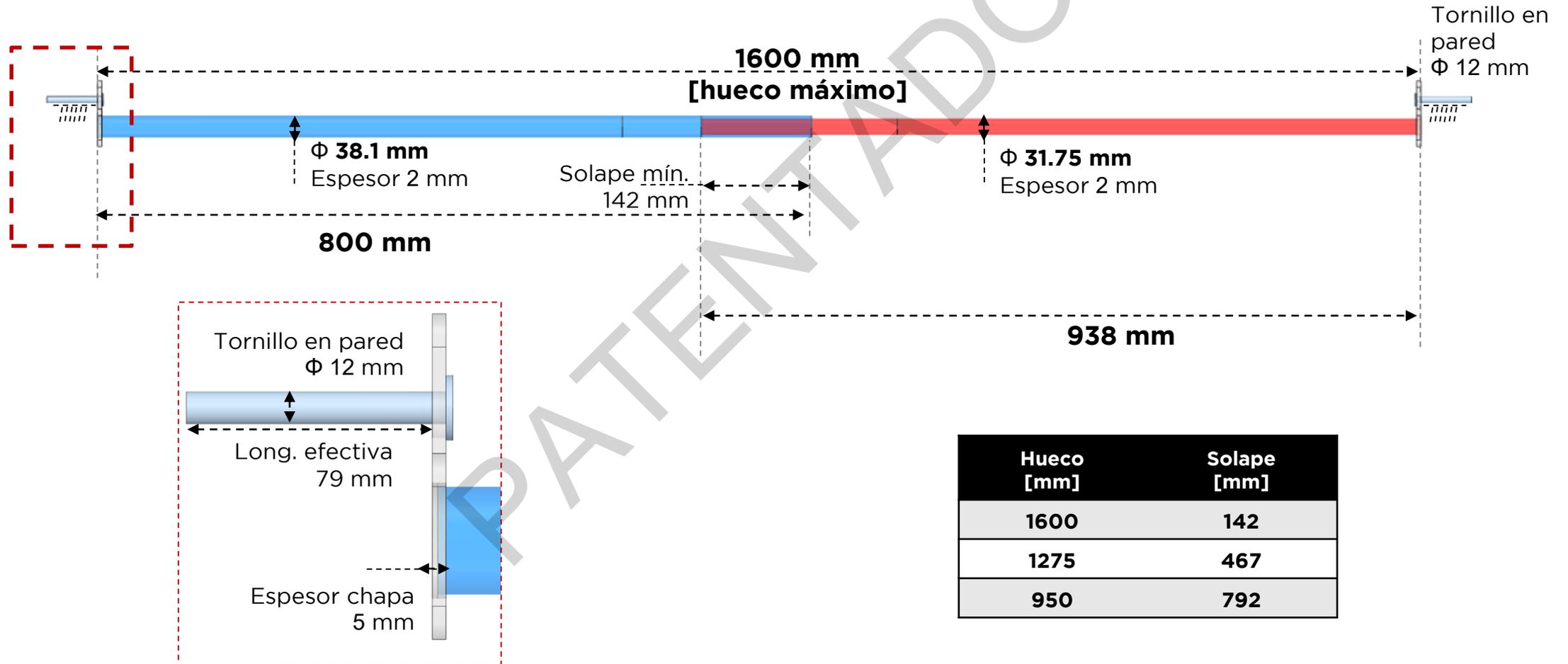
## Modelo 950-1600 mm atornillado - Resumen

ASTM A53 Gr.B	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN >=10%]
1600 Puntual	225	300	490
1600 Distribuida	305	510	690
1275 Puntual	300	450	690
1275 Distribuida	410	700	945
950 Puntual	530	980	1040
950 Distribuida	690	1400	1480

S275	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN >=10%]
1600 Puntual	240	335	540
1600 Distribuida	350	570	765
1275 Puntual	340	510	760
1275 Distribuida	470	795	1050
950 Puntual	610	1110	1185
950 Distribuida	790	1580	1670

# Geometría hueco 1600 - atornillado

Geometría 3D a partir del diseño .dwg enviado por GALIGRU



Modelo 3D Sistema Viga Ascensor

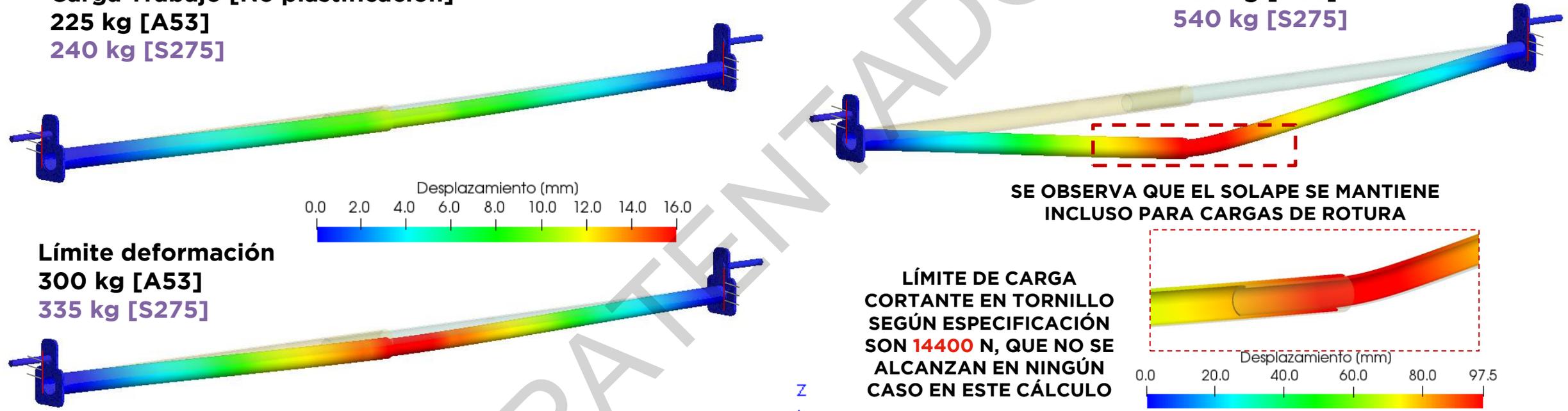
# Resultados Carga Puntual

SEGÚN NORMATIVA, LA MÁXIMA DEFLEXIÓN PERMITIDA EN CUALQUIER UNIDAD DE PLATAFORMA SON 1/100 DE SU LONGITUD O 16 mm

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

**Carga Trabajo [No plastificación]**  
225 kg [A53]  
240 kg [S275]

**Rotura [def.plástica >10%]**  
490 kg [A53]  
540 kg [S275]



SE OBSERVA QUE EL SOLAPE SE MANTIENE INCLUSO PARA CARGAS DE ROTURA

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN SON **14400 N**, QUE NO SE ALCANZAN EN NINGÚN CASO EN ESTE CÁLCULO

**Límite deformación**  
300 kg [A53]  
335 kg [S275]

CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	225	300	490
Flecha máxima [mm]	9.5	16	97.5
Flecha/L [%]	0.6%	1%	6%

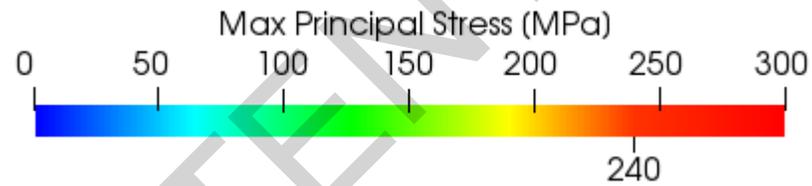
REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	2030	3730	6020
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	1205	1620	2590
My [N*m]	57.1	76.7	122.6

Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

## Resultados Carga Puntual

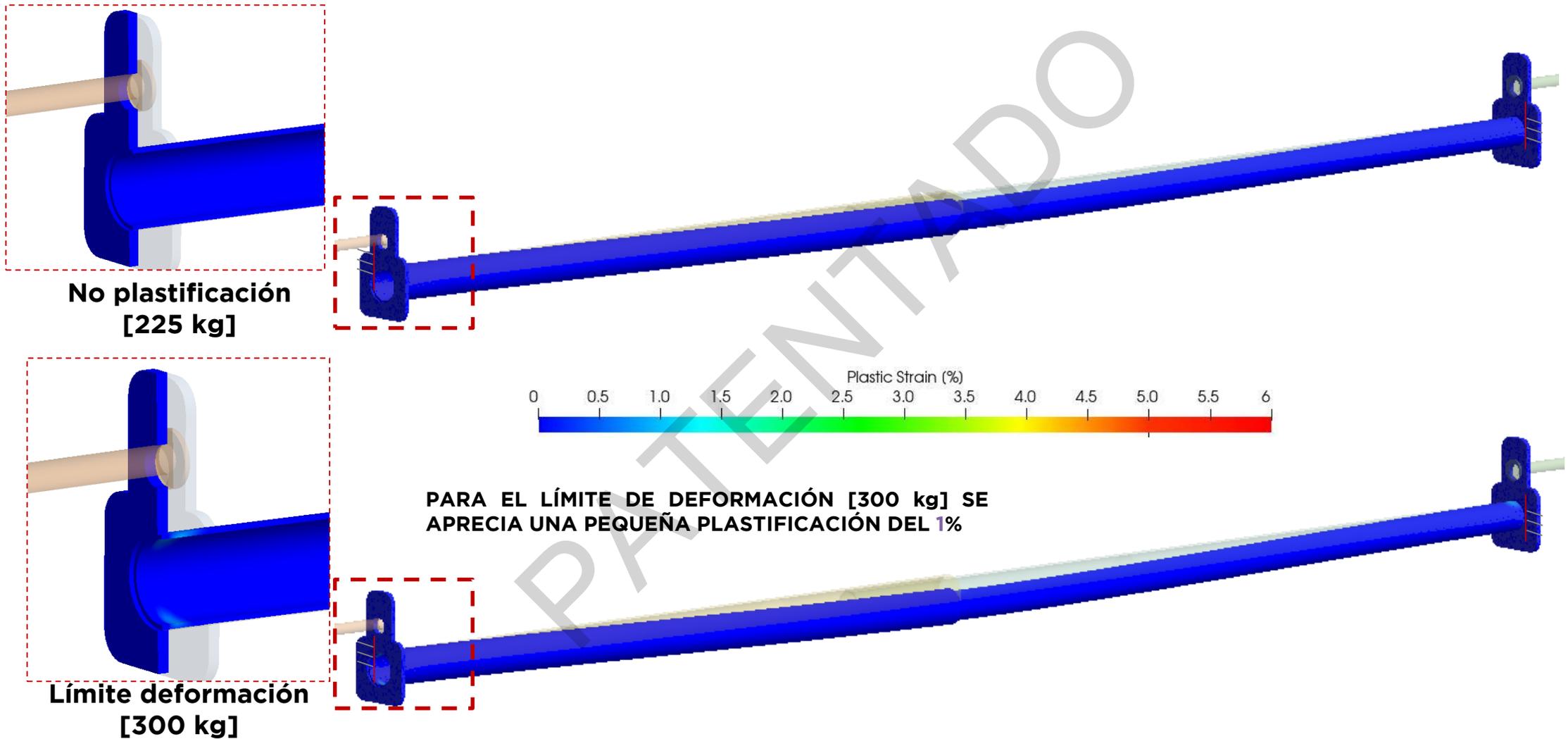
Carga trabajo  
[No plastificación,  
225 kg]

Límite deformación  
[300 kg]



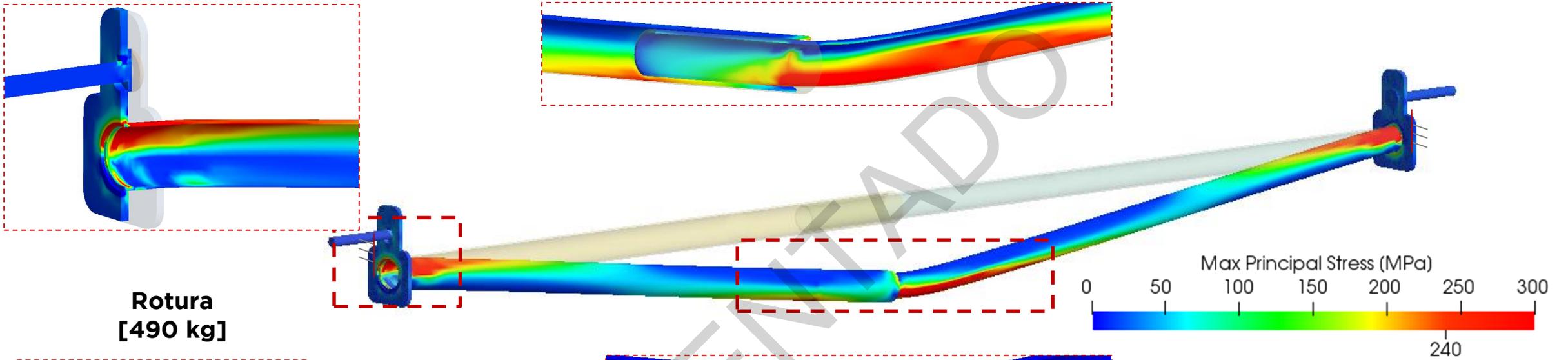
Resultados – Tensiones en el sistema

## Resultados Carga Puntual

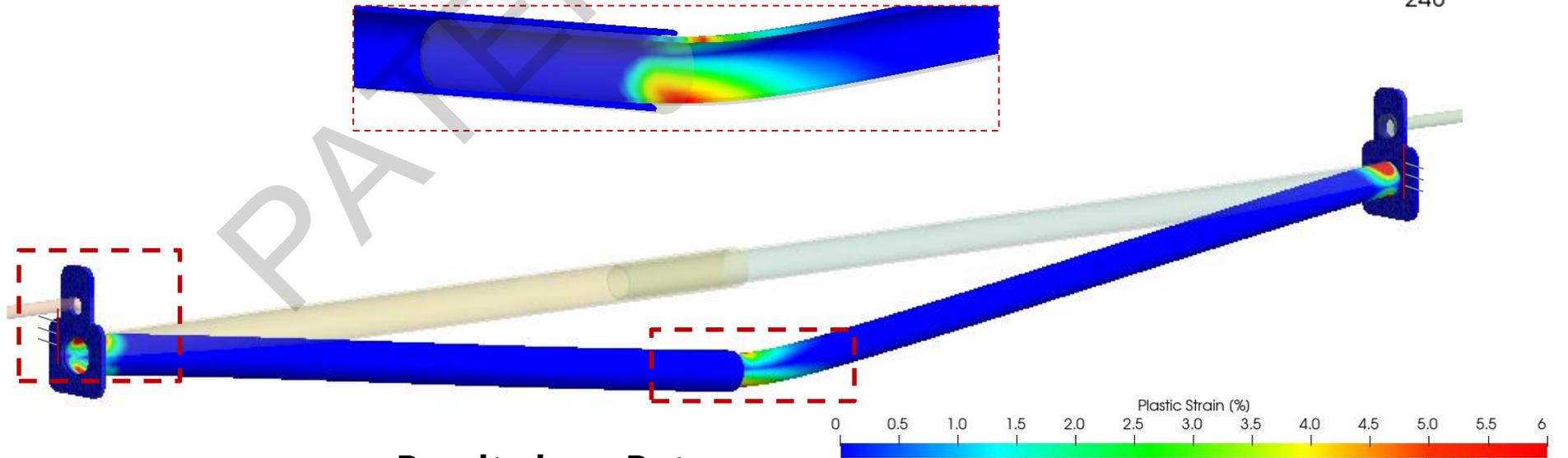
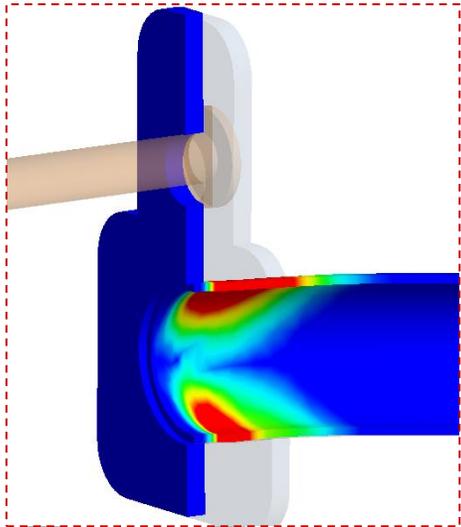


**Resultados – Plastificación en el sistema**

# Resultados Carga Puntual

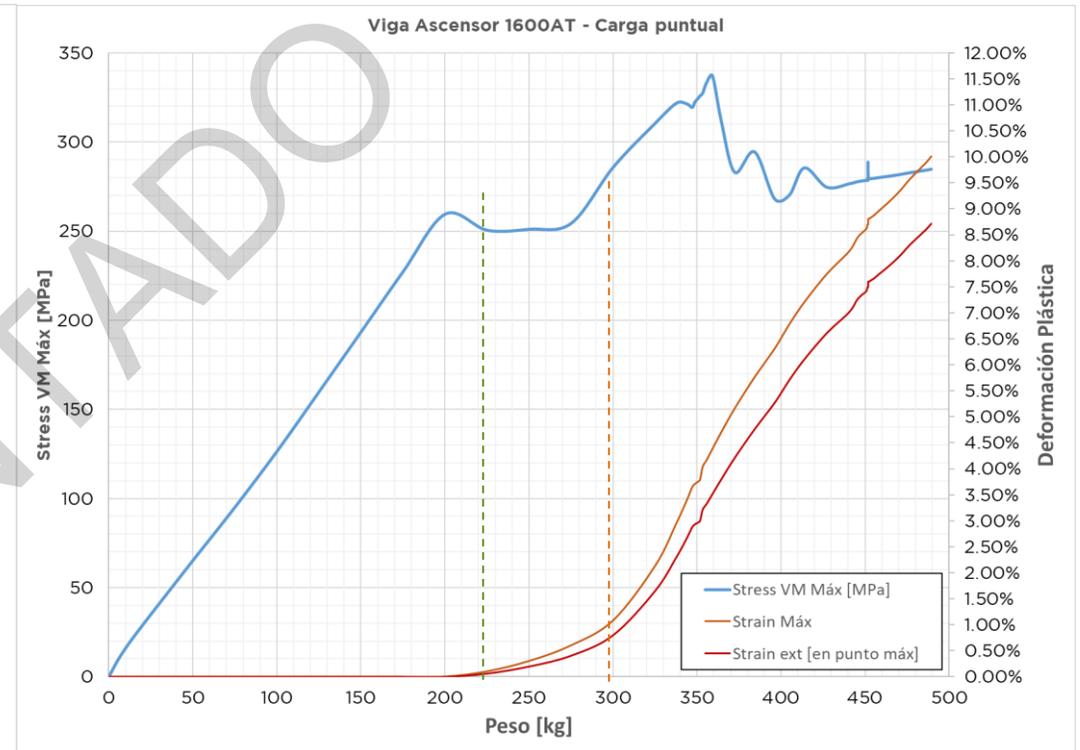
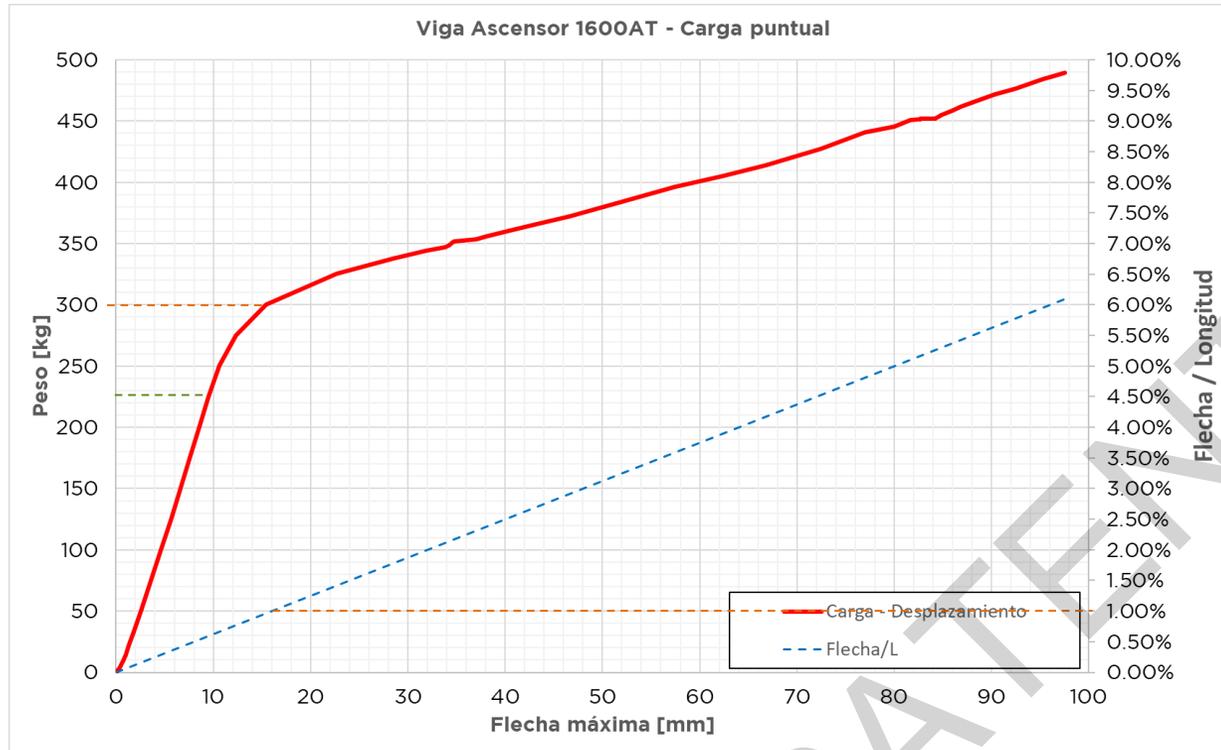


**Rotura**  
[490 kg]



**Resultados - Rotura**

# Resultados Carga Puntual – Huevo 1600 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	225	300	490
Flecha máxima [mm]	9.5	16	97.5
Flecha/L [%]	0.6%	1%	6%
Fz [N] Cortante Tornillo	1205	1620	2590

----- Carga Trabajo [No  
plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

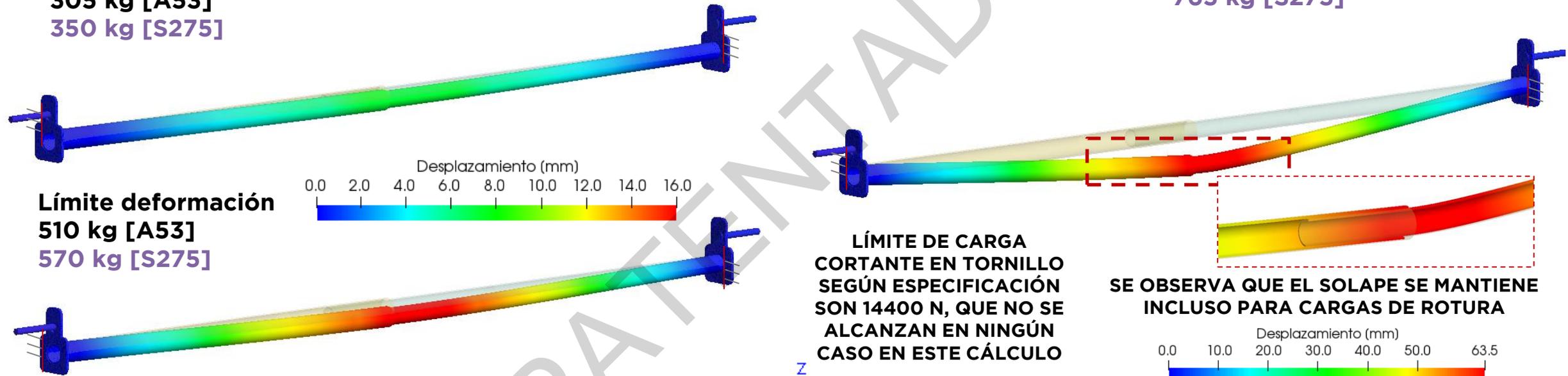
# Resultados Carga Distribuida

SEGÚN NORMATIVA, LA MÁXIMA DEFLEXIÓN PERMITIDA EN CUALQUIER UNIDAD DE PLATAFORMA SON 1/100 DE SU LONGITUD O 24 mm

**Carga Trabajo [No plastificación]**  
305 kg [A53]  
350 kg [S275]

RESULTADOS MOSTRADOS PARA MATERIAL A53 Gr.B

**Rotura [def.plástica >10%]**  
690 kg [A53]  
765 kg [S275]



**Límite deformación**  
510 kg [A53]  
570 kg [S275]

**LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO SEGÚN ESPECIFICACIÓN SON 14400 N, QUE NO SE ALCANZAN EN NINGÚN CASO EN ESTE CÁLCULO**

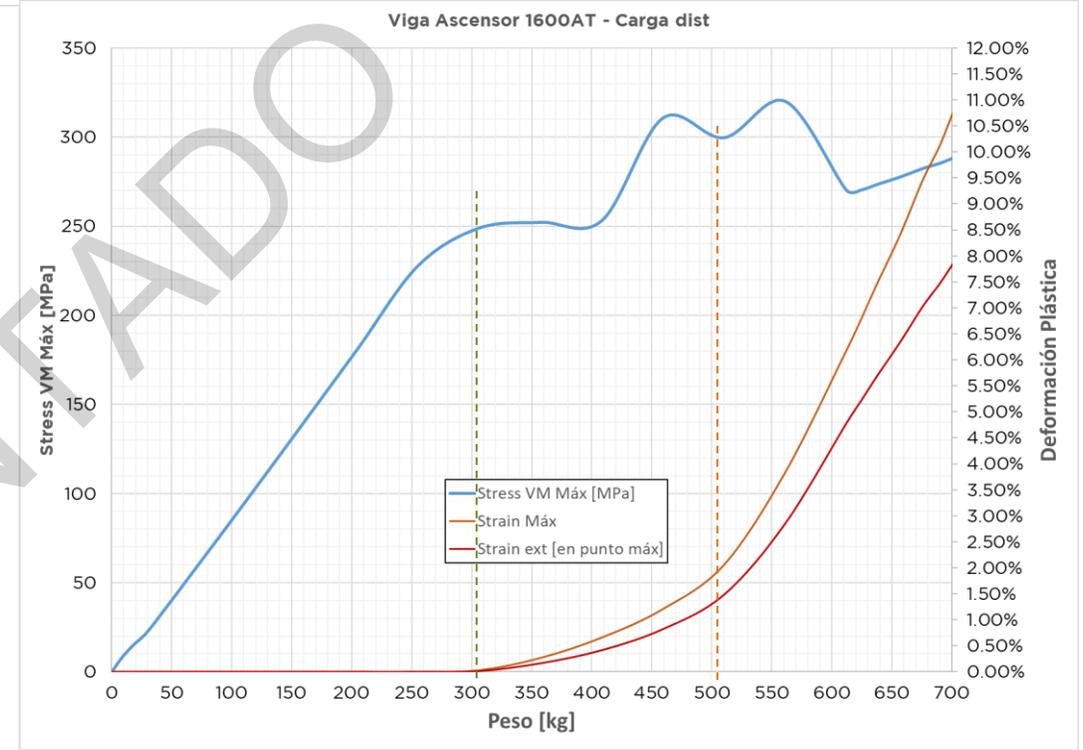
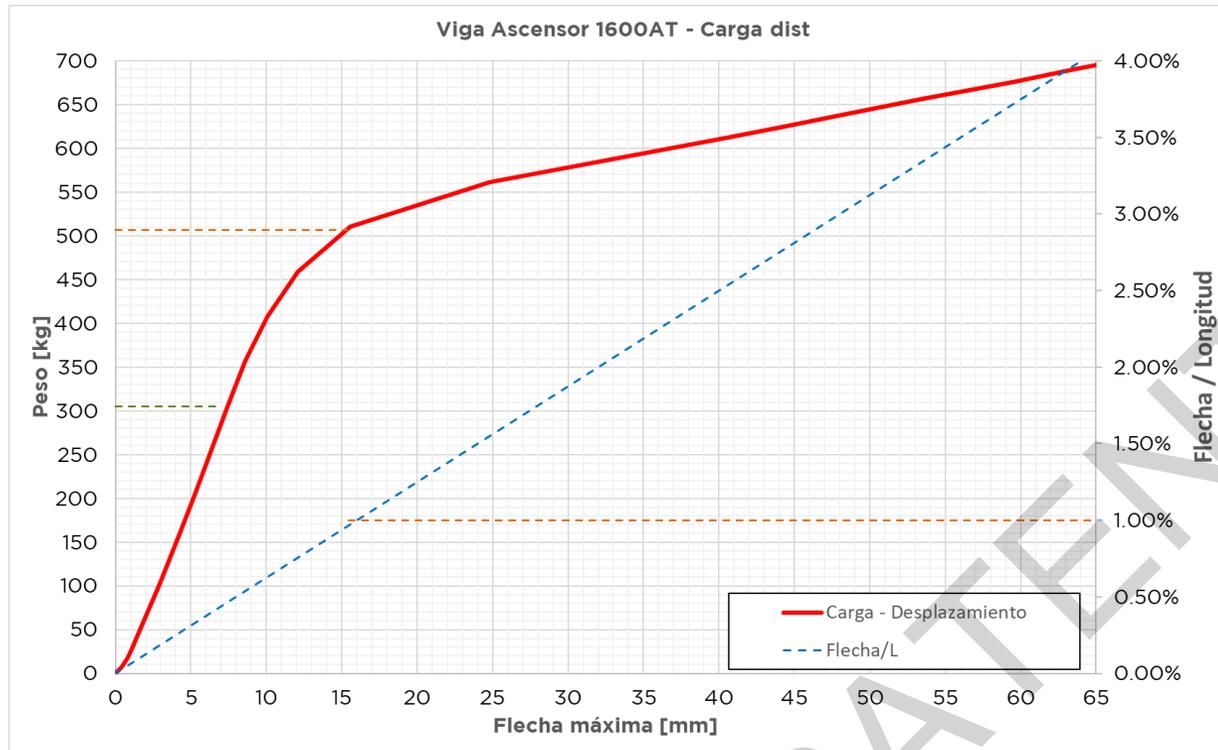
SE OBSERVA QUE EL SOLAPE SE MANTIENE INCLUSO PARA CARGAS DE ROTURA

CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	305	510	690
Flecha máxima [mm]	7.5	16	63.5
Flecha/L [%]	0.5%	1%	4%

REACCIONES POR APOYO / BULÓN	LÍMITE PLAST.	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Fx [N] [APOYO]	1200	2755	3700
Fz [N] CORTANTE TORNILLO	1650	2750	3700
My [N*m]	78	130.6	175.2

Resultados – Deformaciones y reacciones en el sistema

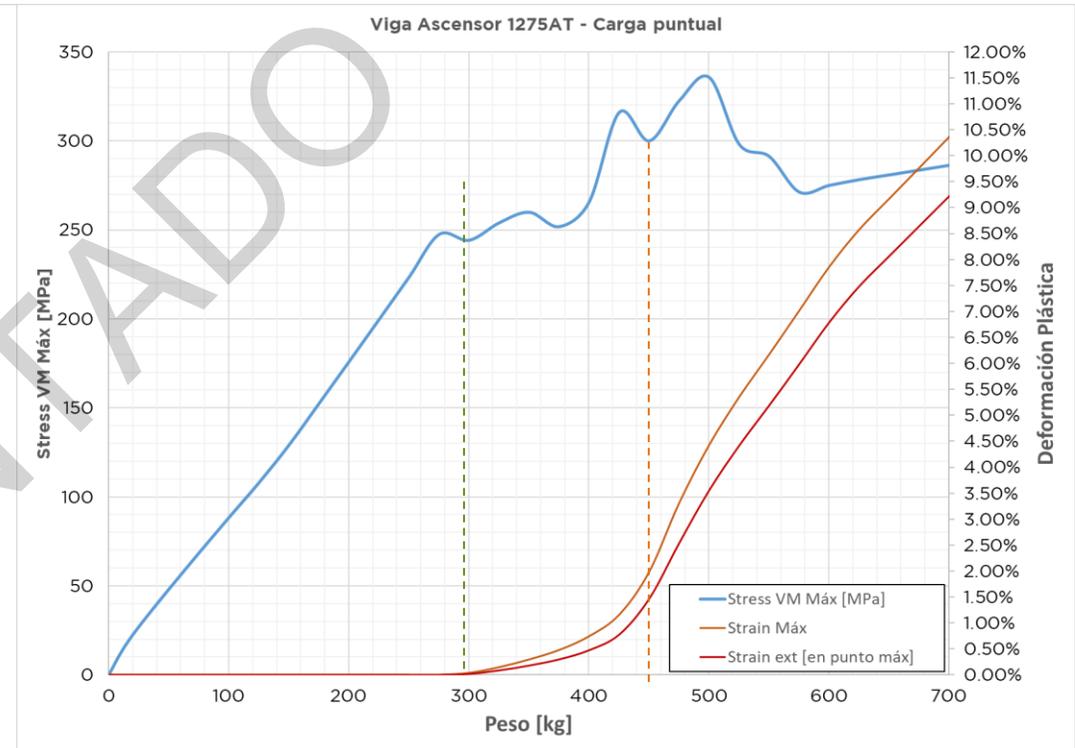
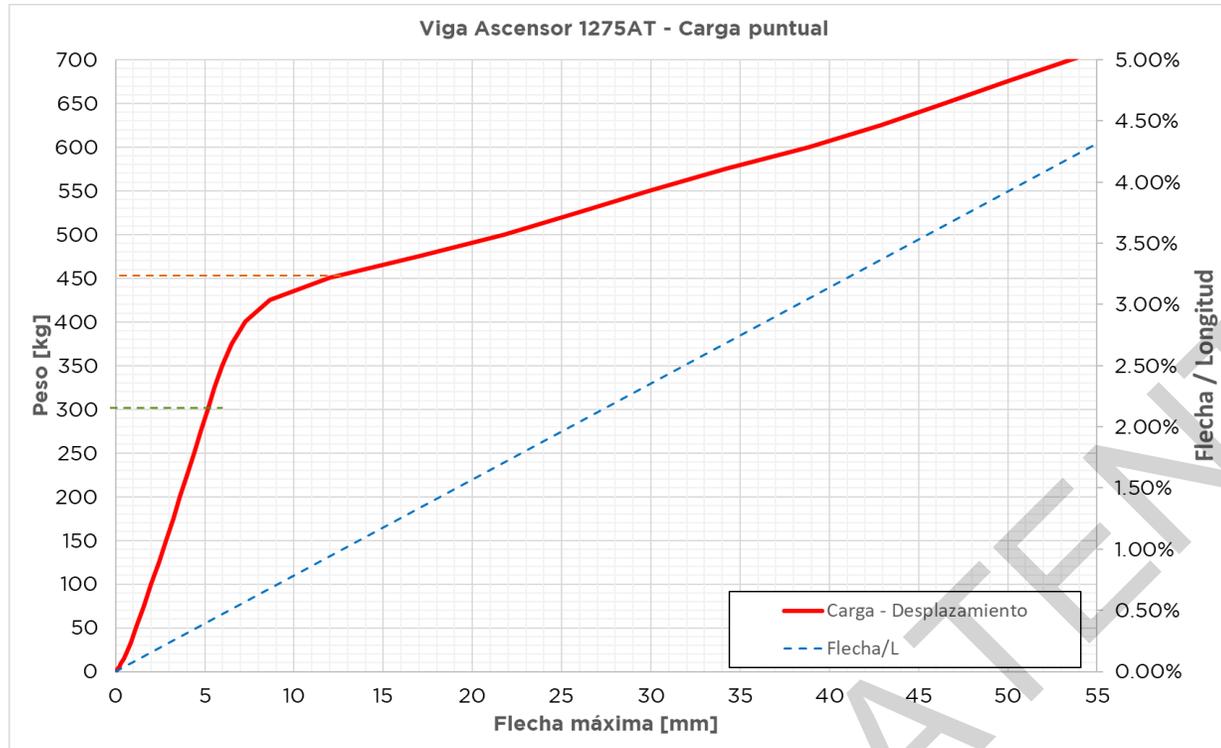
# Resultados Carga Distribuida – Huevo 1600 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	305	510	690
Flecha máxima [mm]	7.5	16	63.5
Flecha/L [%]	0.5%	1%	4%
Fz [N] Cortante Tornillo	1650	2750	3700

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
 ----- Límite deformación 1%

# Resultados Carga Puntual – Huevo 1275 mm



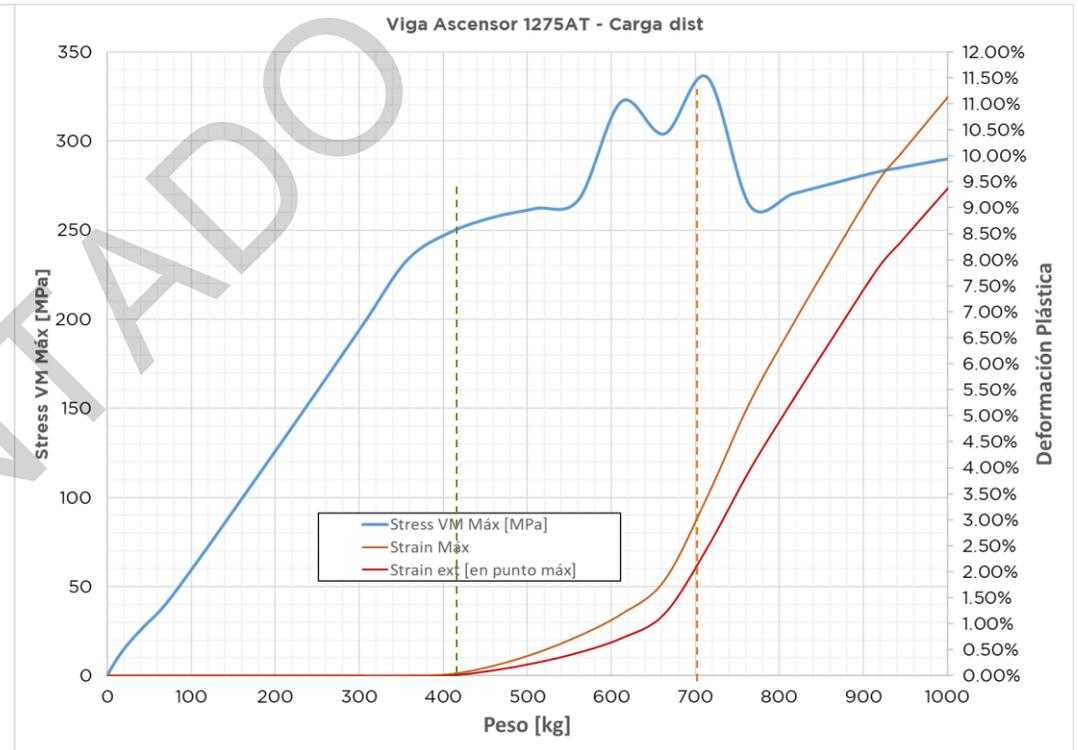
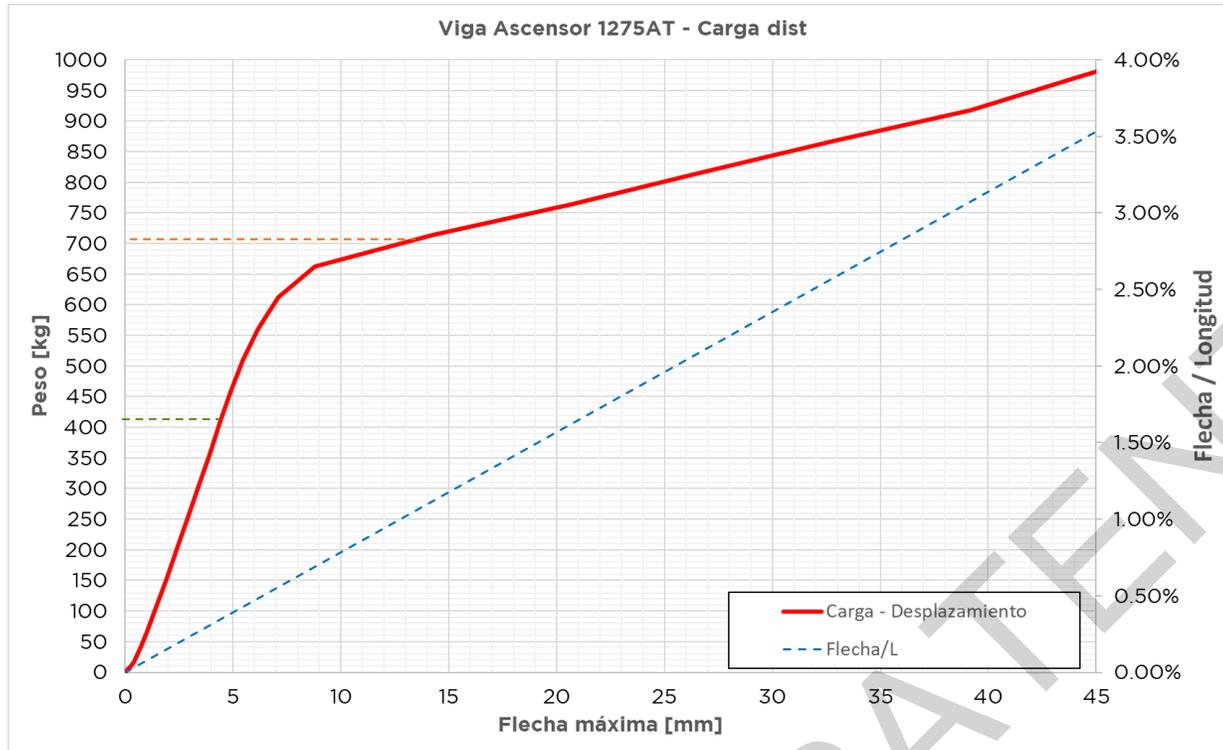
CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	300	450	690
Flecha máxima [mm]	5.2	12.75	53.5
Flecha/L [%]	0.4%	1%	4.2%
Fz [N] Cortante Tornillo	1560	2400	3655

----- Carga Trabajo [No  
plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

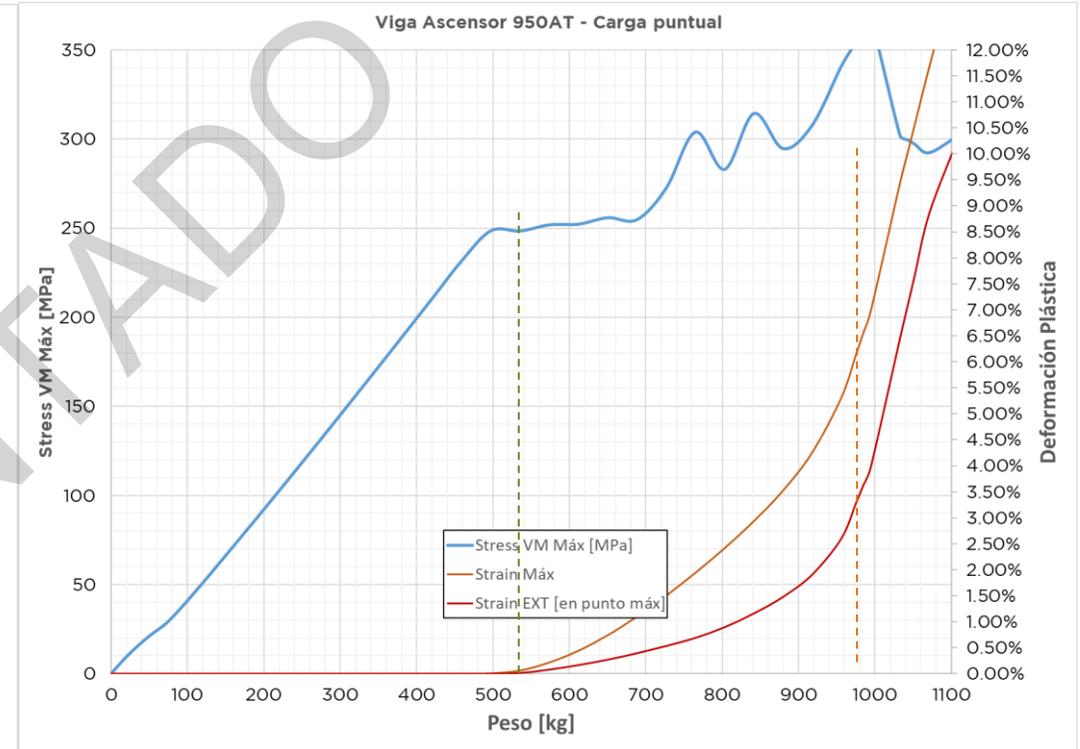
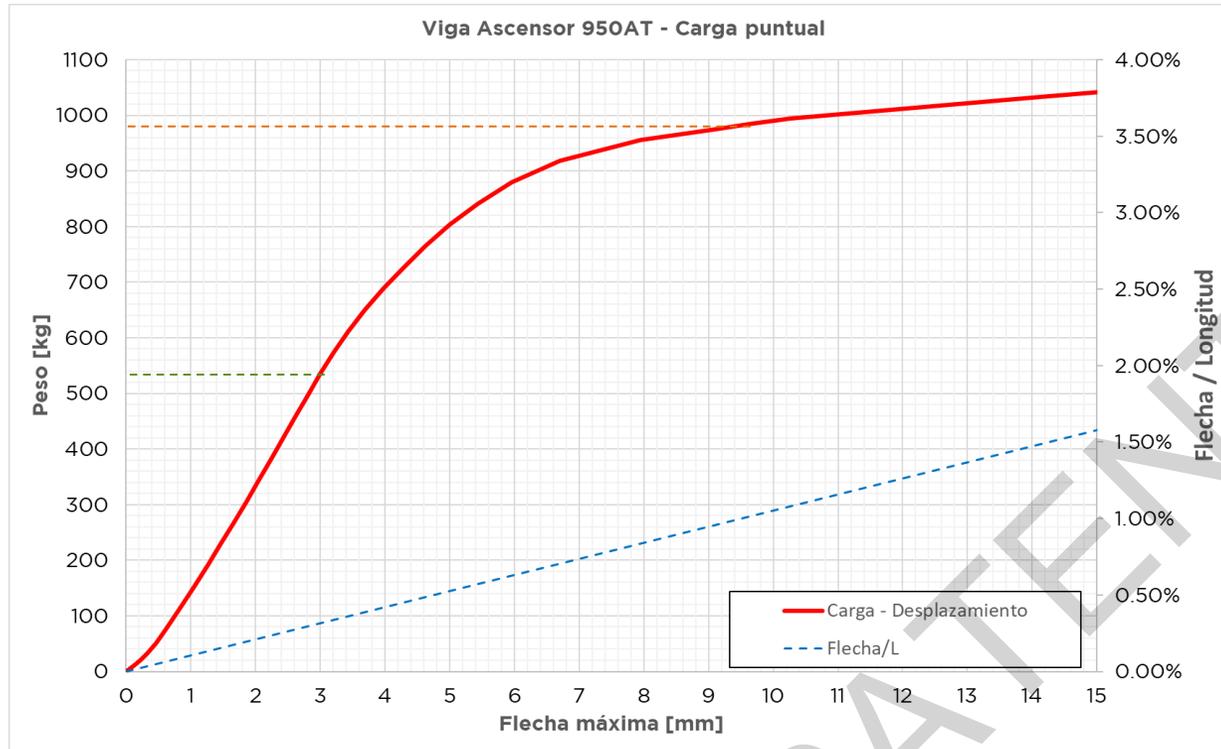
# Resultados Carga Distribuida – Huevo 1275 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	410	700	945
Flecha máxima [mm]	4.4	12.75	3.3
Flecha/L [%]	0.34%	1%	3.3%
Fz [N] Cortante Tornillo	2160	3830	5010

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
----- Límite deformación 1%

# Resultados Carga Puntual – Hueco 950 mm

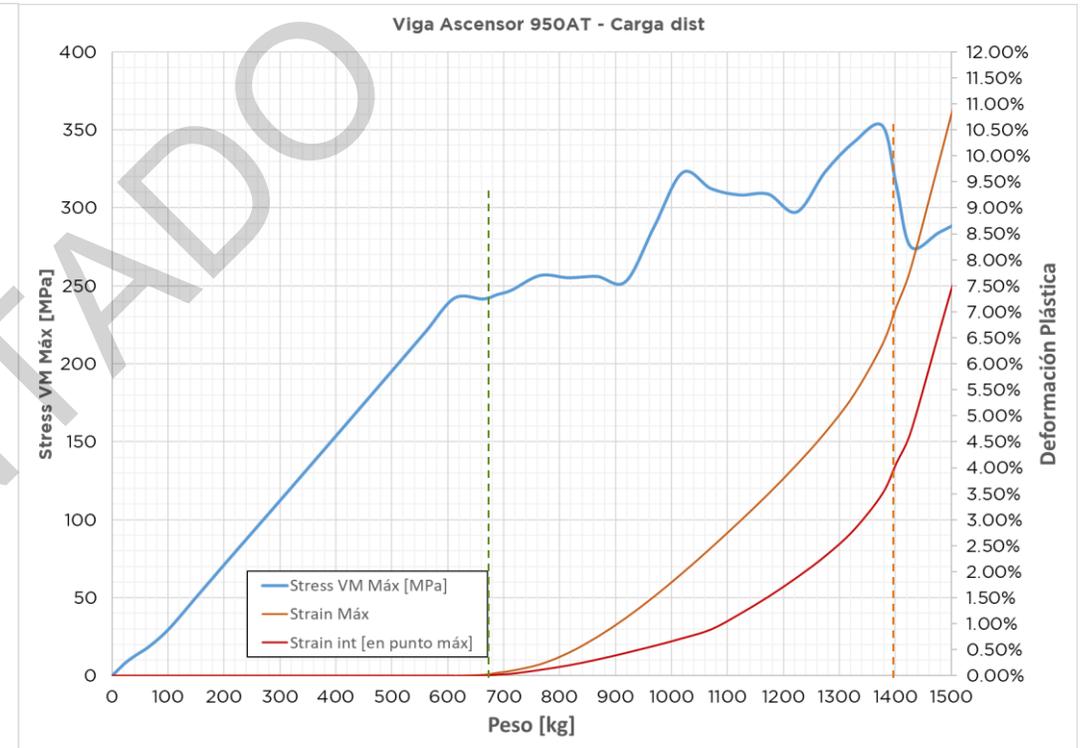
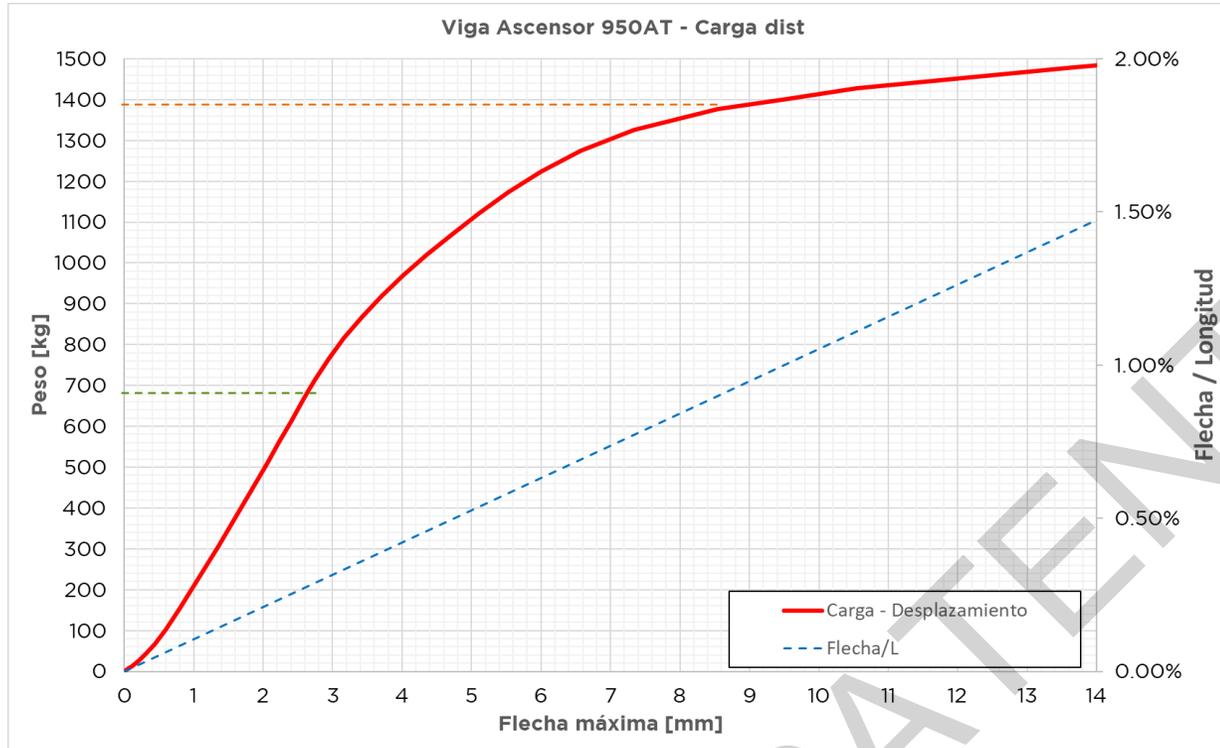


CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	530	980	1040
Flecha máxima [mm]	3	9.5	15
Flecha/L [%]	0.3%	1%	1.6%
Fz [N] Cortante Tornillo	2810	5110	5400

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

# Resultados Carga Distribuida – Huevo 950 mm



CASO	LÍMITE PLAST A53 Gr.B	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	690	1400	1480
Flecha máxima [mm]	2.7	9.5	13.7
Flecha/L [%]	0.3%	1%	1.4%
Fz [N] Cortante Tornillo	3600	7270	7660

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO MTP-X 12110 SON **14400 N**, POR LO QUE SERÍA OK

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO TFE 12110 SON **17730 N** PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA ESTÁNDAR [83.5 mm] Y **10600 N** PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA REDUCIDA [58 mm], POR LO QUE SERÍA OK PARA AMBAS

--- Deformación Plástica  
--- Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
--- Límite deformación 1%

## Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

MODELO ATORNILLADO 950-1600  
ESPESTORES 2/2, MATERIAL S275

**RESULTADOS**

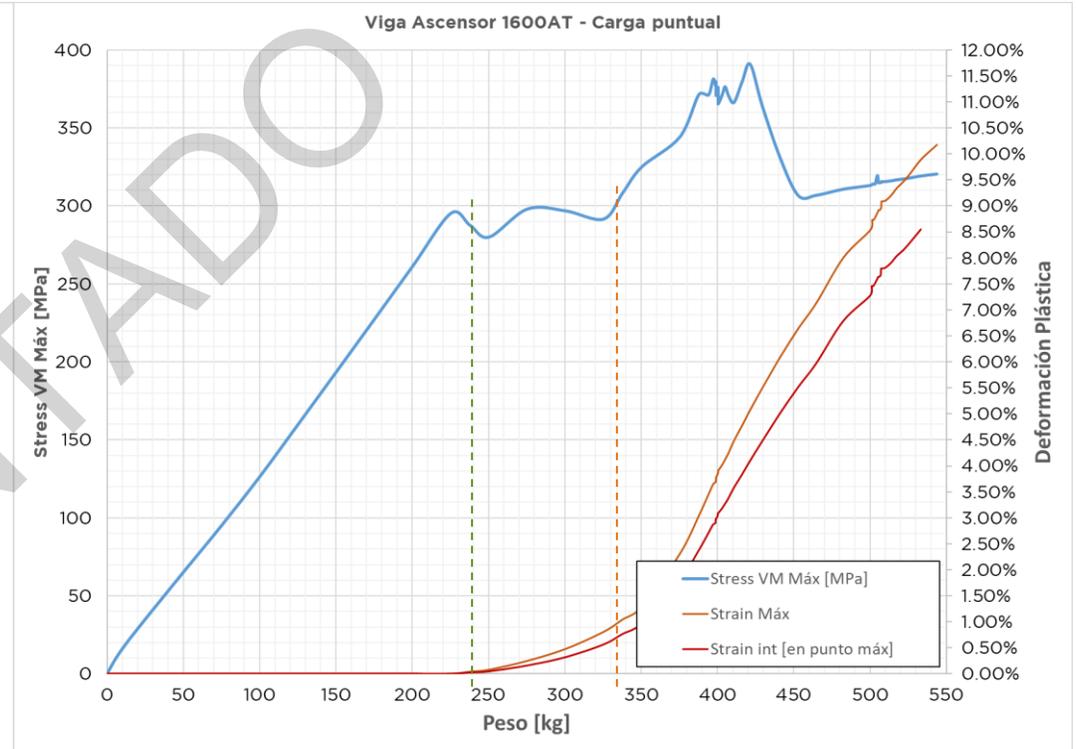
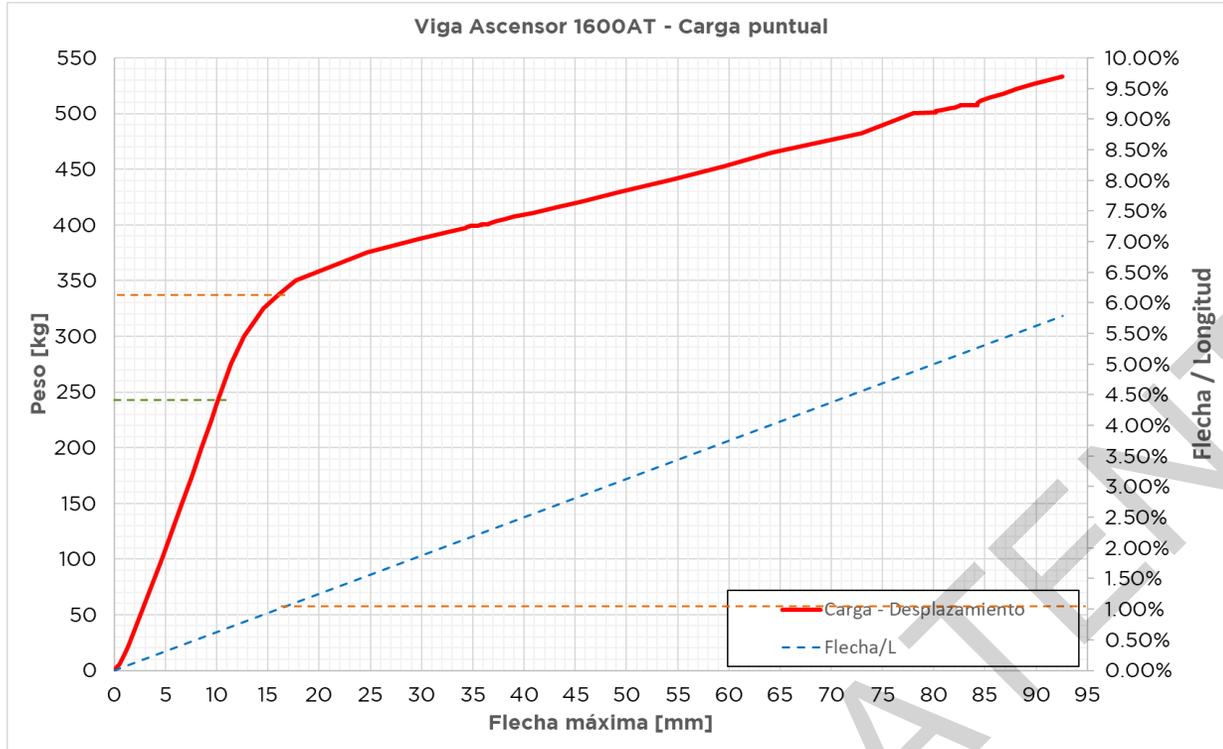
## Modelo 950-1600 mm atornillado - Resumen

ASTM A53 Gr.B	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN >=10%]
1600 Puntual	225	300	490
1600 Distribuida	305	510	690
1275 Puntual	300	450	690
1275 Distribuida	410	700	945
950 Puntual	530	980	1040
950 Distribuida	690	1400	1480

S275	CARGA TRABAJO [NO PLAS. EN SECCIÓN, KG]	CARGA LÍMITE DEFORMACIÓN [1%, KG]	CARGA ROTURA [PLASTIFICACIÓN >=10%]
1600 Puntual	240	335	540
1600 Distribuida	350	570	765
1275 Puntual	340	510	760
1275 Distribuida	470	795	1050
950 Puntual	610	1110	1185
950 Distribuida	790	1580	1670

Resumen resultados – Espesores 2/2 mm

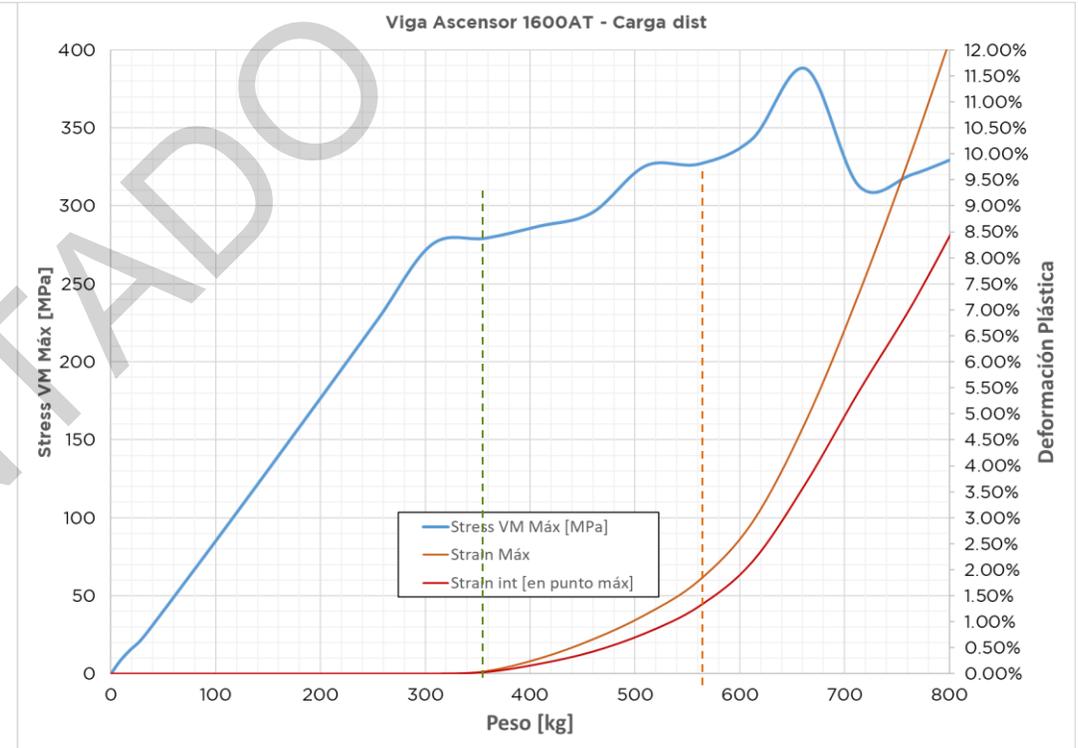
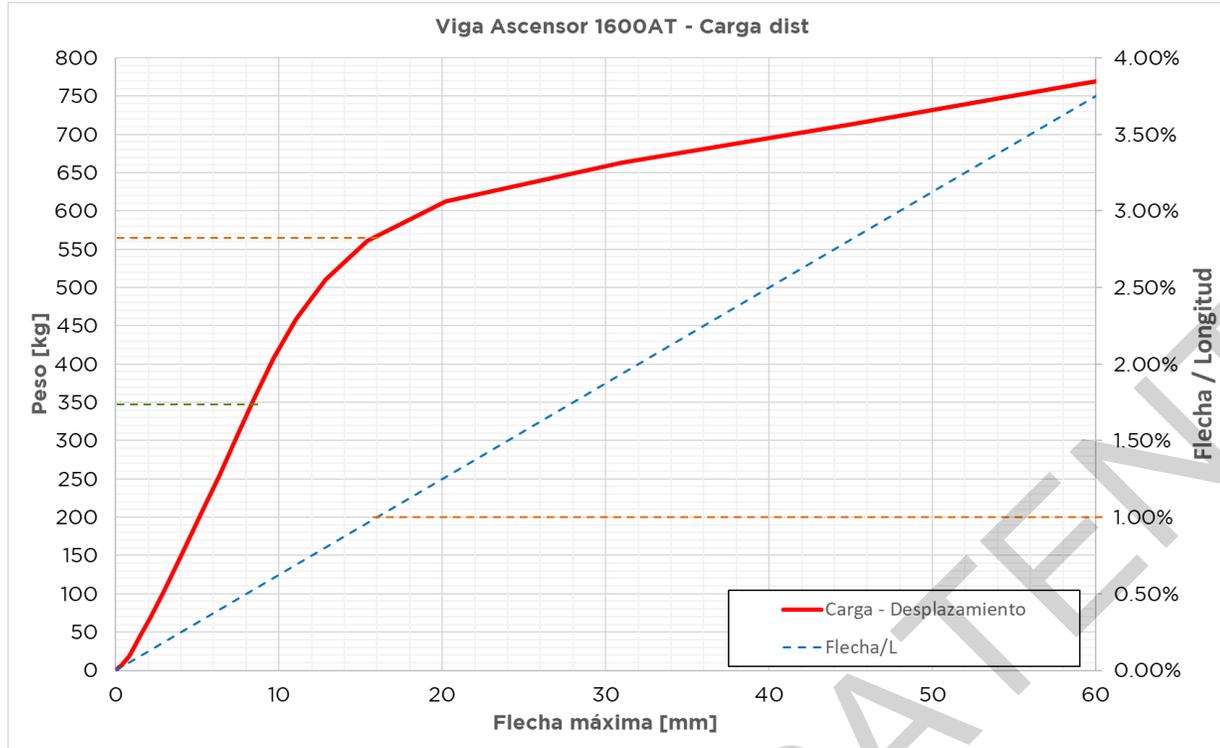
# Resultados Carga Puntual – Hueco 1600 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	240	335	540
Flecha máxima [mm]	9.9	16	92.6
Flecha/L [%]	0.6%	1%	5.8%
Fz [N] Cortante Tornillo	1270	1820	2830

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
----- Límite deformación 1%

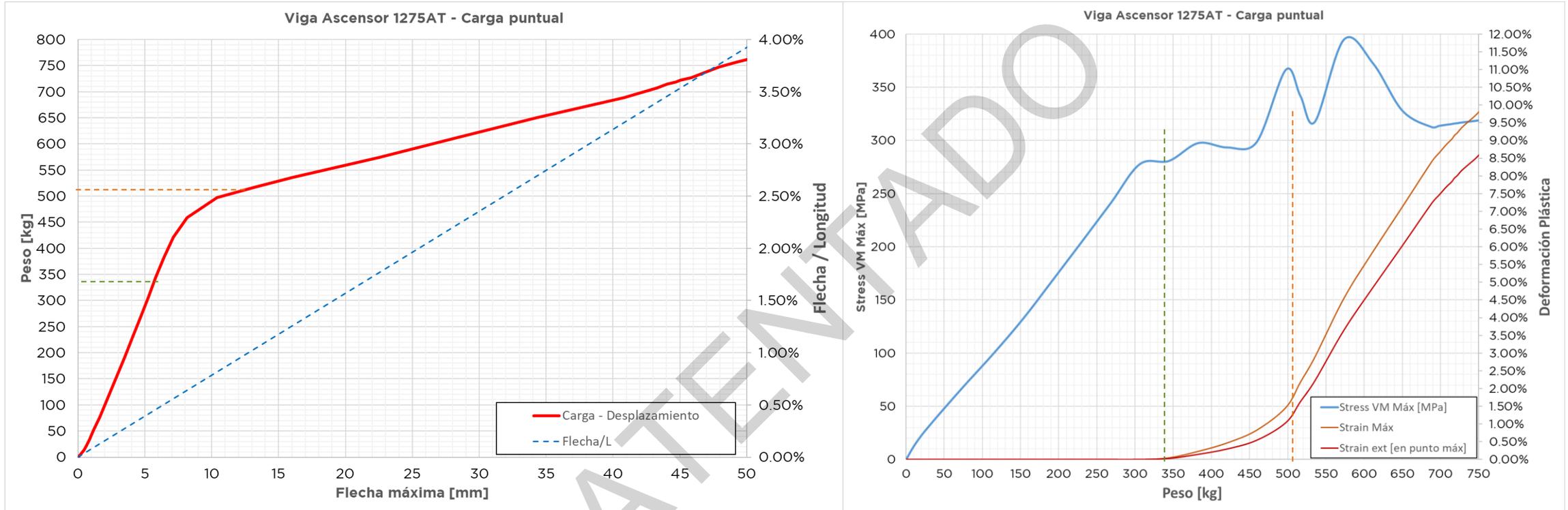
# Resultados Carga Distribuida – Huevo 1600 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	350	570	765
Flecha máxima [mm]	8.3	16	58.9
Flecha/L [%]	0.5%	1%	3.7%
Fz [N] Cortante Tornillo	1850	3050	4100

- - - - - Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
- - - - - Límite deformación 1%

# Resultados Carga Puntual – Huevo 1275 mm

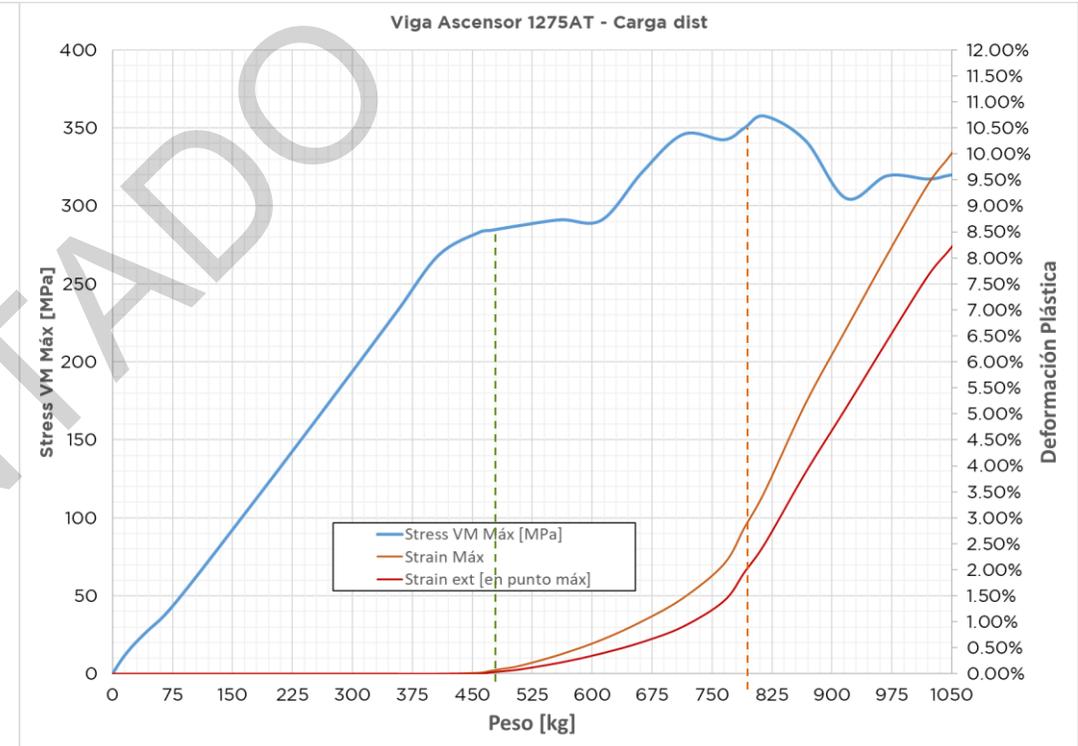
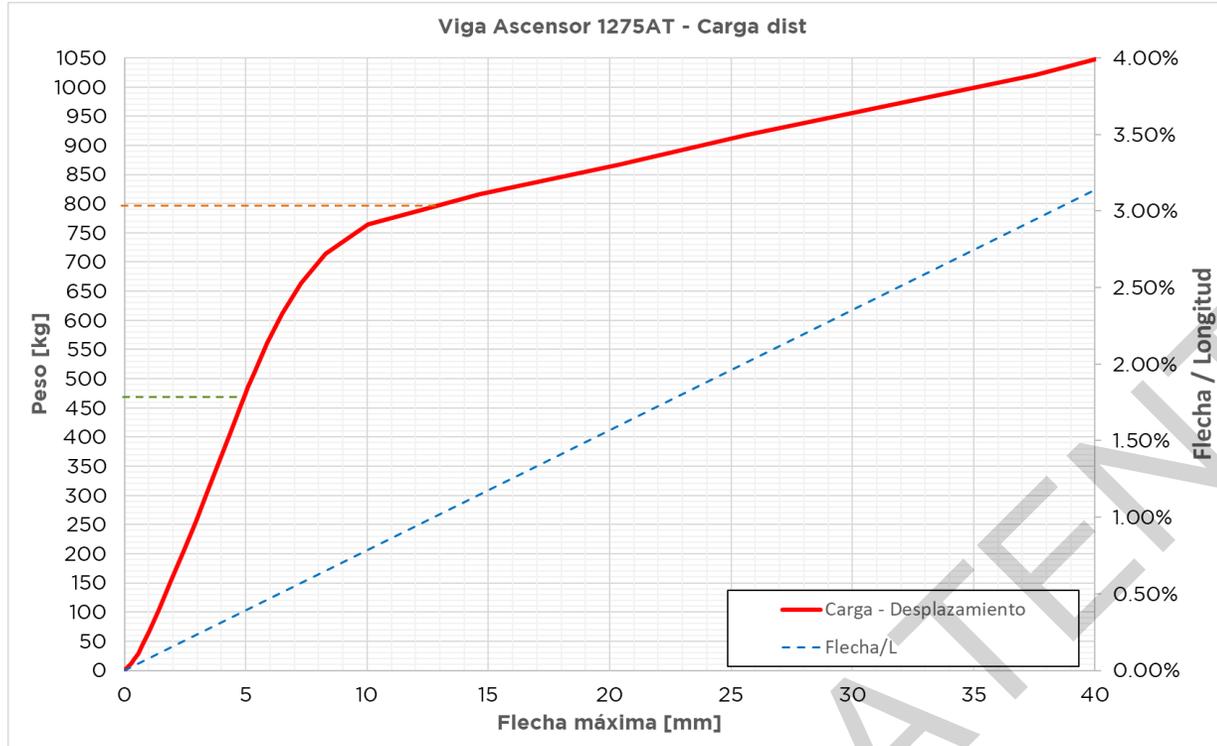


CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	340	510	760
Flecha máxima [mm]	5.8	12.75	49.3
Flecha/L [%]	0.46%	1%	3.9%
Fz [N] Cortante Tornillo	1790	2730	3960

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]

----- Límite deformación 1%

# Resultados Carga Distribuida – Huevo 1275 mm

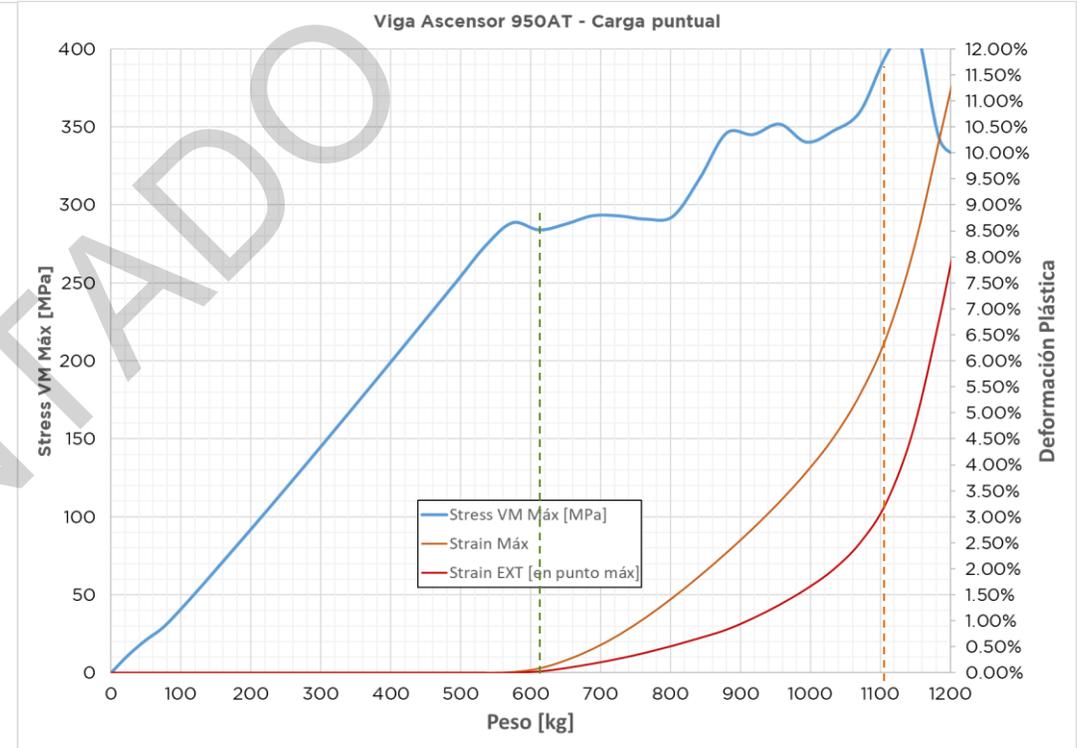
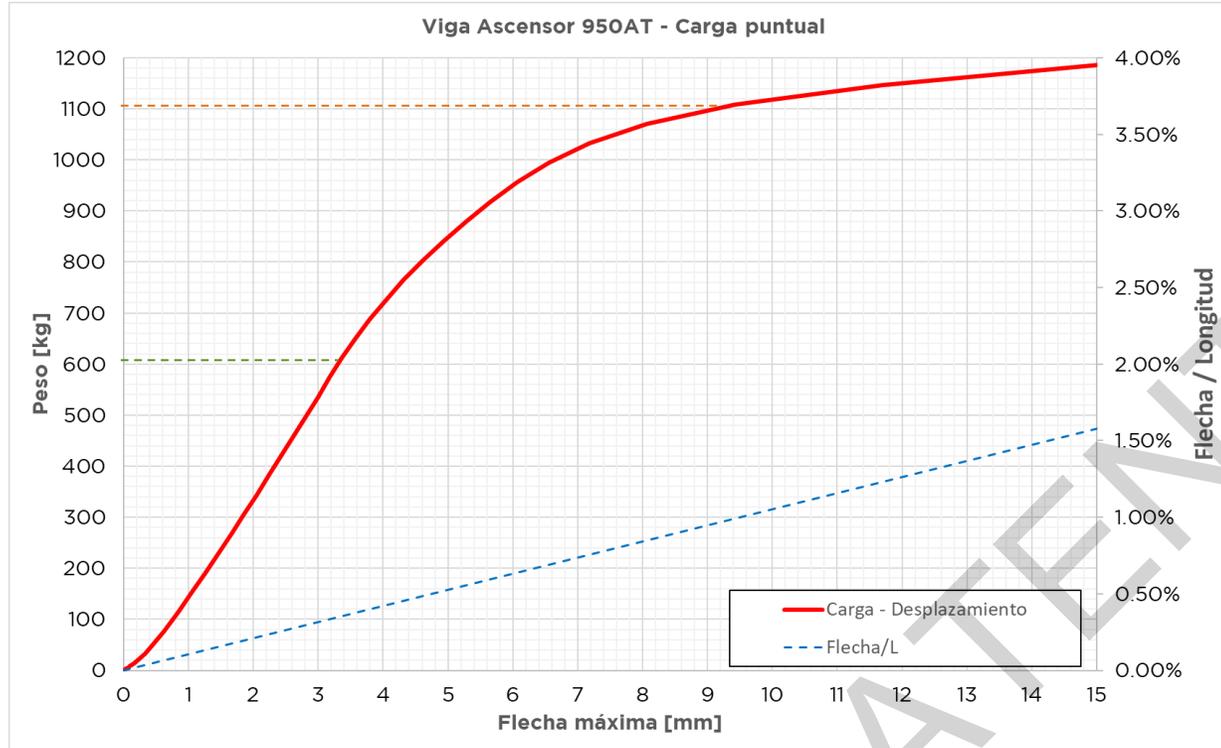


CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	470	795	1050
Flecha máxima [mm]	5	12.75	39.8
Flecha/L [%]	0.4%	1%	3.1%
Fz [N] Cortante Tornillo	2500	4235	5555

----- Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
----- Límite deformación 1%

Resultados revisados – Curvas de carga y deformación

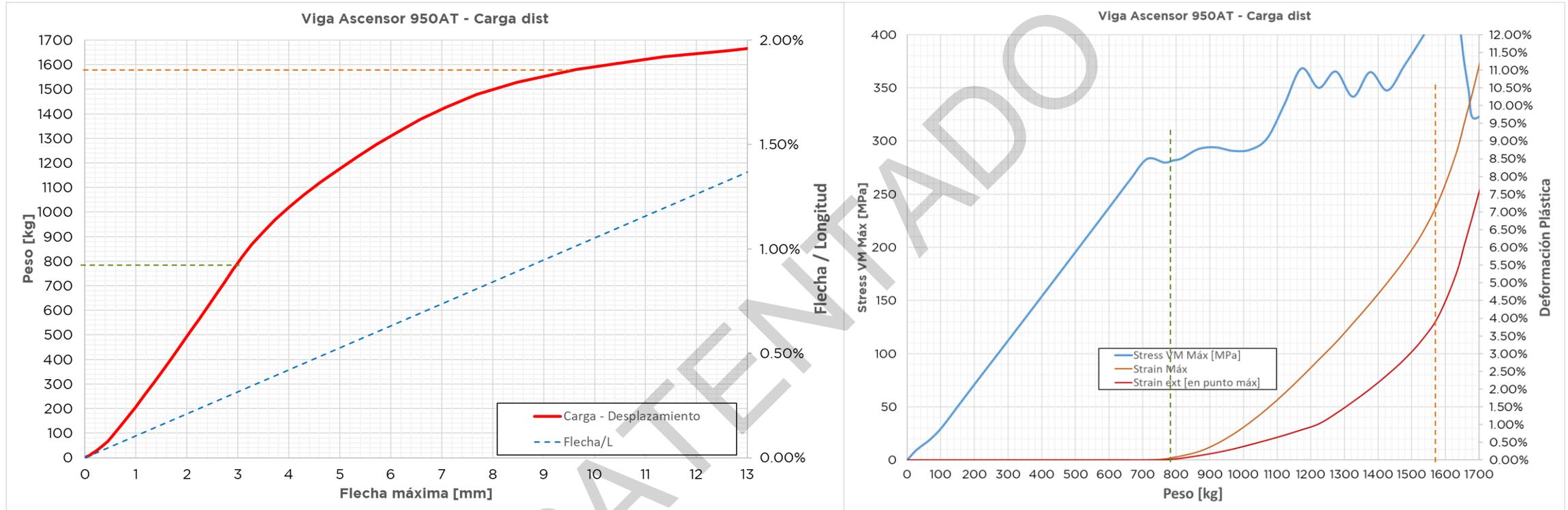
# Resultados Carga Puntual – Huevo 950 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	610	1110	1185
Flecha máxima [mm]	3.4	9.5	15
Flecha/L [%]	0.35%	1%	1.6%
Fz [N] Cortante Tornillo	3210	5750	6140

- - - Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
- - - Límite deformación 1%

# Resultados Carga Distribuida – Hueco 950 mm



CASO	LÍMITE PLAST S275	LÍMITE DEFORM.	ROTURA
Carga [kg]	790	1580	1670
Flecha máxima [mm]	3	9.5	13.2
Flecha/L [%]	0.3%	1%	1.4%
Fz [N] Cortante Tornillo	4135	8200	8650

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO MTP-X 12110 SON **14400 N**, POR LO QUE SERÍA OK

LÍMITE DE CARGA CORTANTE EN TORNILLO TFE 12110 SON **17730 N** PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA ESTÁNDAR [83.5 mm] Y **10600 N** PARA PROFUNDIDAD EFECTIVA REDUCIDA [58 mm], POR LO QUE SERÍA OK PARA AMBAS

--- Carga Trabajo [No plastificación en sección]  
--- Límite deformación 1%