

5.4.3.- CÁLCULO POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS.

5.4.3.1.- ACERO GALVANIZADO.

5.4.3.1.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISES.

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	TENSIÓN <i>N/m²</i>
ACERO GALVANIZADO	50	0,78	66.628,30
	75	3,6	346.781,90
	90	6,51	1.068.989,50
	110	13,34	1.954.883,80
	125	21,06	830.542,60
	160	50,49	1.540.801,60
	200	103,6	3.260.636,00

Figura 5.4.3- Tensión máxima por Von Mises del acero galvanizado

Diámetro de 50 mm

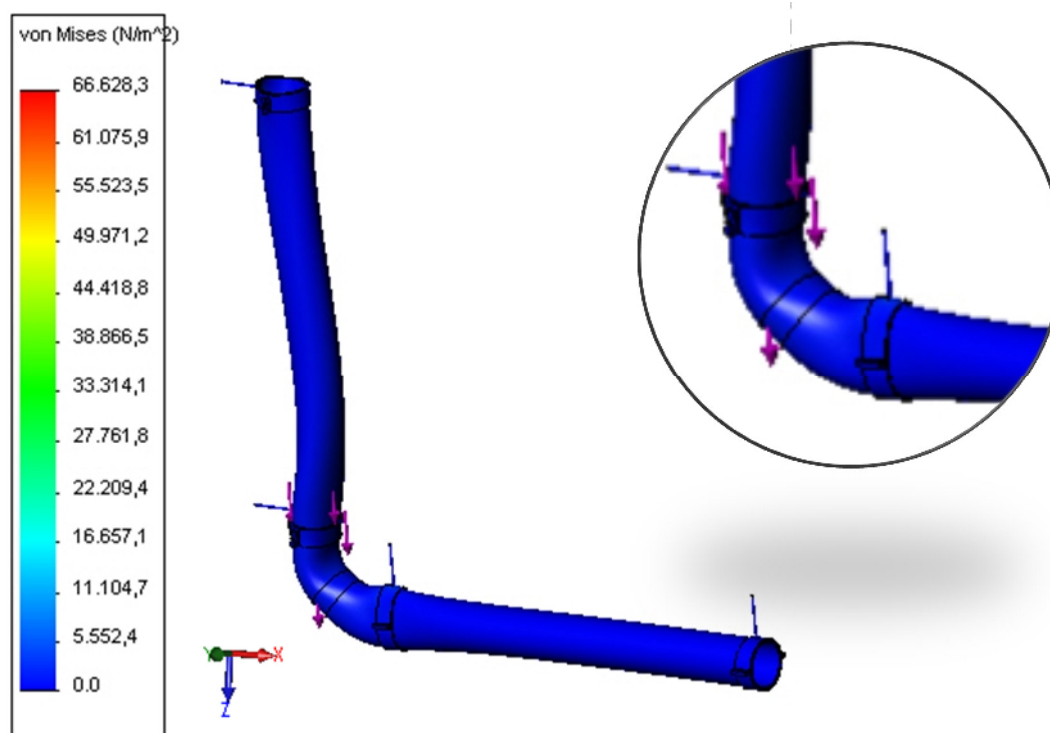


Figura 5.4.4- Tensión máxima por Von Mises de acero galvanizado DN-50

Diámetro de 75 mm

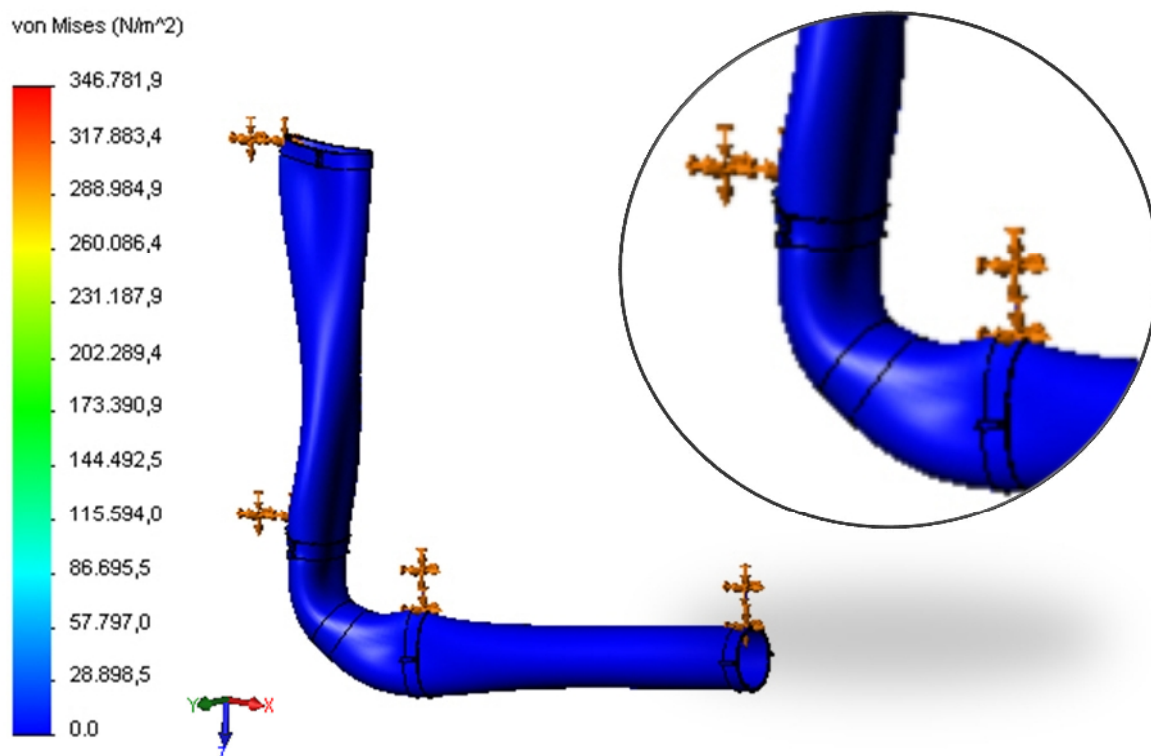


Figura 5.4.5- Tensión máxima por Von Mises de acero galvanizado DN-75

Diámetro de 110 mm

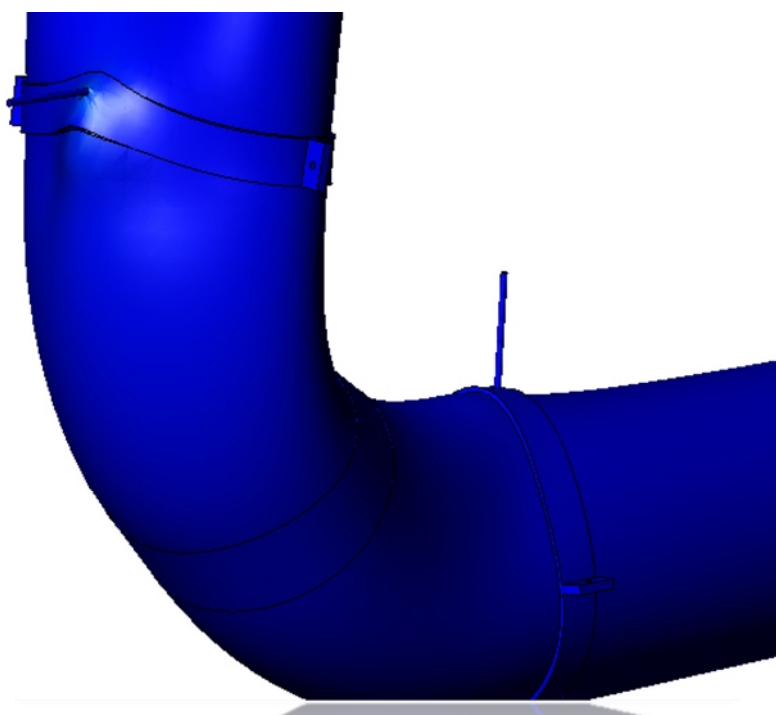


Figura 5.4.6- Tensión máxima por Von Mises de acero galvanizado DN-90

Diámetro de 125 mm

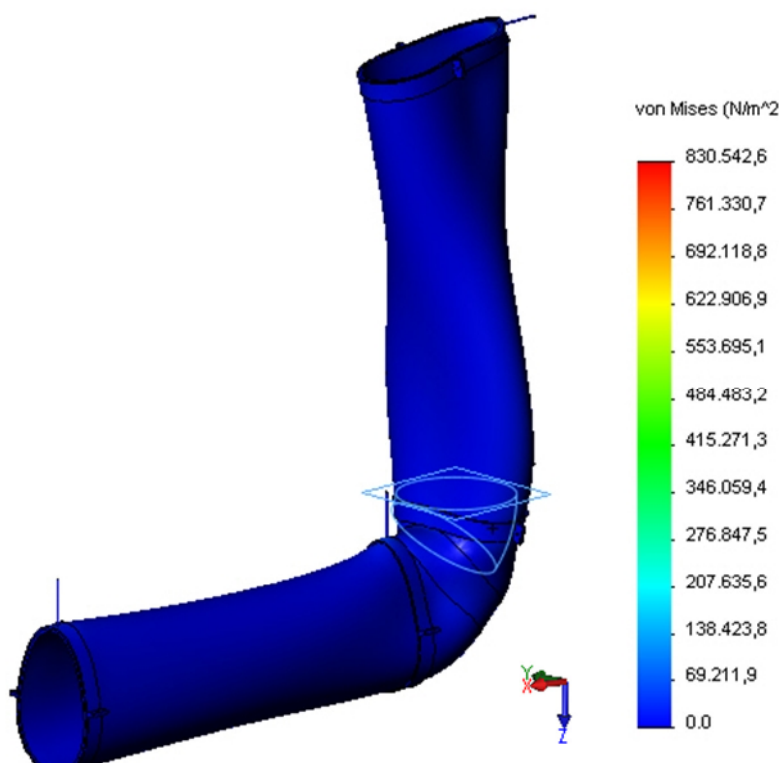


Figura 5.4.7- Tensión máxima por Von Mises de acero galvanizado DN-110

Diámetro de 160 mm

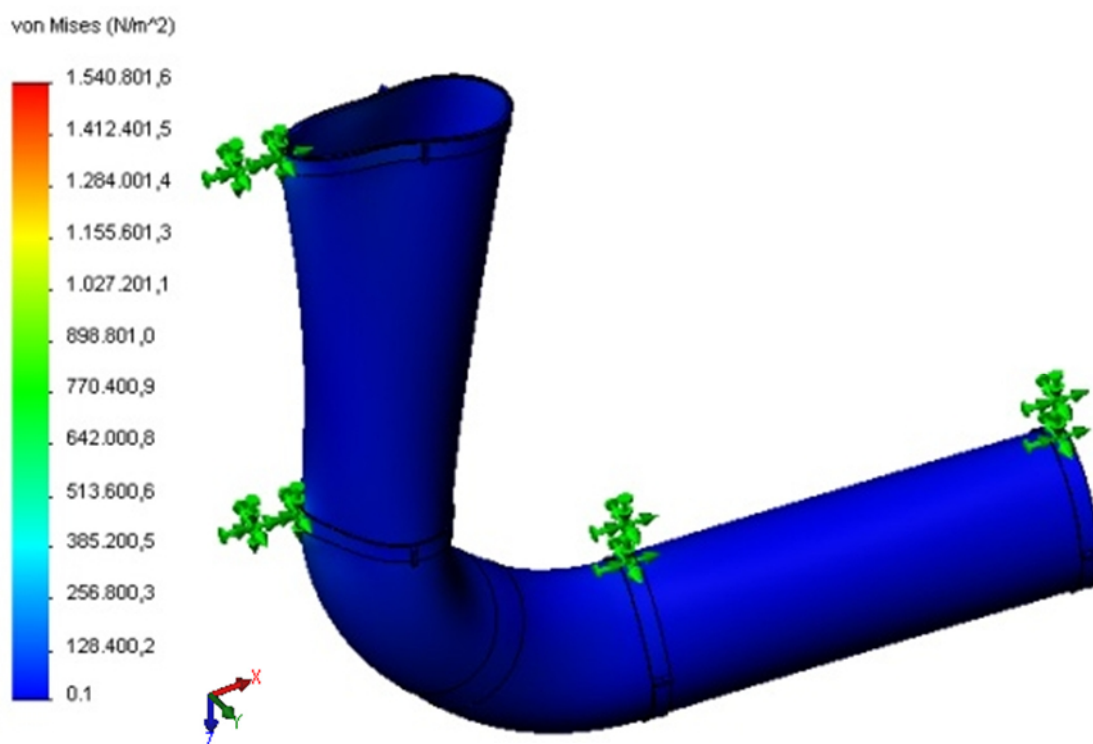


Figura 5.4.8- Tensión máxima por Von Mises de acero galvanizado DN-160

Diámetro de 200 mm

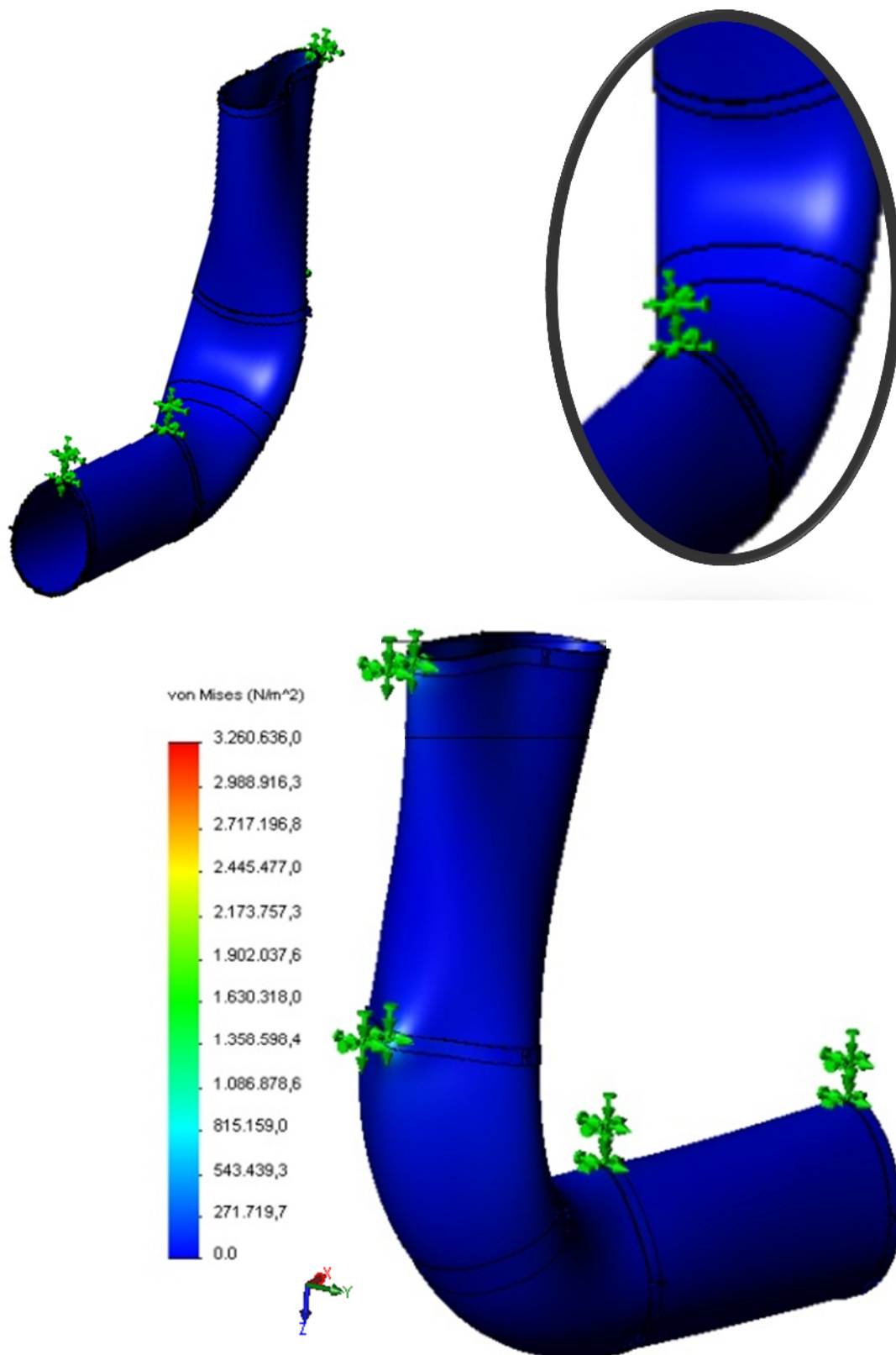


Figura 5.4.9- Tensión máxima por Von Mises de acero galvanizado DN-200

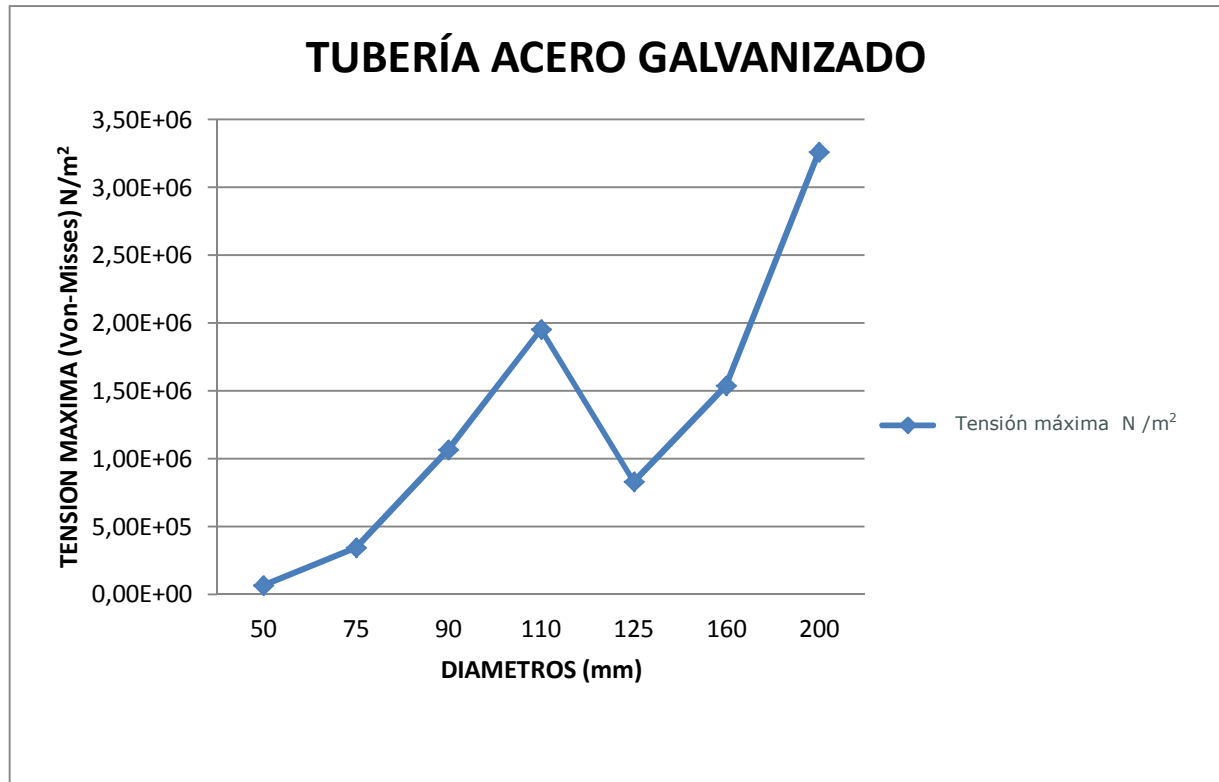


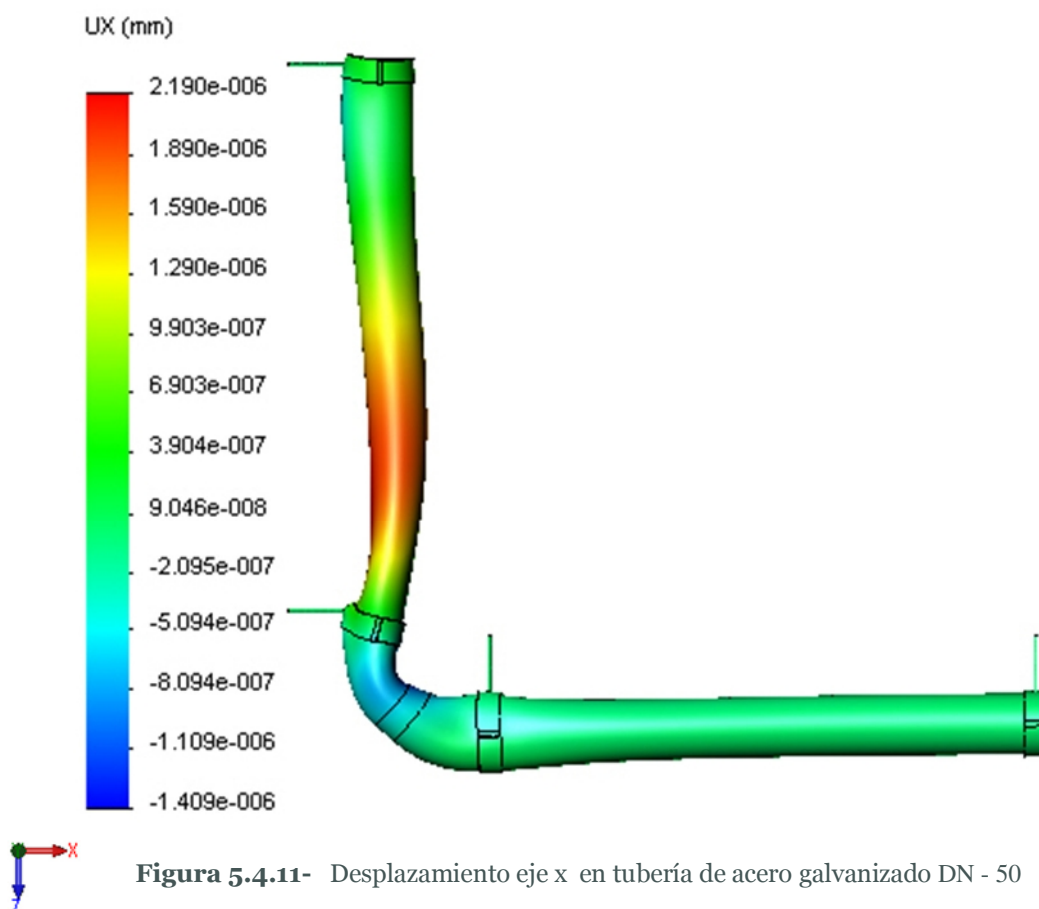
Figura 5.4.10- Correlación entre σ máx. Vs. D

5.4.3.1.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X".

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN X <i>mm</i>
ACERO GALVANIZADO	50	0,78	0,002190
	75	3,6	0,009074
	90	6,51	0,023210
	110	13,34	0,082630
	125	21,06	0,067560
	160	50,49	0,741300
	200	103,6	1,500000

Diámetro 50 mm

Nombre de modelo: tubería dn 50 final
Nombre de estudio: Camilla Femiano 50 ACERO GALVANIZADO
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1e+007



Diámetro 75 mm

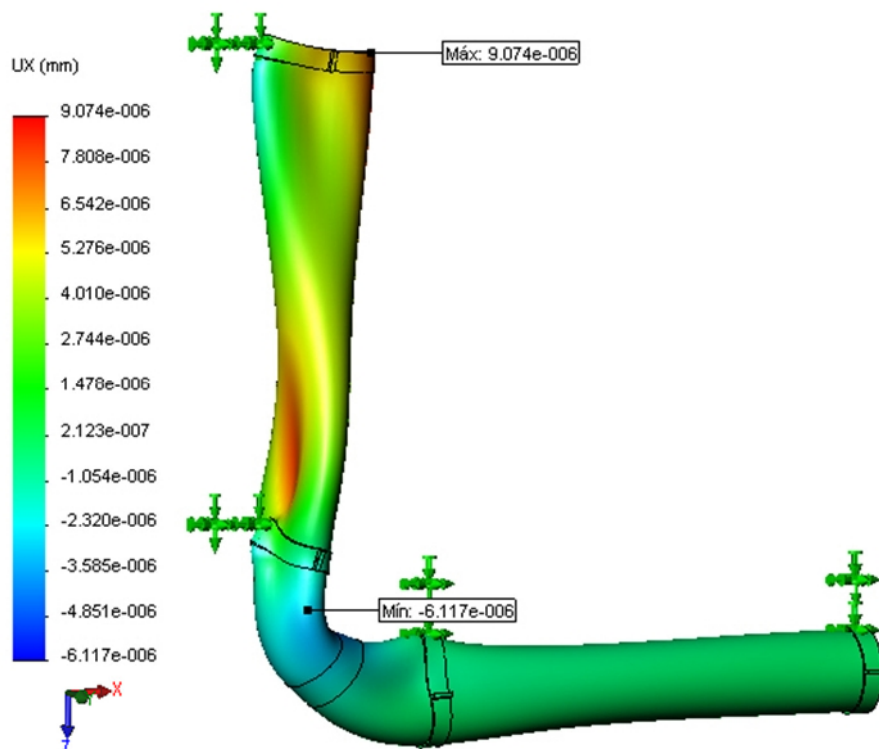


Figura 5.4.12- Desplazamiento eje x en tubería de acero galvanizado DN - 75

Diámetro 90 mm

Nombre de modelo: tubería dn 90 terminada
Nombre de estudio: Camilla Femiano DN 90 ACERO GALVANIZADO
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 5e+006

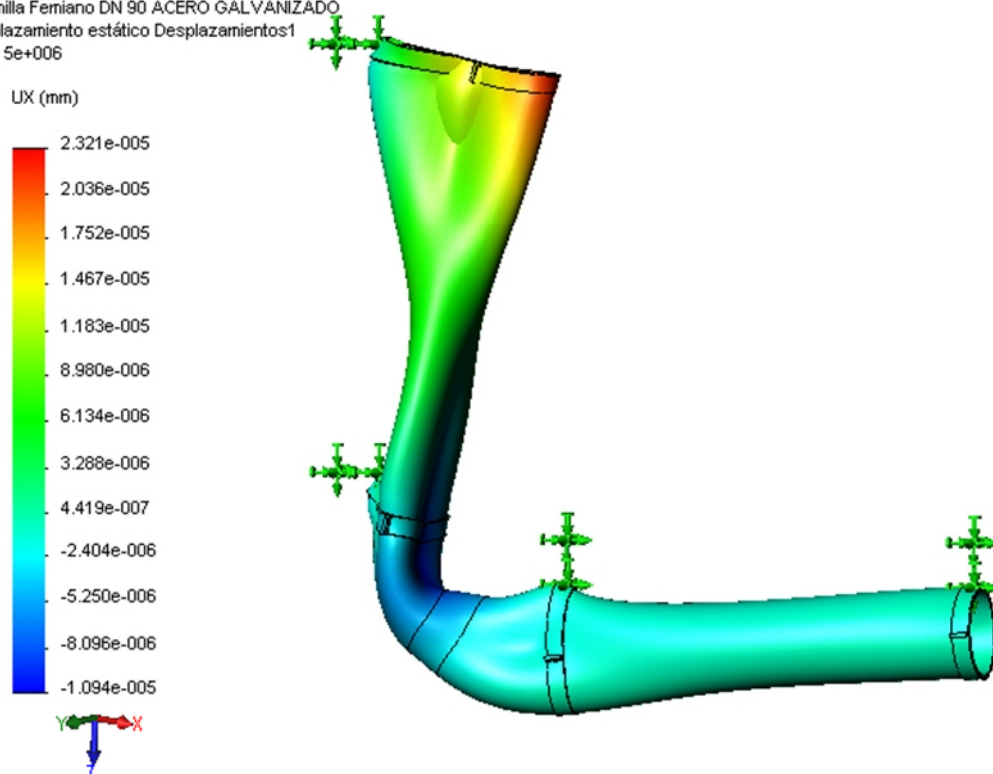


Figura 5.4.13- Desplazamiento eje x en tubería de acero galvanizado DN - 90

Diámetro 110 mm

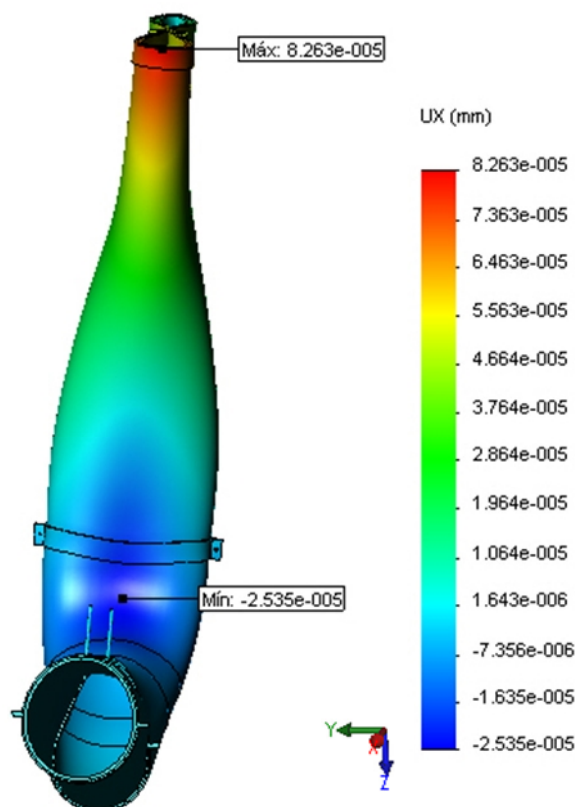


Figura 5.4.14- Desplazamiento eje x en tubería de acero galvanizado DN - 110

Diámetro 125 mm

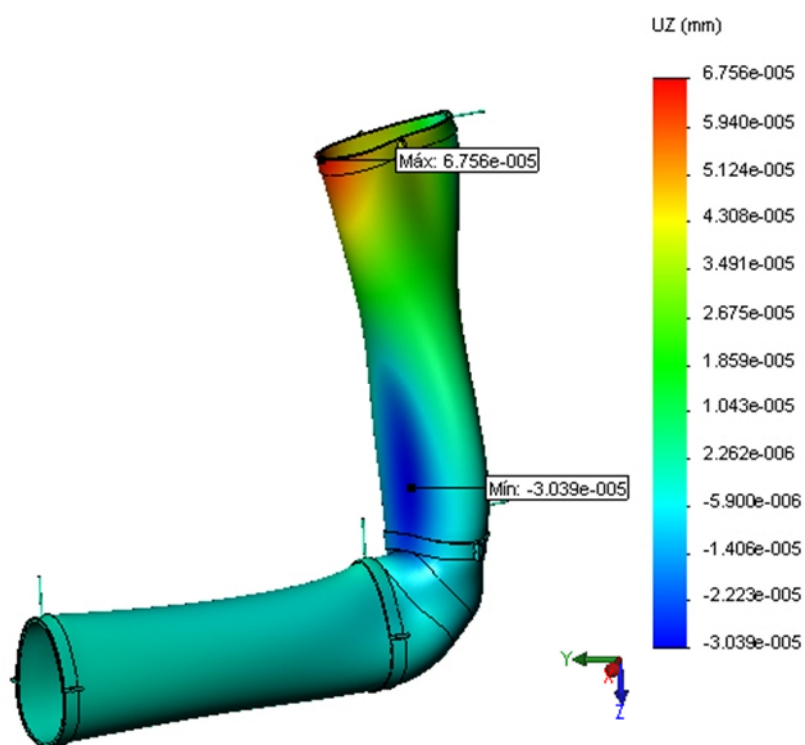


Figura 5.4.15- Desplazamiento eje x en tubería de acero galvanizado DN - 125

Diámetro 160 mm

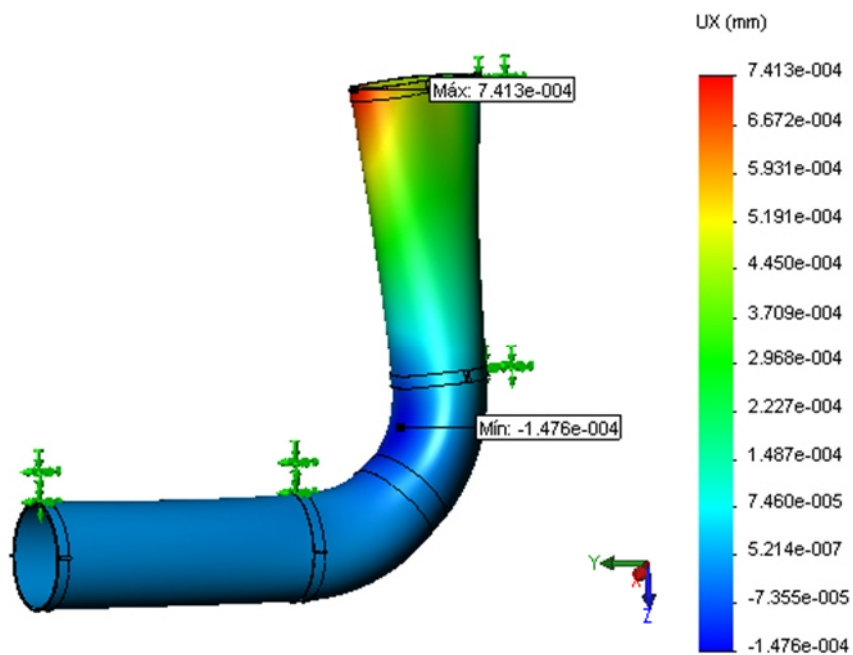


Figura 5.4.16- Desplazamiento eje x en tubería de acero galvanizado DN - 160

Diámetro 200 mm

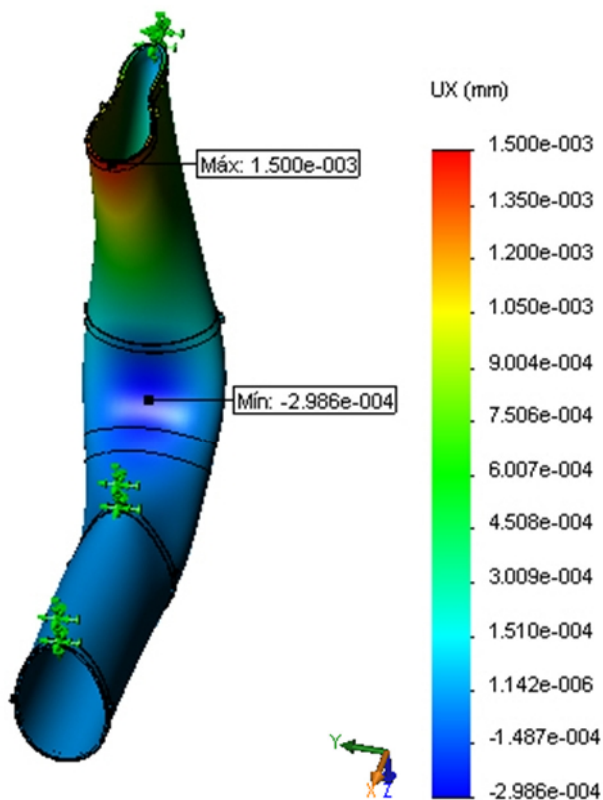


Figura 5.4.17- Desplazamiento eje x en tubería de acero galvanizado DN - 200

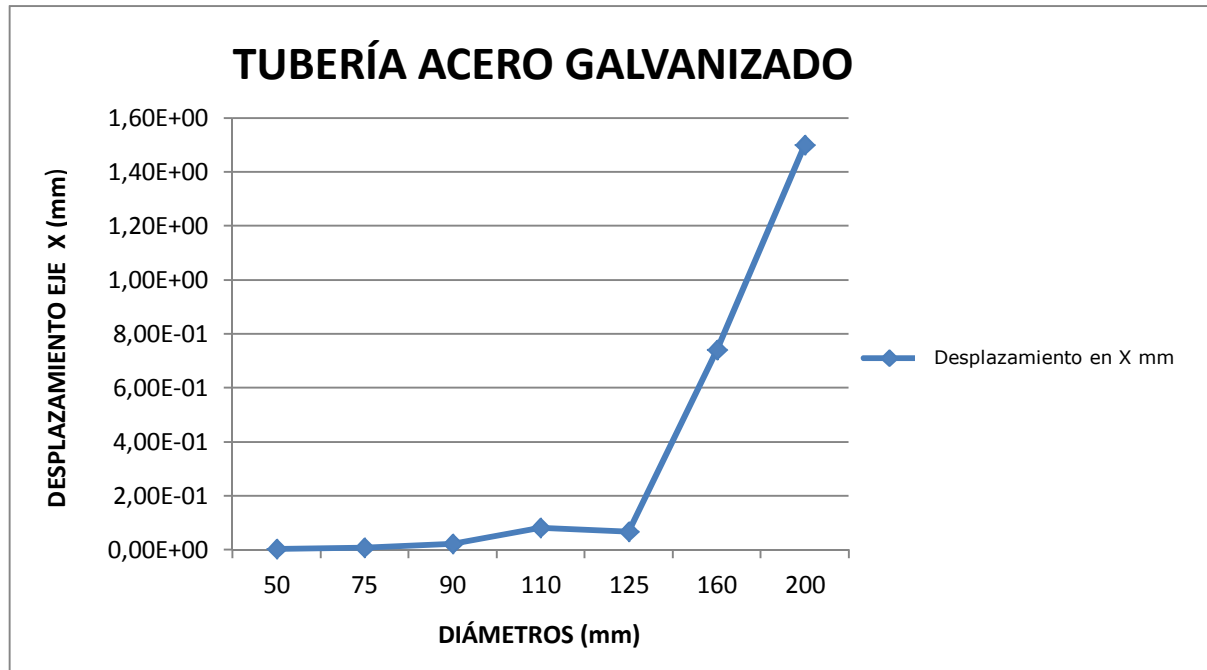


Figura 5.4.18- Correlación entre Δx vs. D

5.4.3.1.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z".

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN Z <i>mm</i>
ACERO GALVANIZADO	50	0,78	0,002326
	75	3,6	0,009062
	90	6,51	0,014280
	110	13,34	0,032130
	125	21,06	0,000704
	160	50,49	0,209600
	200	103,6	0,478200

Diámetro 50 mm

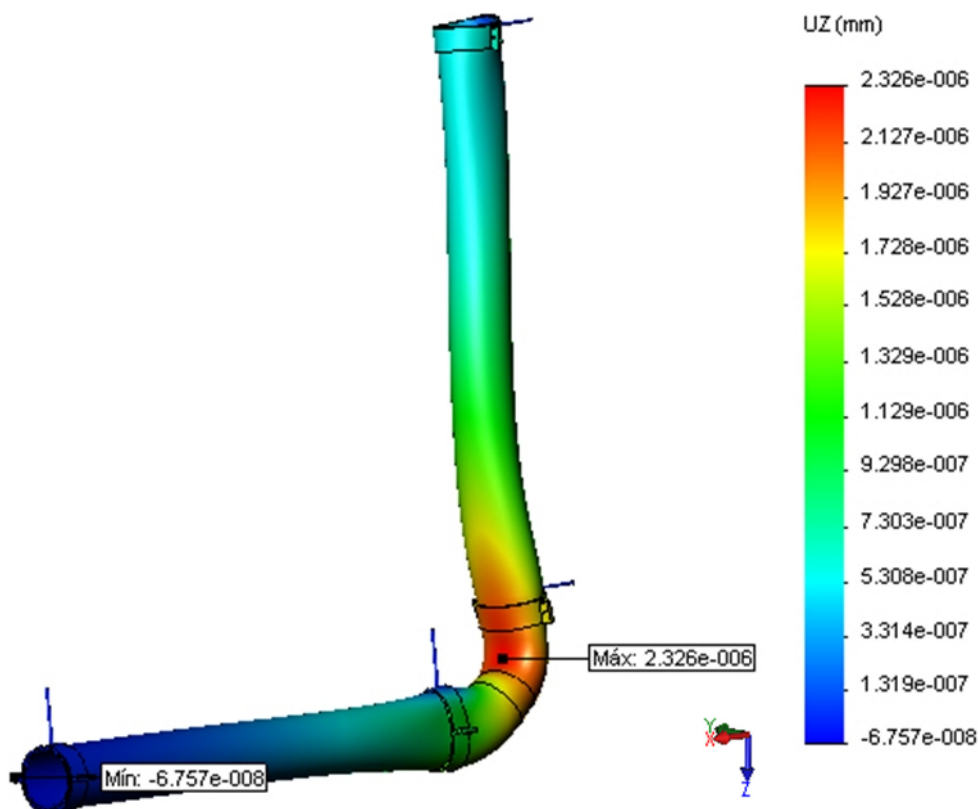


Figura 5.4.19- Desplazamiento eje z en tubería de acero galvanizado DN - 50

Diámetro 75 mm

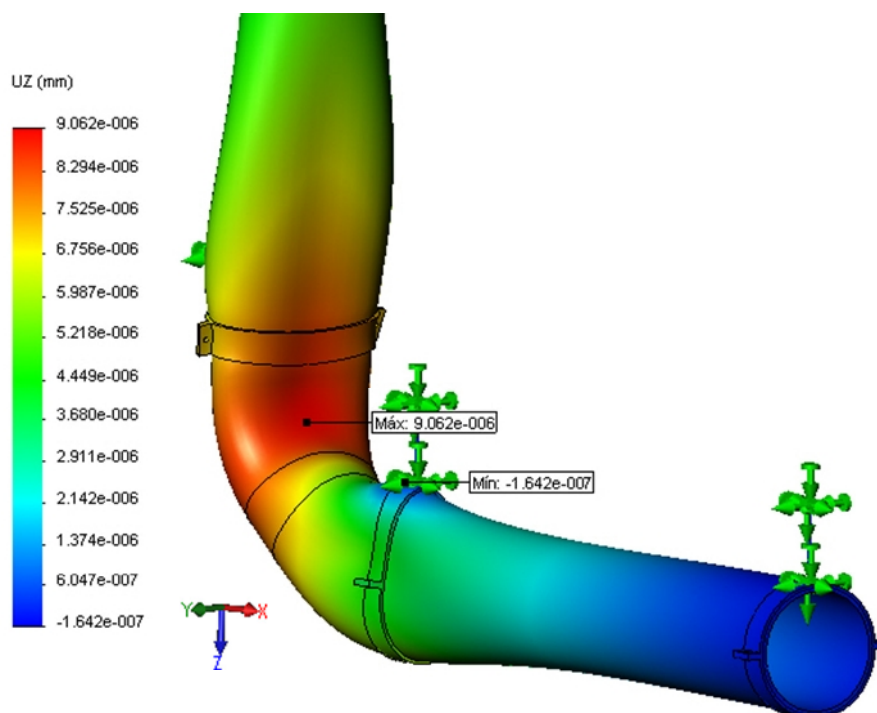


Figura 5.4.20- Desplazamiento eje z en tubería de acero galvanizado DN - 75

Diámetro 90 mm

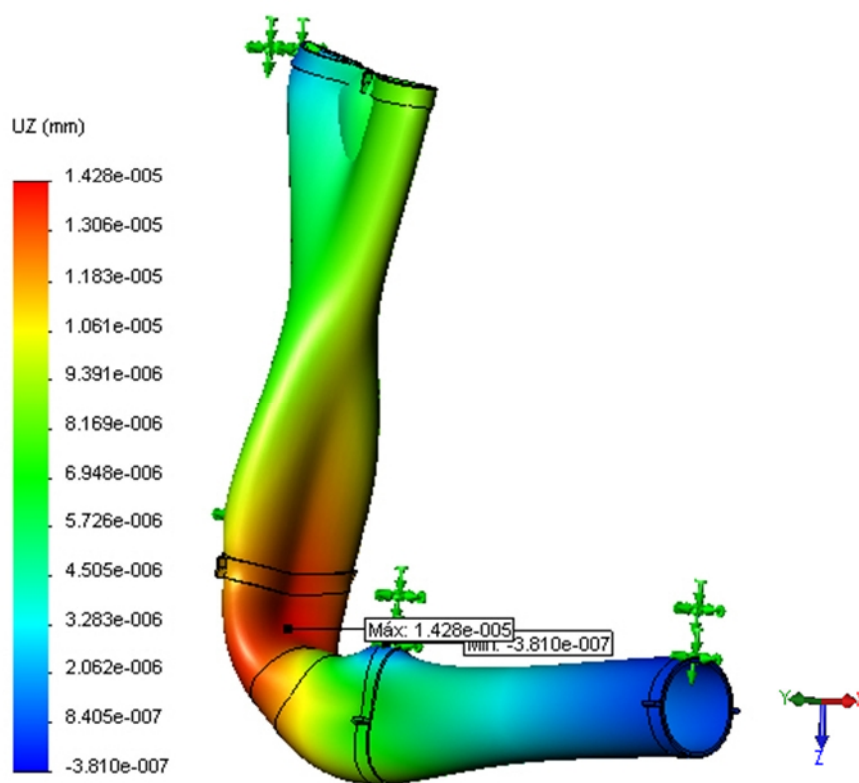


Figura 5.4.21- Desplazamiento eje z en tubería de acero galvanizado DN - 90

Diámetro 110 mm

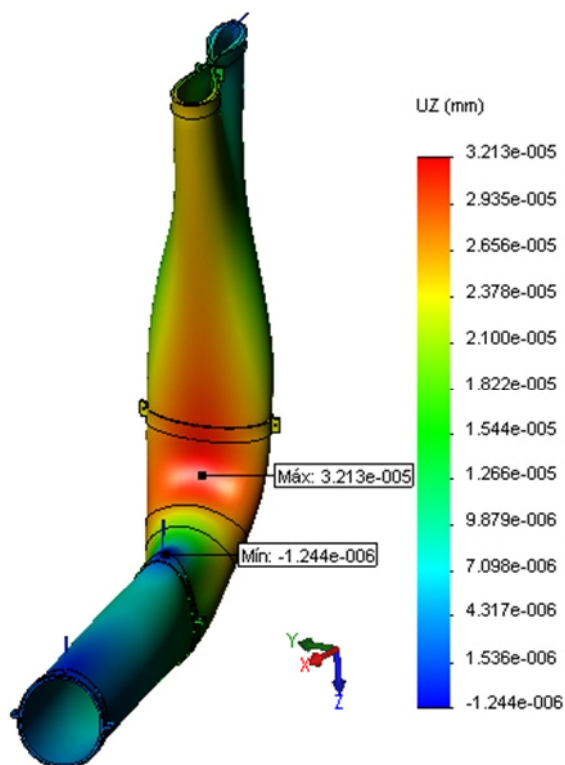


Figura 5.4.22- Desplazamiento eje z en tubería de acero galvanizado DN - 110

Diámetro 125 mm

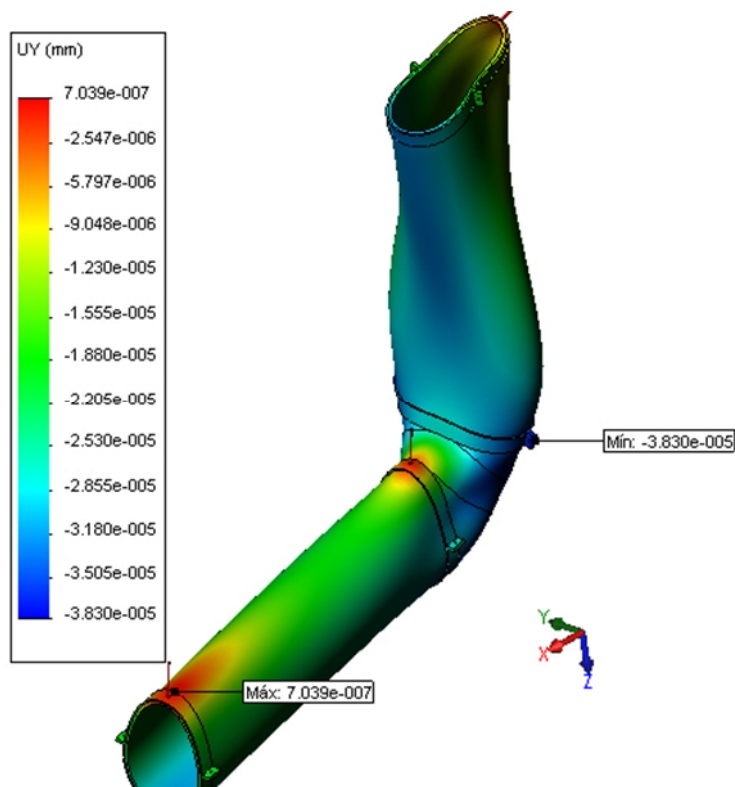


Figura 5.4.23- Desplazamiento eje z en tubería de acero galvanizado DN - 125

Diámetro 160 mm

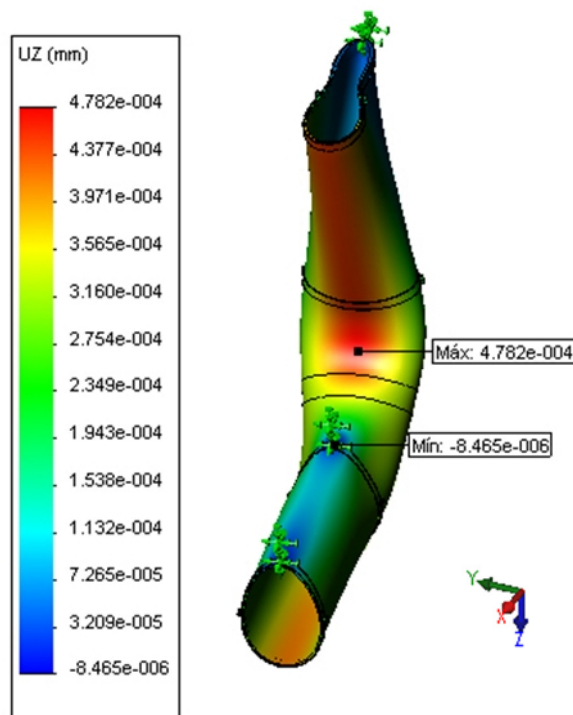


Figura 5.4.24- Desplazamiento eje z en tubería de acero galvanizado DN - 160

Diámetro 200 mm

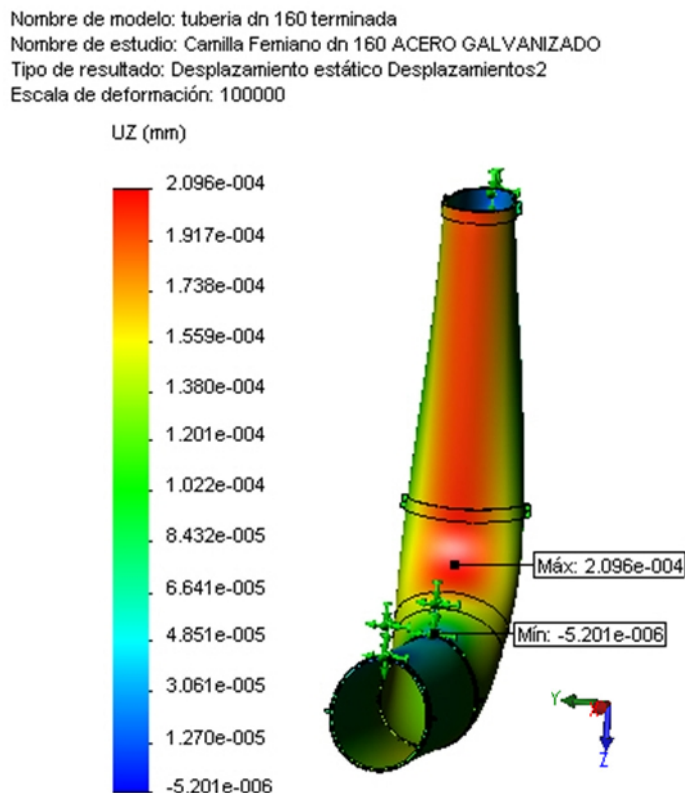


Figura 5.4.25- Desplazamiento eje z en tubería de acero galvanizado DN - 200

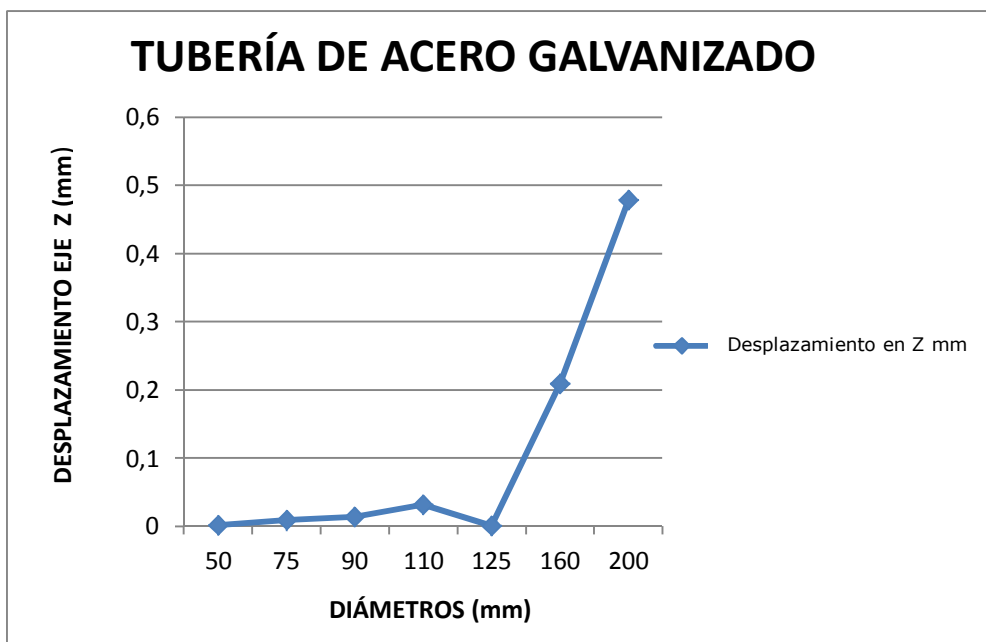


Figura 5.4.26- Correlación entre Δz vs. D

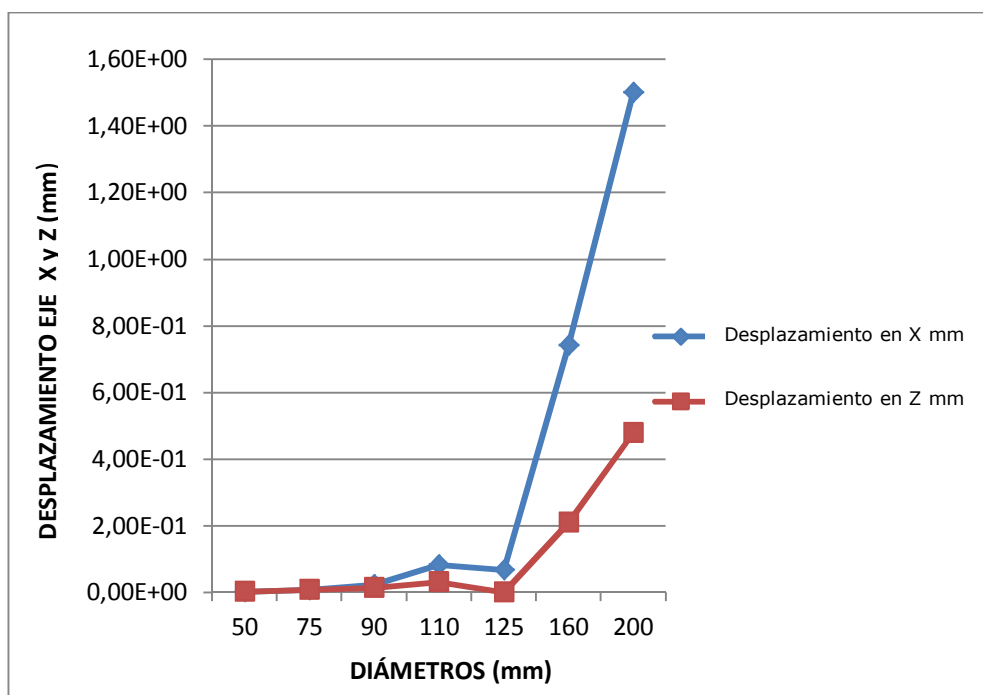


Figura 5.4.27- Correlación entre Δx , Δz vs. D

5.4.3.1.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO

Basado en el criterio de la tensión máxima de von Mises donde:

$$\frac{\sigma_{\text{von Mises}}}{\sigma_{\text{limit}}} < 1$$

MATERIAL	DIAMETRO <i>mm</i>	FDS
ACERO GALVANIZADO	50	1,6 E+3
	75	1 E+2
	90	1,2 E+2
	110	13
	125	1,9 E+2
	160	96
	200	44

Figura 5.4.28- Factor de seguridad mínimo en estado elástico de una bajante de acero galvanizado en función del diámetro de la tubería

5.4.3.2.- ALUMINIO.

5.4.3.2.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISES.

MATERIAL	DIAMETRO	FUERZA	TENSIÓN
	mm	N	N/m ²
ALUMINIO	50	5,58	567.891,1
	75	18,04	1.492.270,9
	90	35,72	4.267.172
	110	64,8	5.357.015,5
	125	100,3	3.685.193
	160	227,7	8.051.590
	200	480	17.197.498

Figura 5.4.29- Tensión máxima por Von Mises del aluminio .

Diámetro de 50 mm

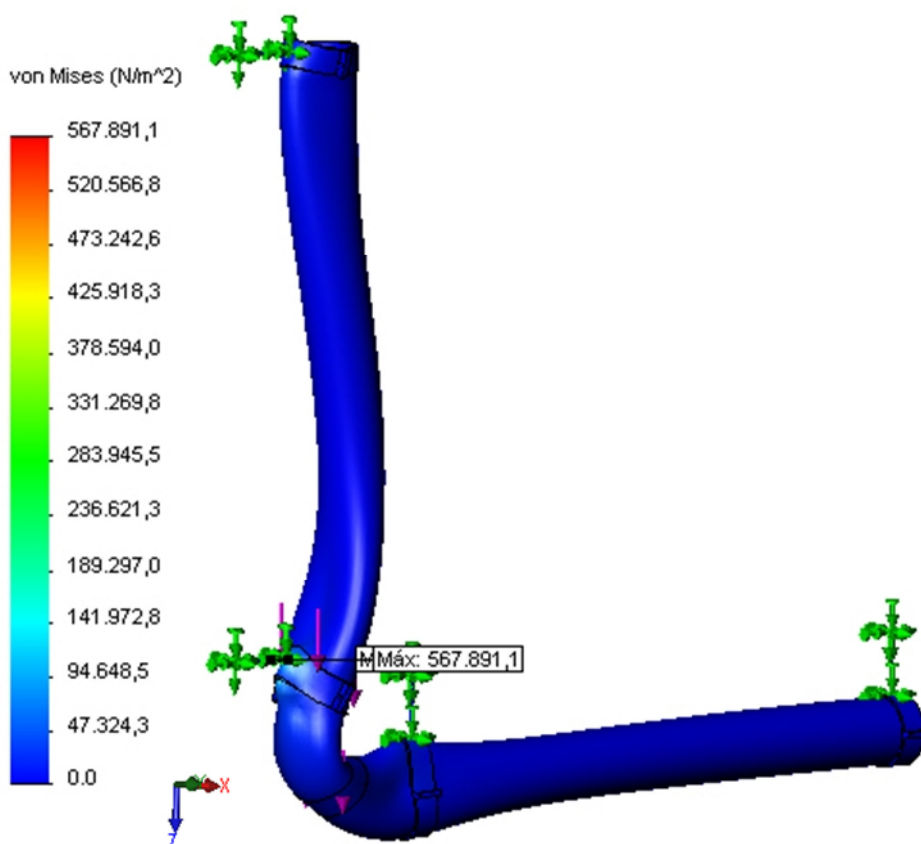


Figura 5.4.30- Tensión máxima por Von Mises de aluminio DN-50

Diámetro de 75 mm

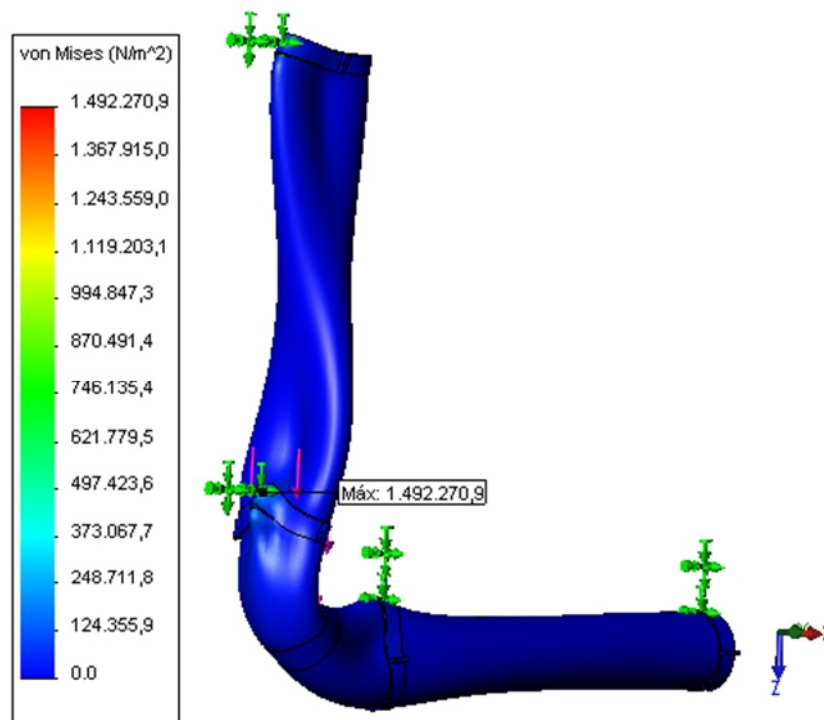


Figura 5.4.31- Tensión máxima por Von Mises de aluminio DN-75

Diámetro de 90 mm

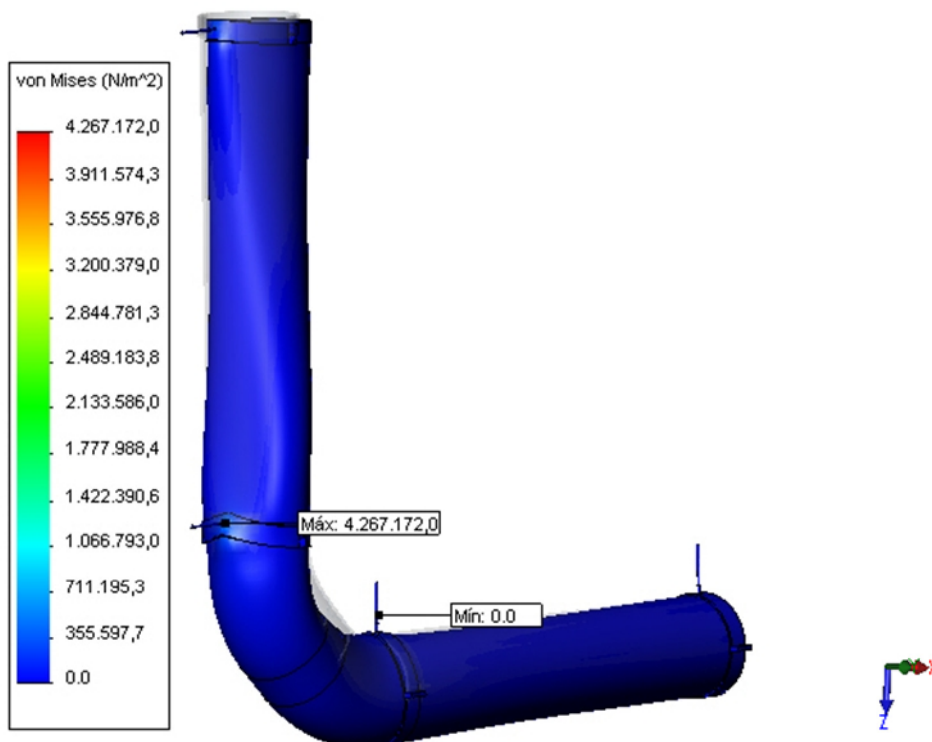


Figura 5.4.32- Tensión máxima por Von Mises de aluminio DN-90

Diámetro de 110 mm

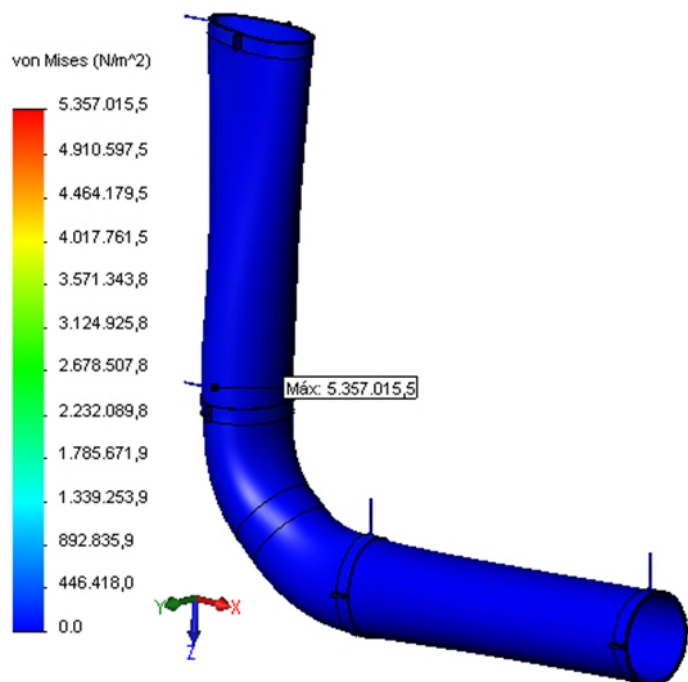


Figura 5.4.33- Tensión máxima por Von Misses de aluminio DN-110

Diámetro de 125 mm

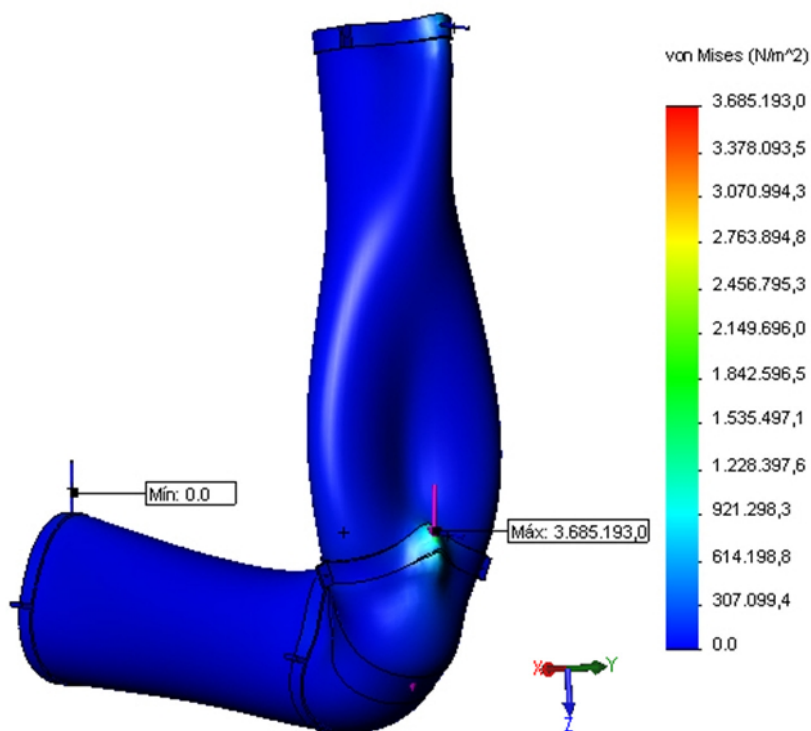


Figura 5.4.34- Tensión máxima por Von Misses de aluminio DN-125

Diámetro de 160 mm

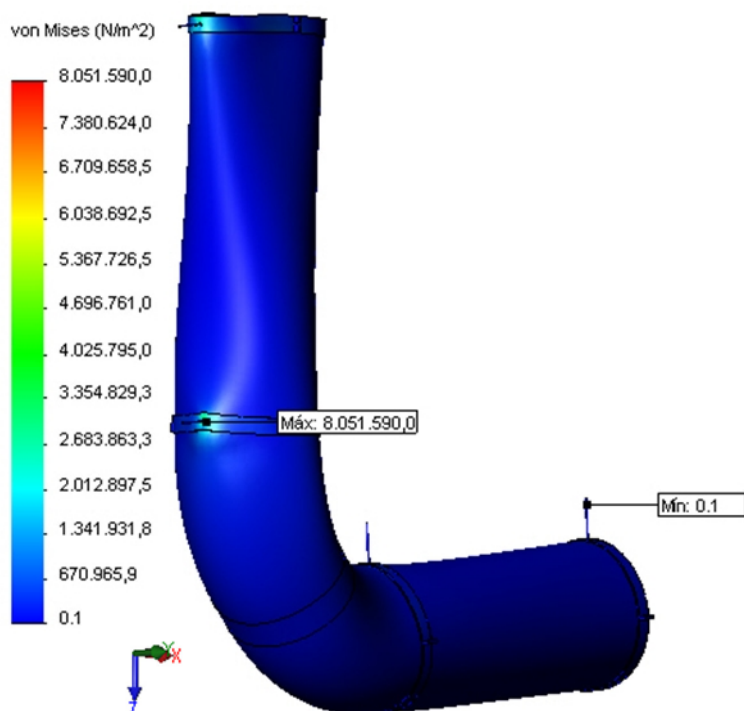


Figura 5.4.35- Tensión máxima por Von Mises de aluminio DN-160

Diámetro de 200 mm

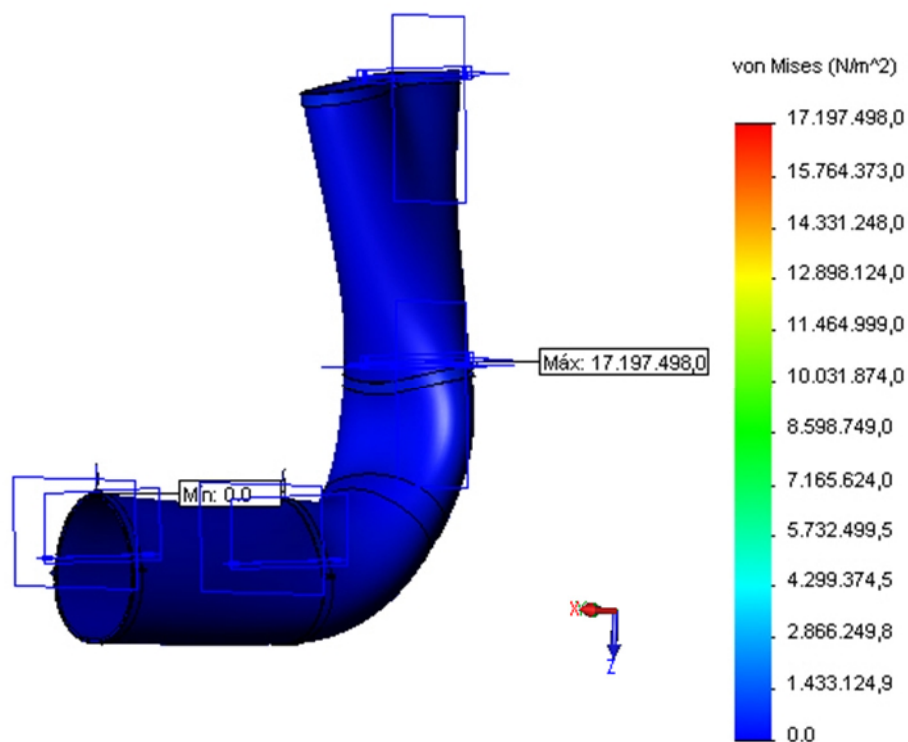


Figura 5.4.36- Tensión máxima por Von Mises de aluminio DN-200

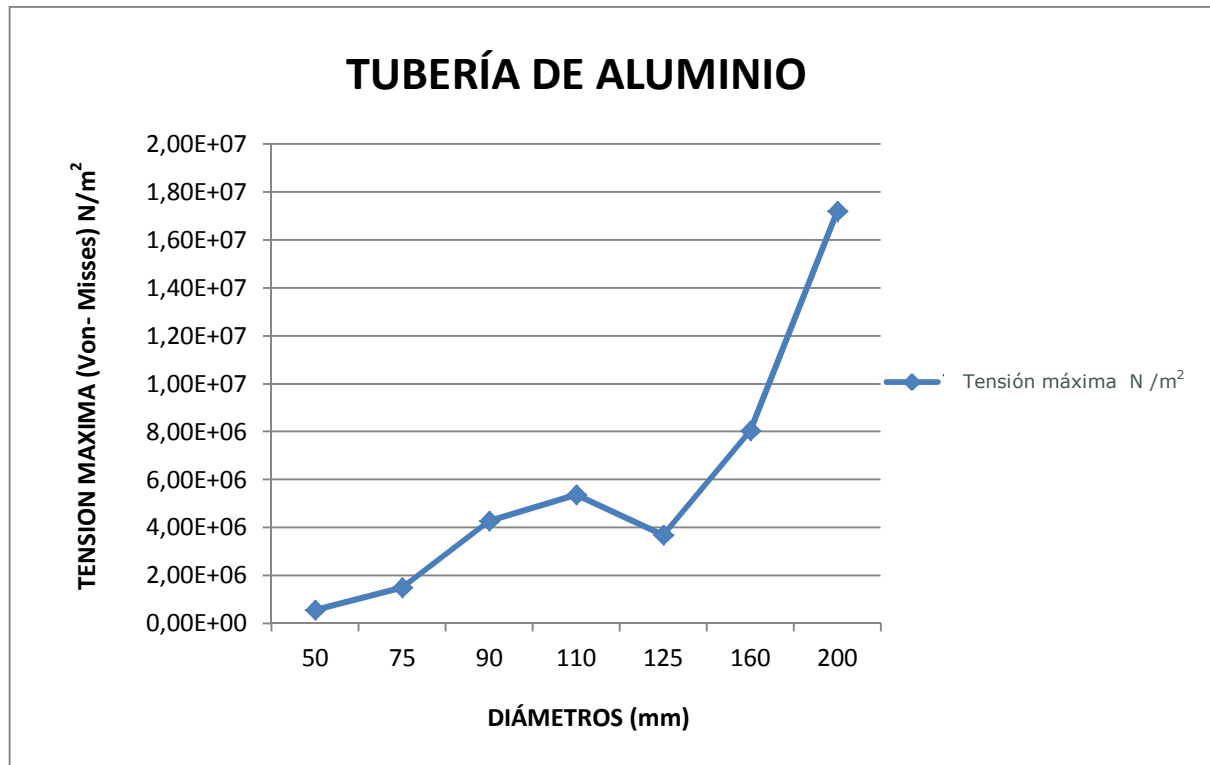


Figura 5.4.37- Correlación entre σ máx. Vs. D

5.4.3.2.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X".

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN X <i>mm</i>
ALUMINIO	50	5,58	0,04163
	75	18,04	0,01024
	90	35,72	0,2575
	110	64,8	0,8484
	125	100,3	0,6926
	160	227,7	7,485
	200	480	16,18

Diámetro 50 mm

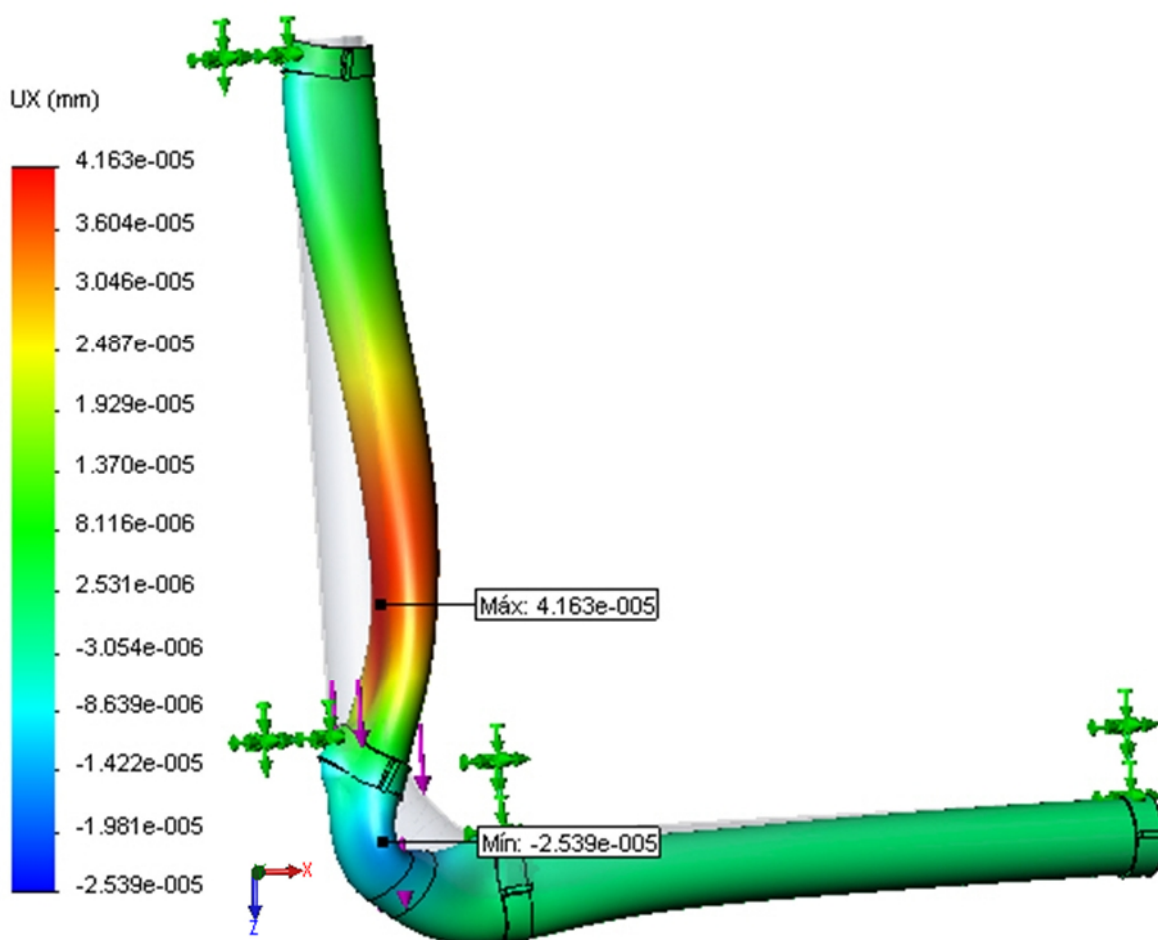


Figura 5.4.38- Desplazamiento eje x en tubería de aluminio DN - 50

Diámetro 75 mm

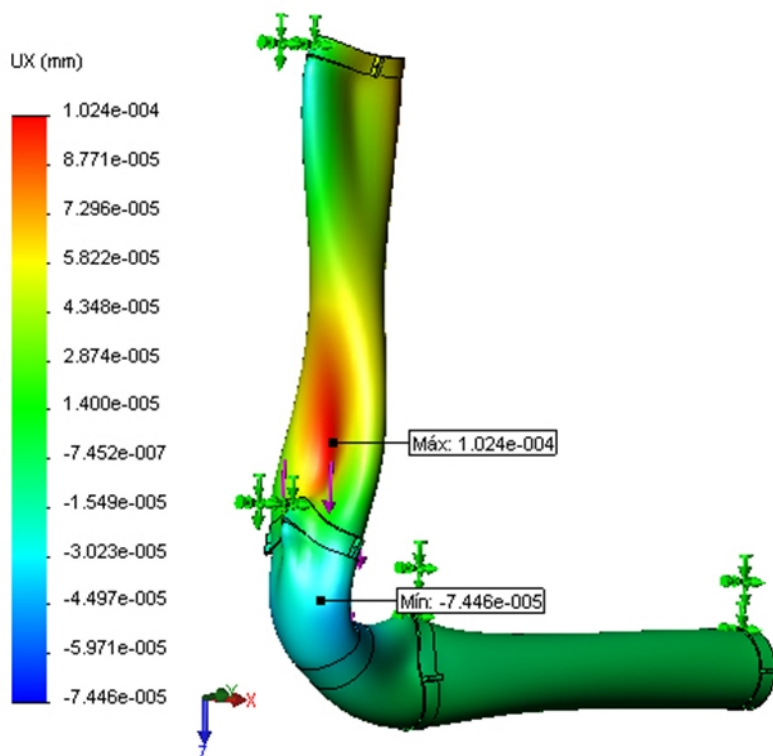


Figura 5.4.39- Desplazamiento eje x en tubería de aluminio DN - 75

Diámetro 90 mm

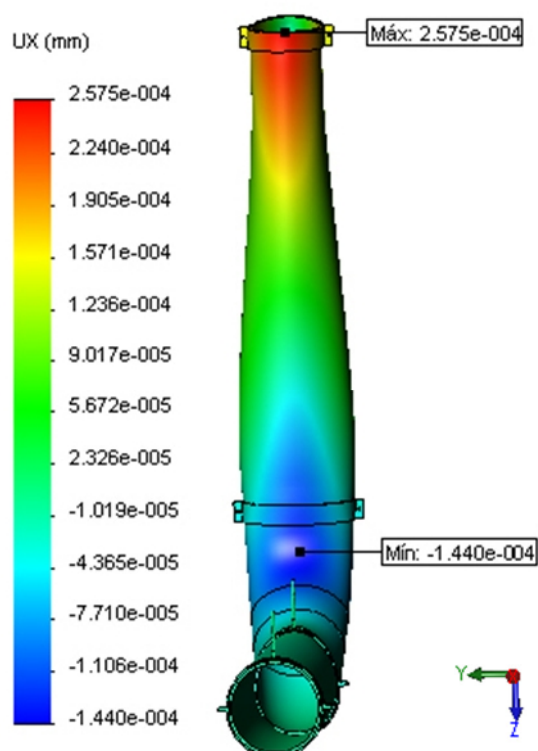


Figura 5.4.40- Desplazamiento eje x en tubería de aluminio DN - 90

Diámetro 110 mm

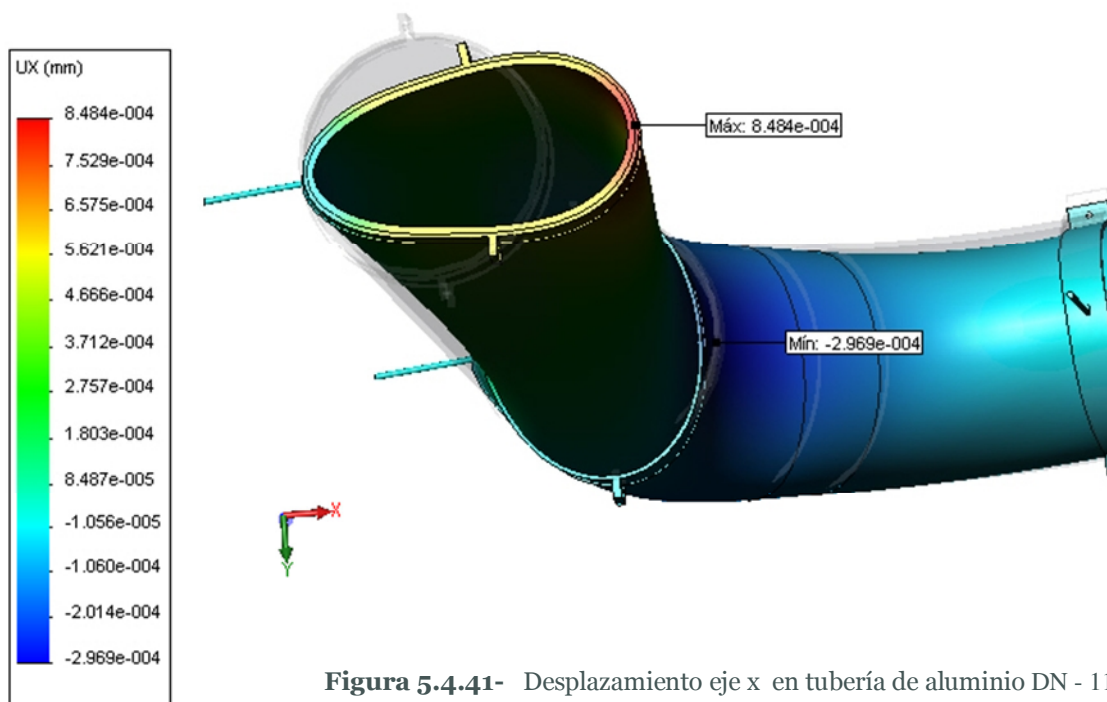


Figura 5.4.41- Desplazamiento eje x en tubería de aluminio DN - 110

Diámetro 125 mm

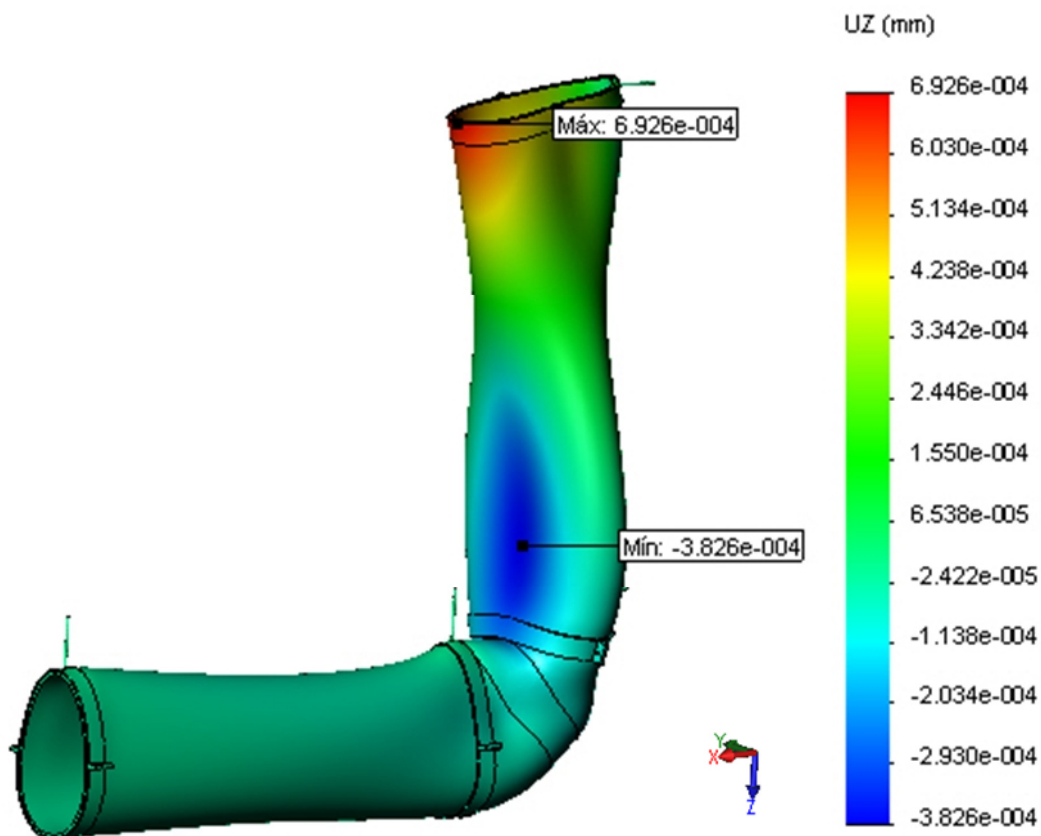


Figura 5.4.42- Desplazamiento eje x en tubería de aluminio DN - 125

Diámetro 160 mm

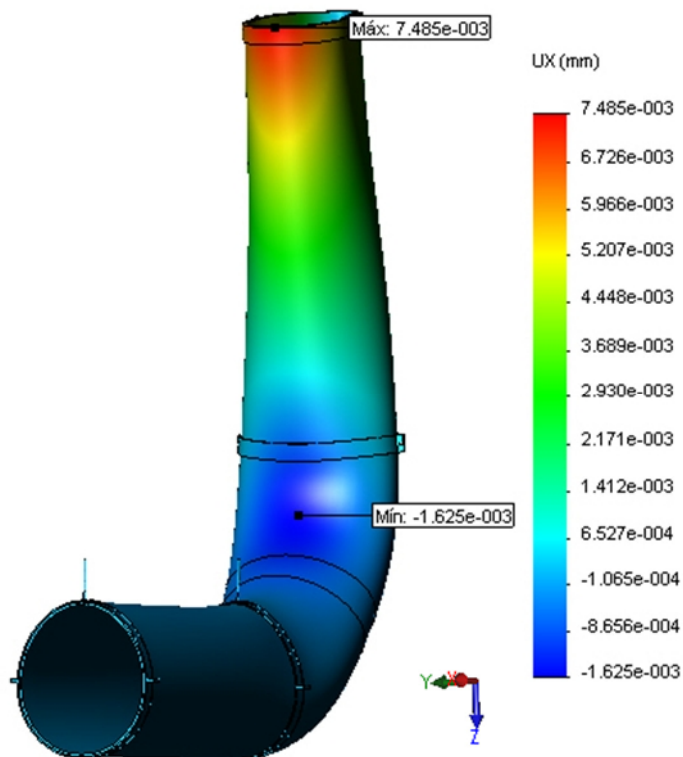


Figura 5.4.43- Desplazamiento eje x en tubería de aluminio DN - 160

Diámetro 200 mm

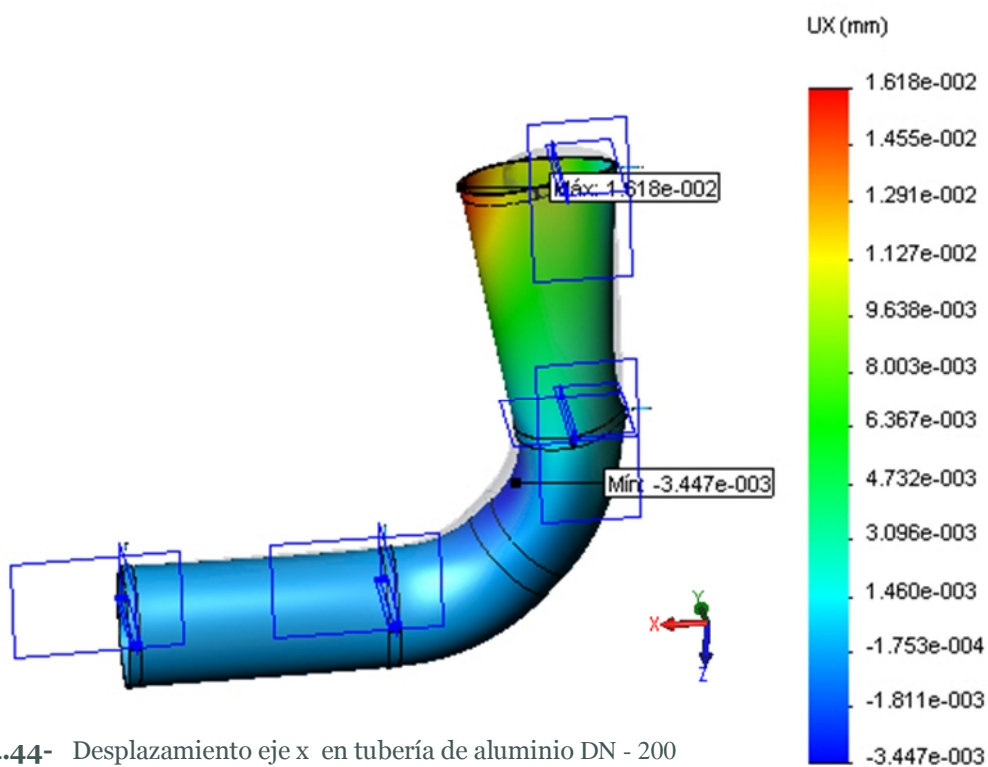


Figura 5.4.44- Desplazamiento eje x en tubería de aluminio DN - 200

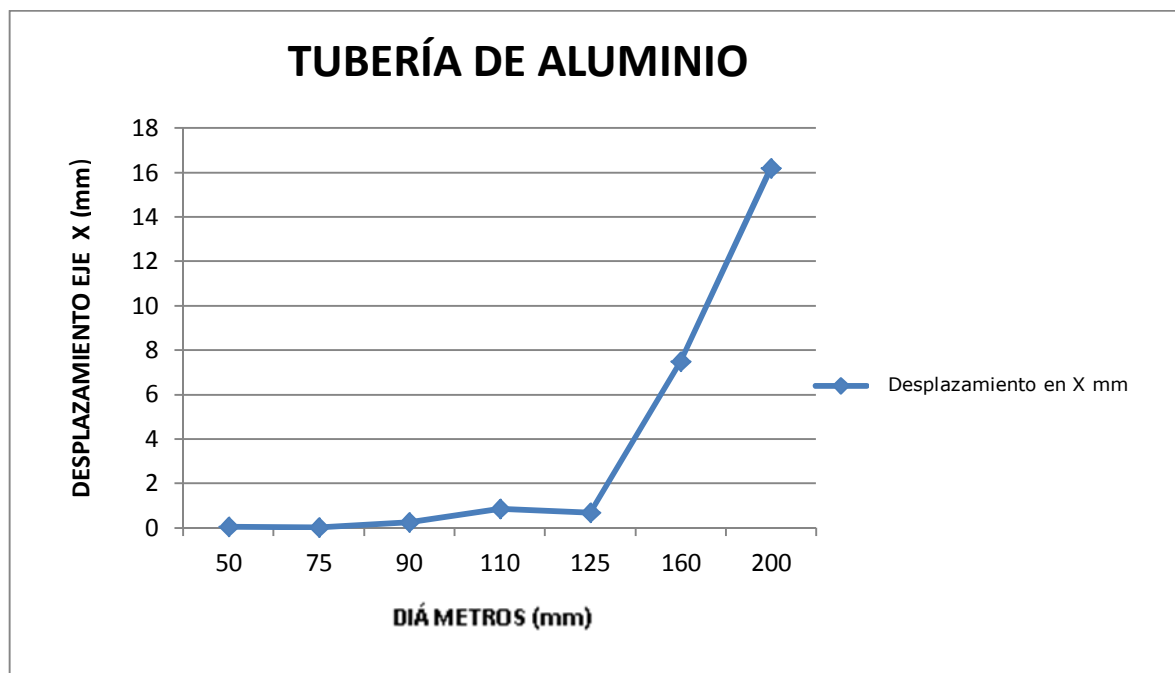


Figura 5.4.45- Correlación entre Δx vs. D

5.4.3.2.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z".

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN Z <i>mm</i>
ALUMINIO	50	5,58	0,040710
	75	18,04	0,109400
	90	35,72	0,184900
	110	64,8	0,364300
	125	100,3	0,014490
	160	227,7	2,168000
	200	480	5,172000

Diámetro 50 mm

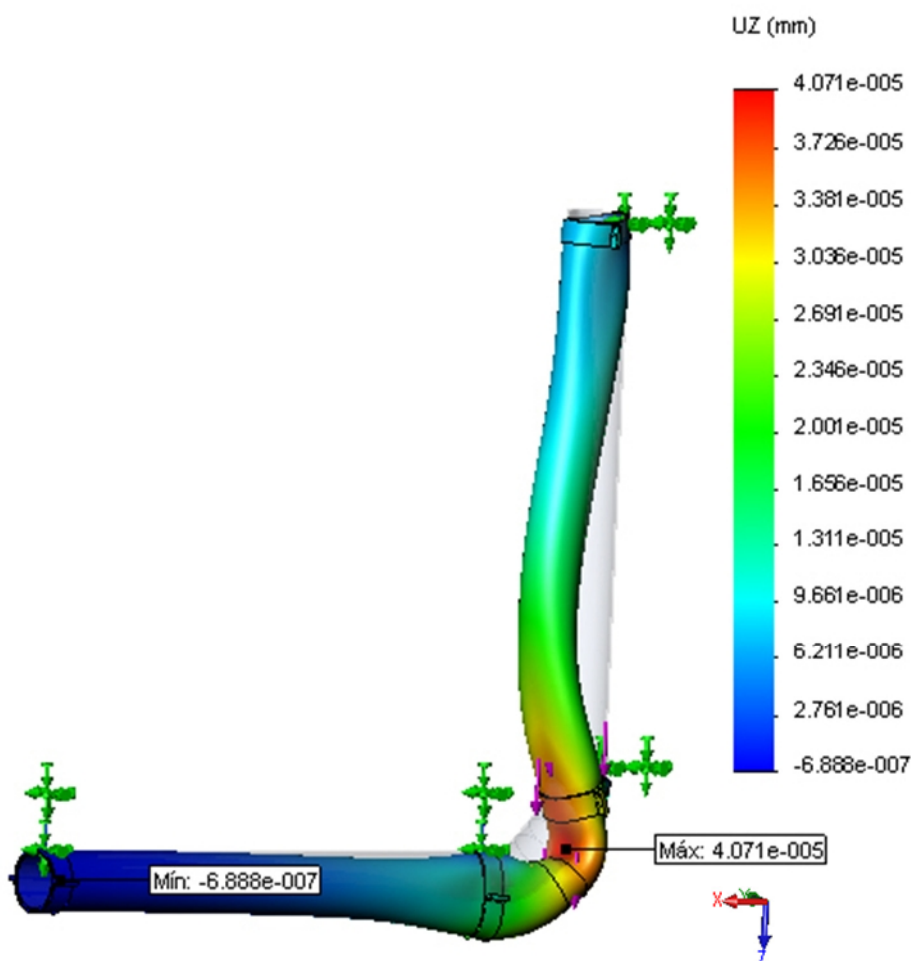


Figura 5.4.46- Desplazamiento eje z en tubería de aluminio DN - 50

Diámetro 75 mm

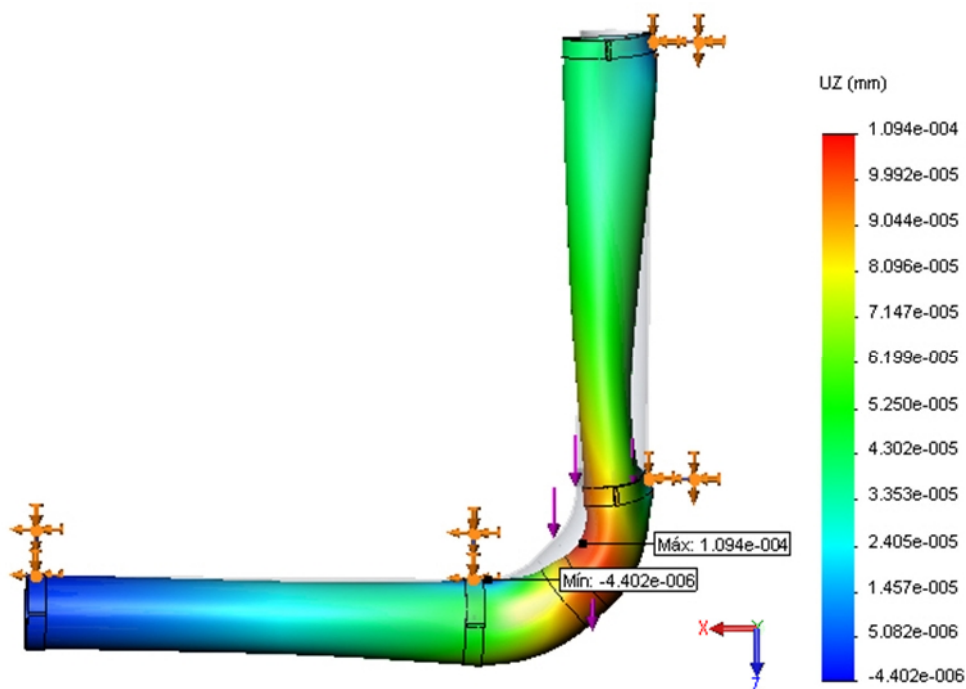


Figura 5.4.47- Desplazamiento eje z en tubería de aluminio DN - 75

Diámetro 90 mm

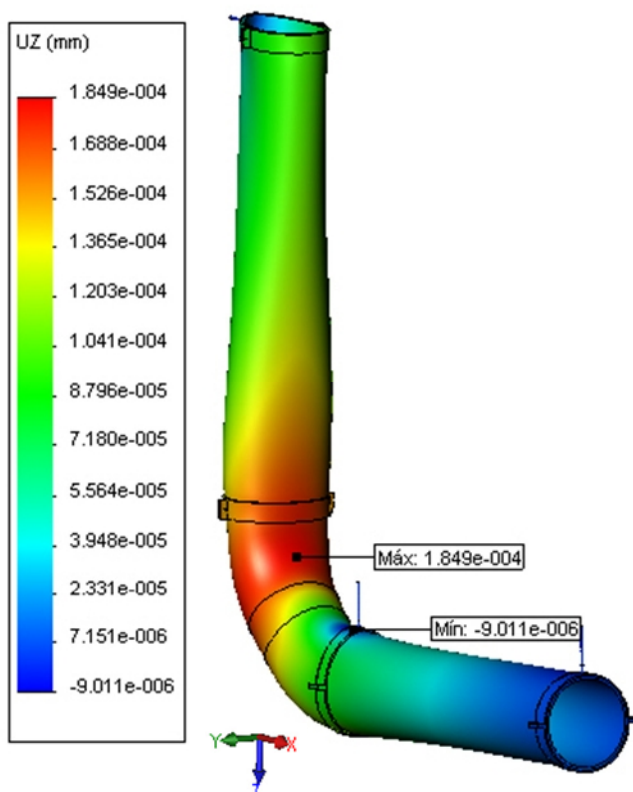


Figura 5.4.48- Desplazamiento eje z en tubería de aluminio DN - 90

Diámetro 110 mm

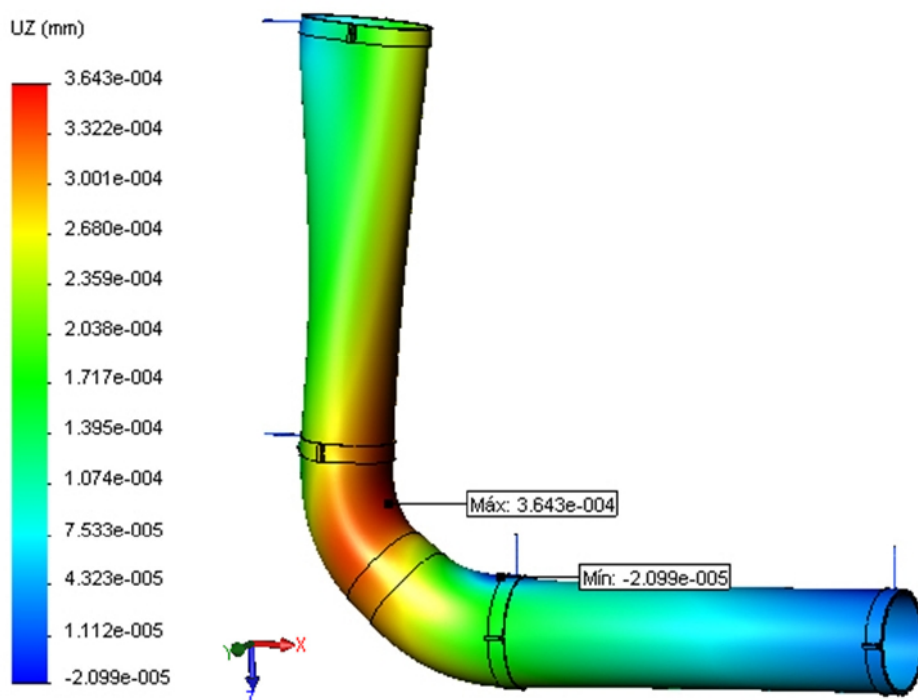


Figura 5.4.49- Desplazamiento eje z en tubería de aluminio DN - 110

Diámetro 125 mm

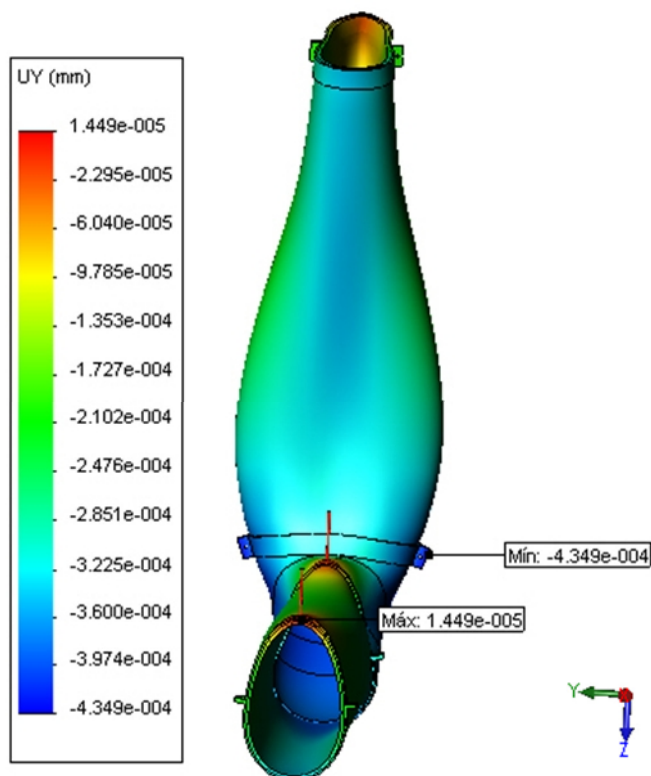


Figura 5.4.50- Desplazamiento eje z en tubería de aluminio DN - 125

Diámetro 160 mm

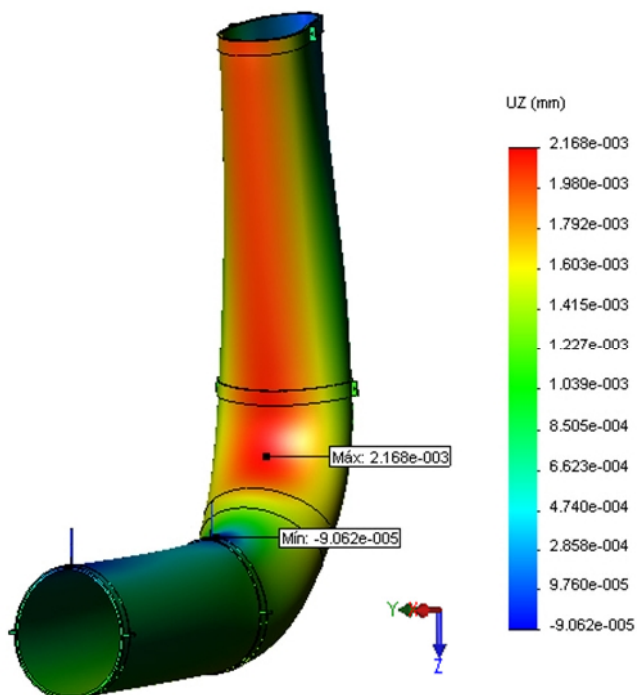


Figura 5.4.51- Desplazamiento eje z en tubería de aluminio DN - 160

Diámetro 200 mm

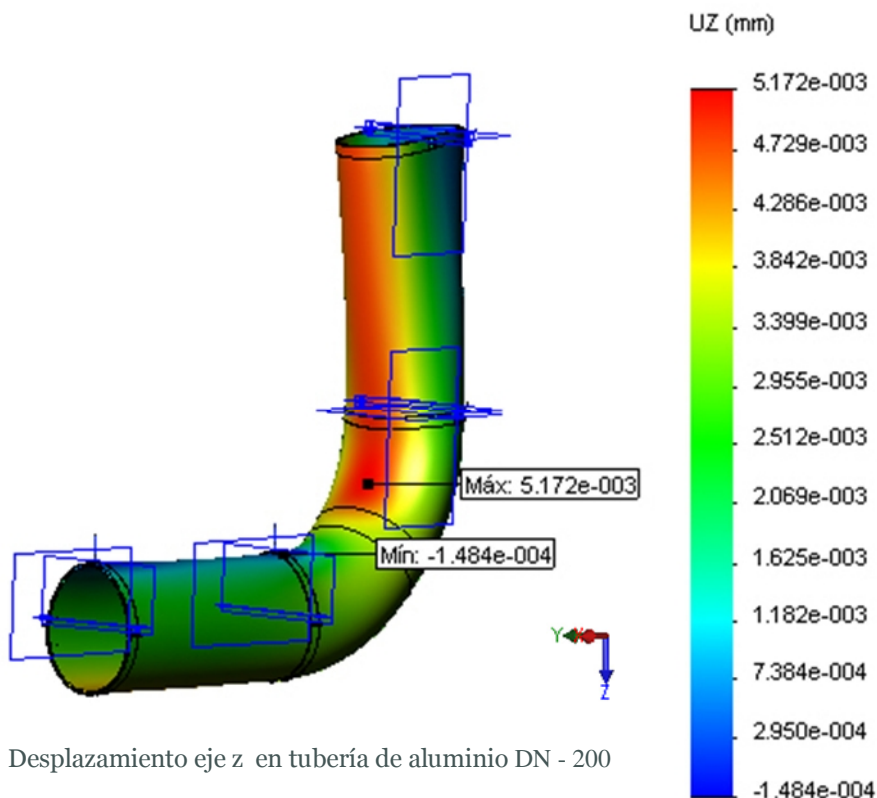


Figura 5.4.52- Desplazamiento eje z en tubería de aluminio DN - 200

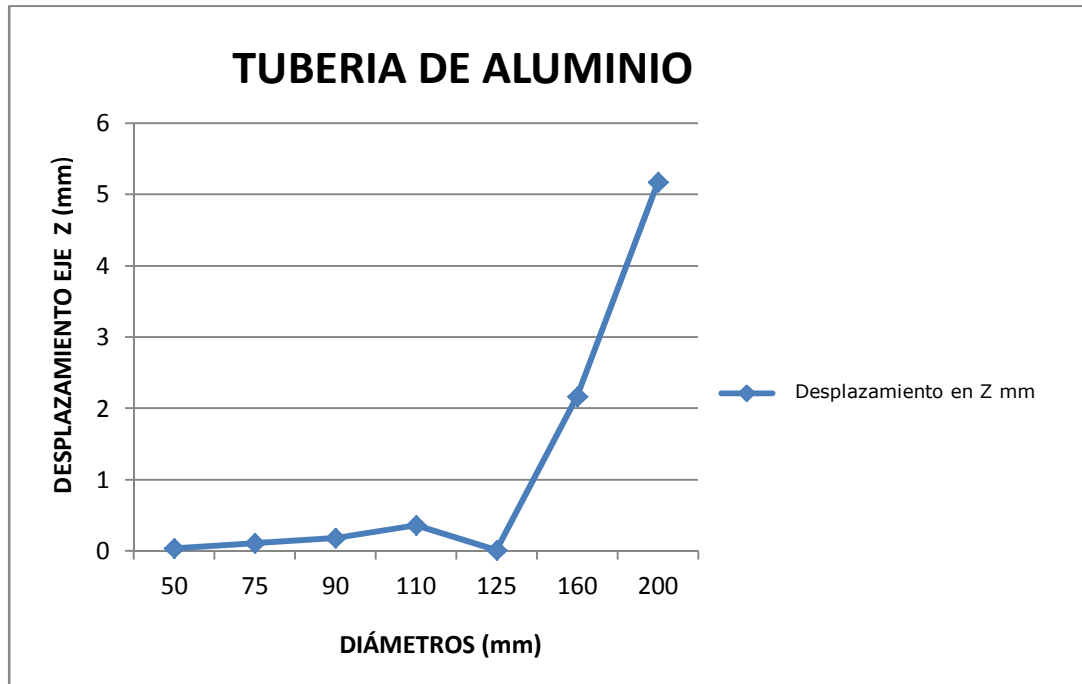


Figura 5.4.53- Correlación entre Δz vs. D

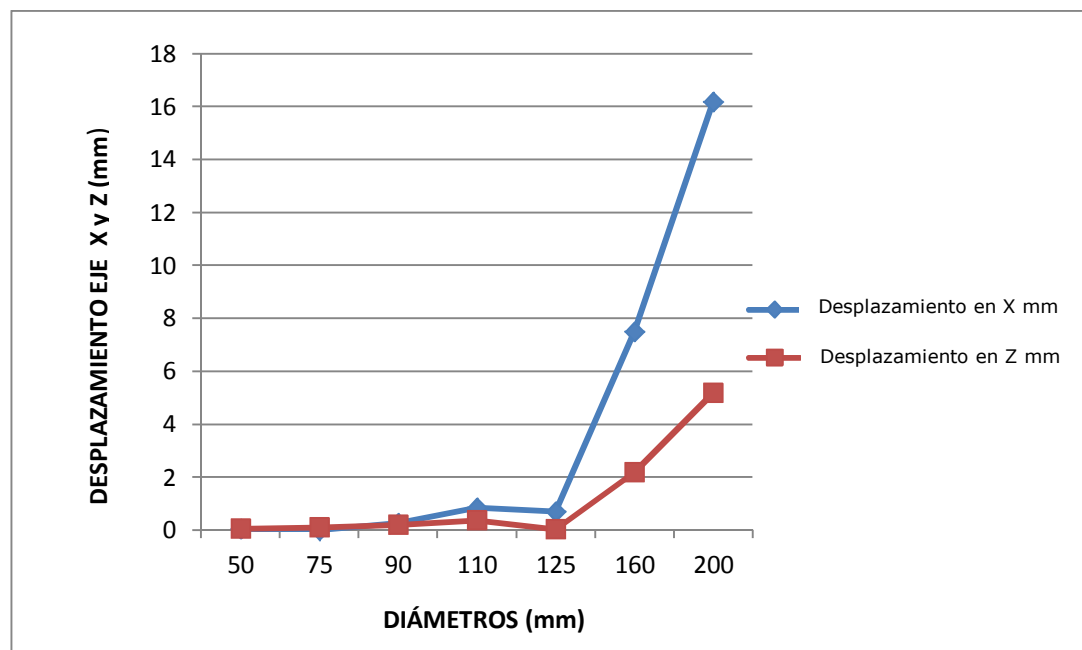


Figura 5.4.54- Correlación entre $\Delta x, \Delta z$ vs. D

5.4.3.2.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO

Basado en el criterio de la tensión máxima de von Mises donde:

$$\frac{\sigma_{\text{von Mises}}}{\sigma_{\text{limit}}} < 1$$

MATERIAL	DIAMETRO <i>mm</i>	FDS
ALUMINIO	50	250
	75	13
	90	47
	110	1,8
	125	21
	160	13
	200	6,6

Figura 5.4.55- Factor de seguridad mínimo en estado elástico de una bajante de aluminio en función del diámetro de la tubería

5.4.3.3.- BRONCE.

5.4.3.3.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISES.

MATERIAL	DIAMETRO mm	FUERZA N	TENSIÓN N/m ²
BRONCE	50	5,58	824.905,6
	75	18,04	1.666.014,5
	90	35,72	5.448.431,5
	110	64,8	9.528.874
	125	100,3	3.716.135,3
	160	227,7	7.185.898,5
	200	480	27.376.422

Figura 5.4.56- Tensión máxima por Von Mises del bronce

Diámetro de 50 mm

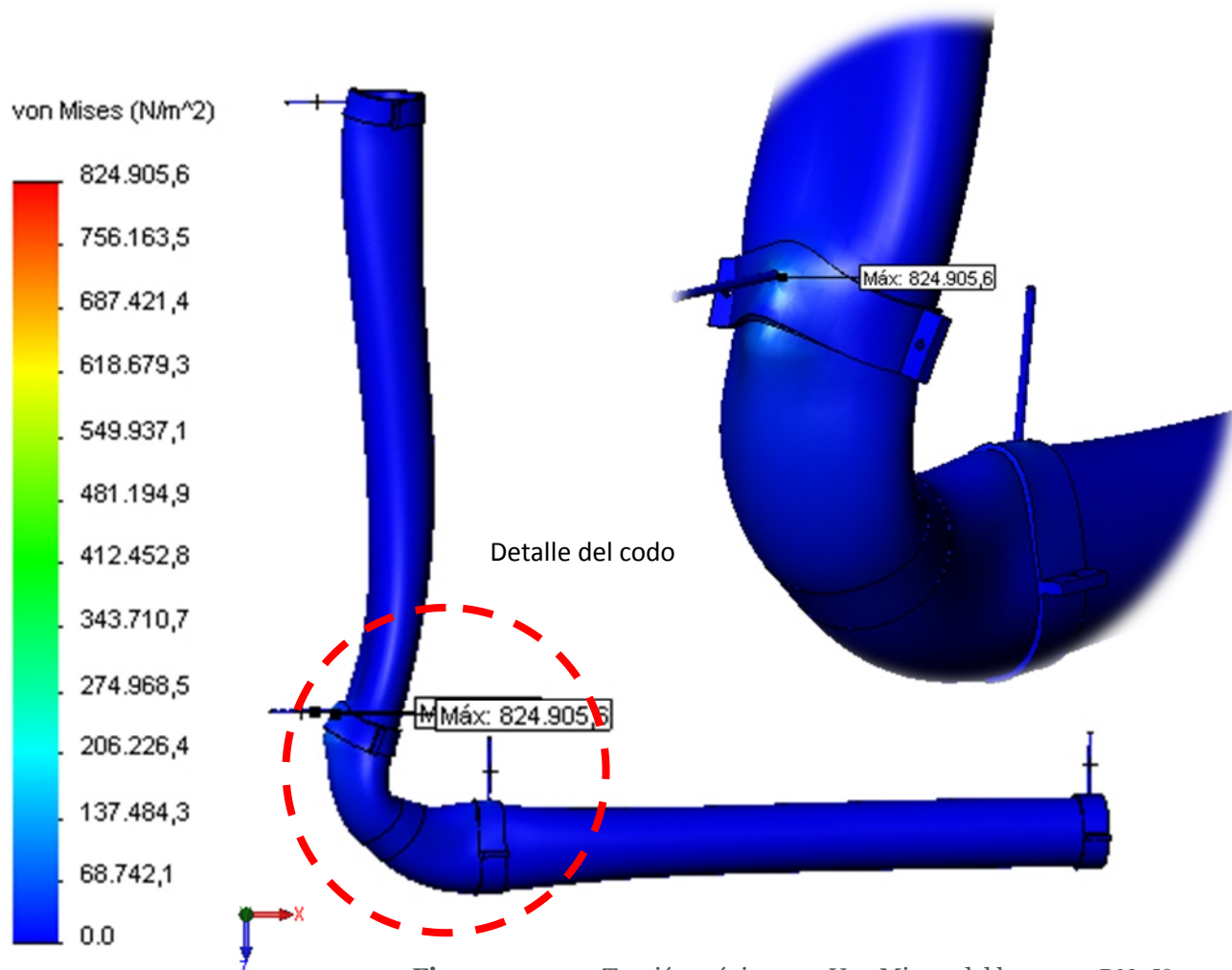


Figura 5.4.57- Tensión máxima por Von Mises del bronce y DN- 50

Diámetro de 75 mm

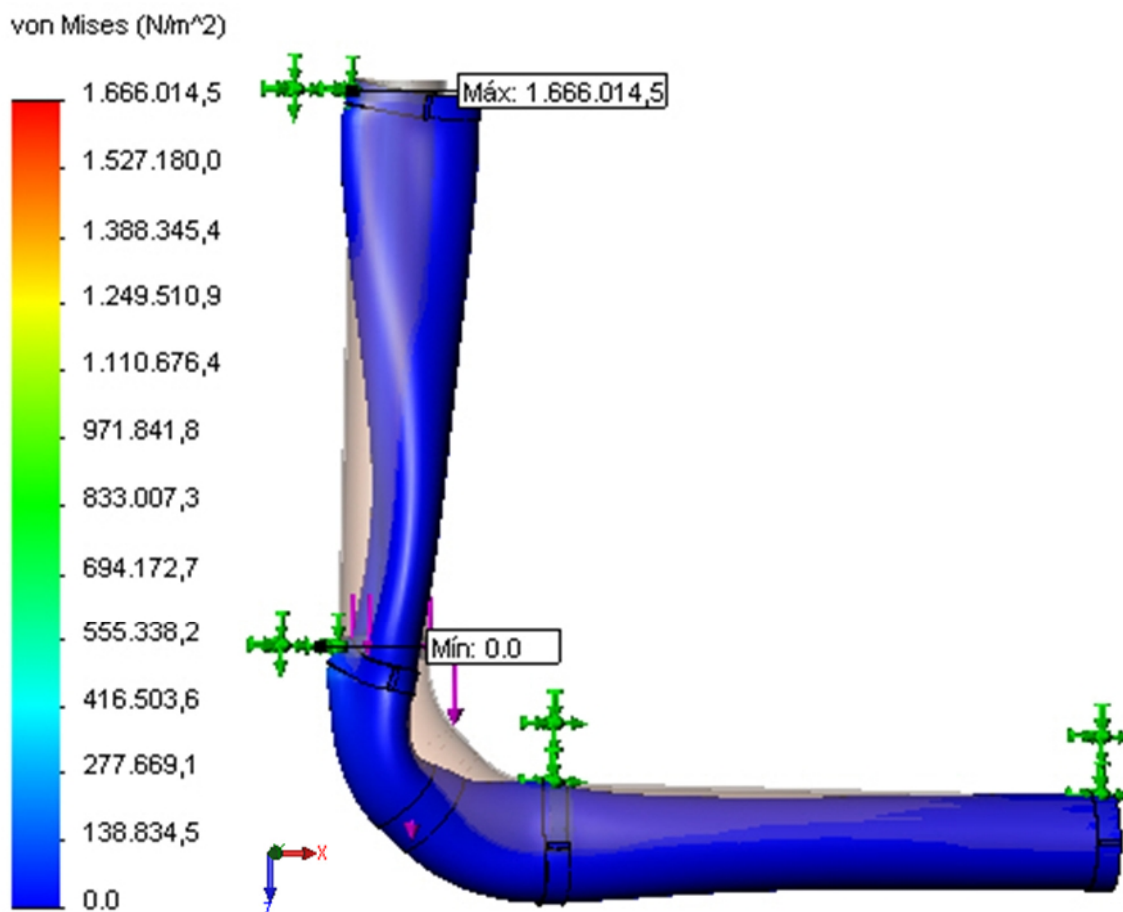


Figura 5.4.58- Tensión máxima por Von Misses del bronce y DN- 75

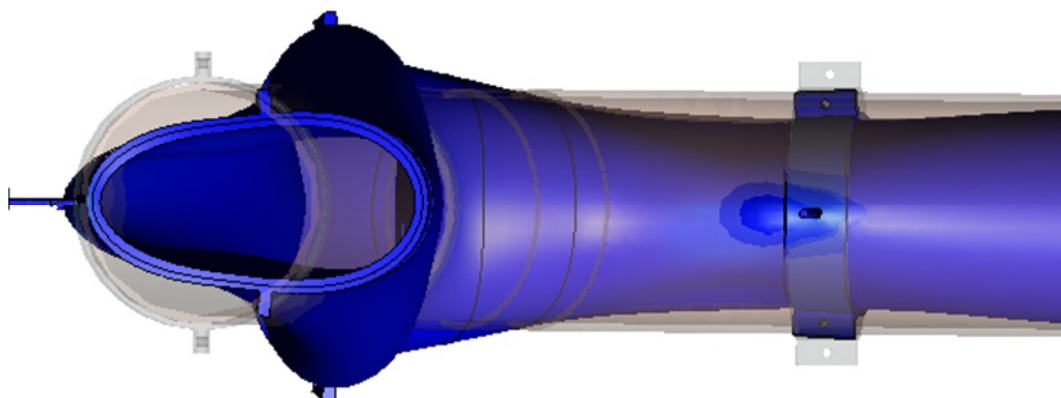


Figura 5.4.59- Detalle en planta

Diámetro de 90 mm

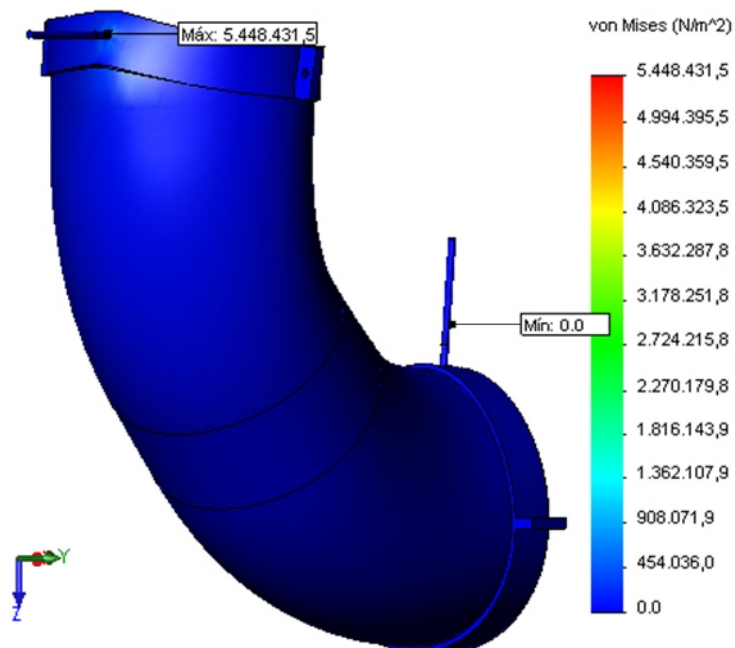


Figura 5.4.60- Tensión máxima por Von Misses del bronce y DN- 90

Diámetro de 110 mm

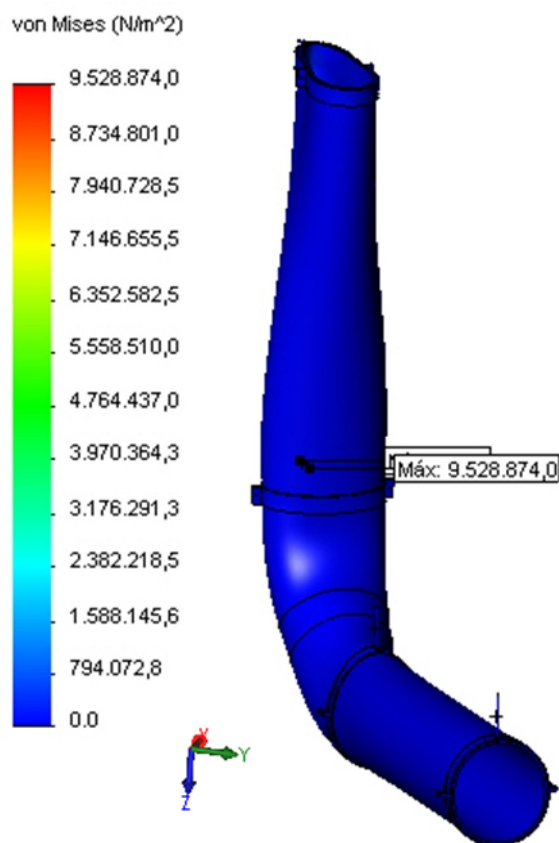


Figura 5.4.61- Tensión máxima por Von Misses del bronce y DN- 110

Diámetro de 125 mm

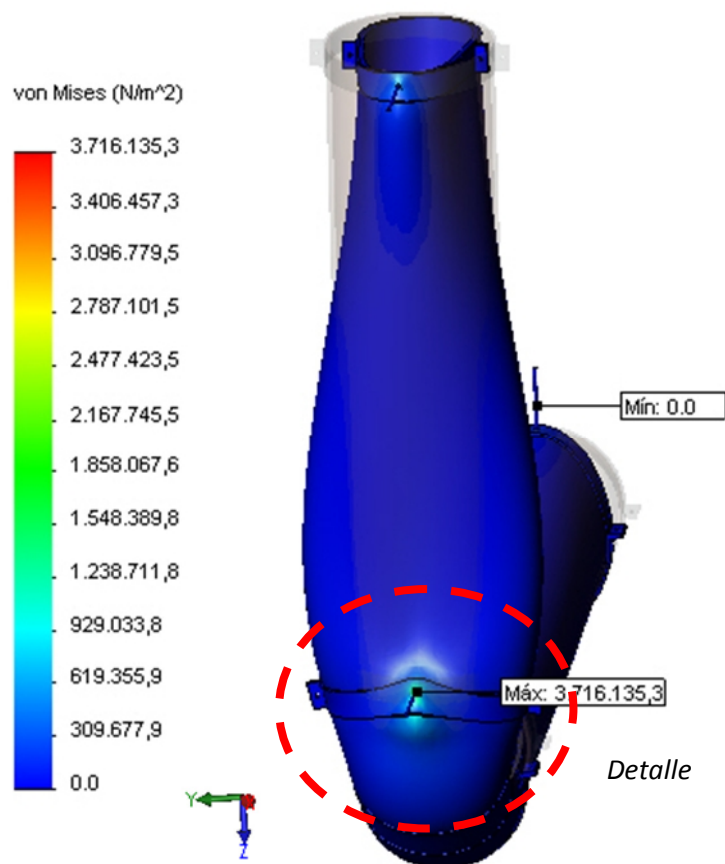


Figura 5.4.62- Tensión máxima por Von Misses del bronce y DN- 125

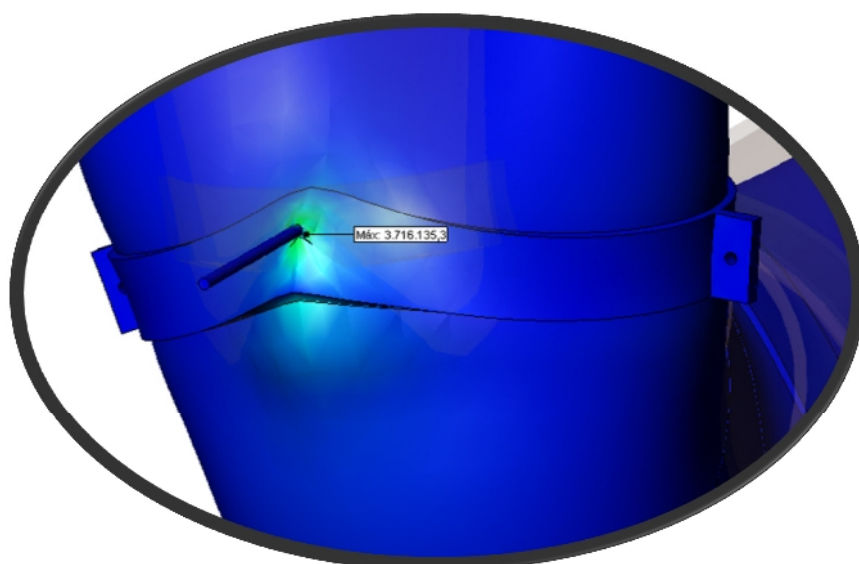


Figura 5.4.63- Detalla del empotramiento

Diámetro de 160 mm

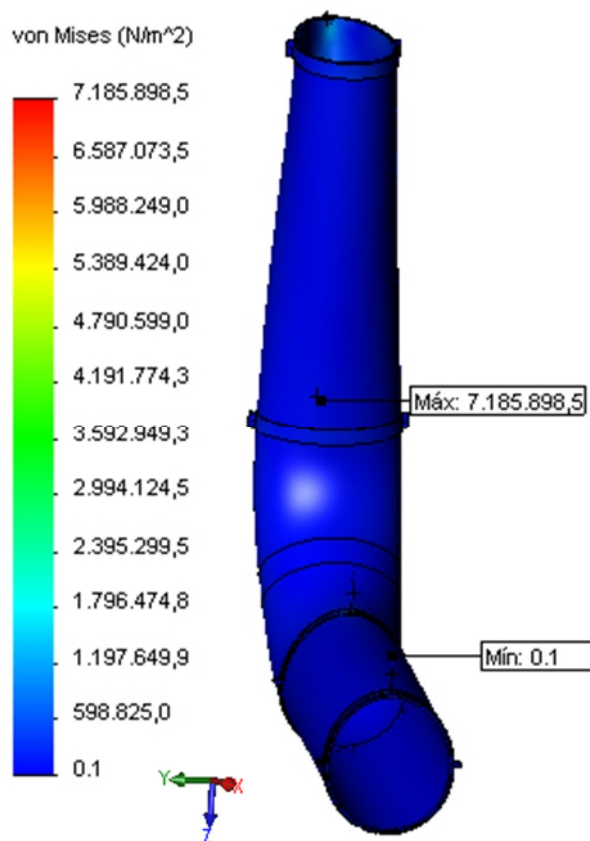


Figura 5.4.64- Tensión máxima por Von Misses del bronce y DN- 160

Diámetro de 200 mm

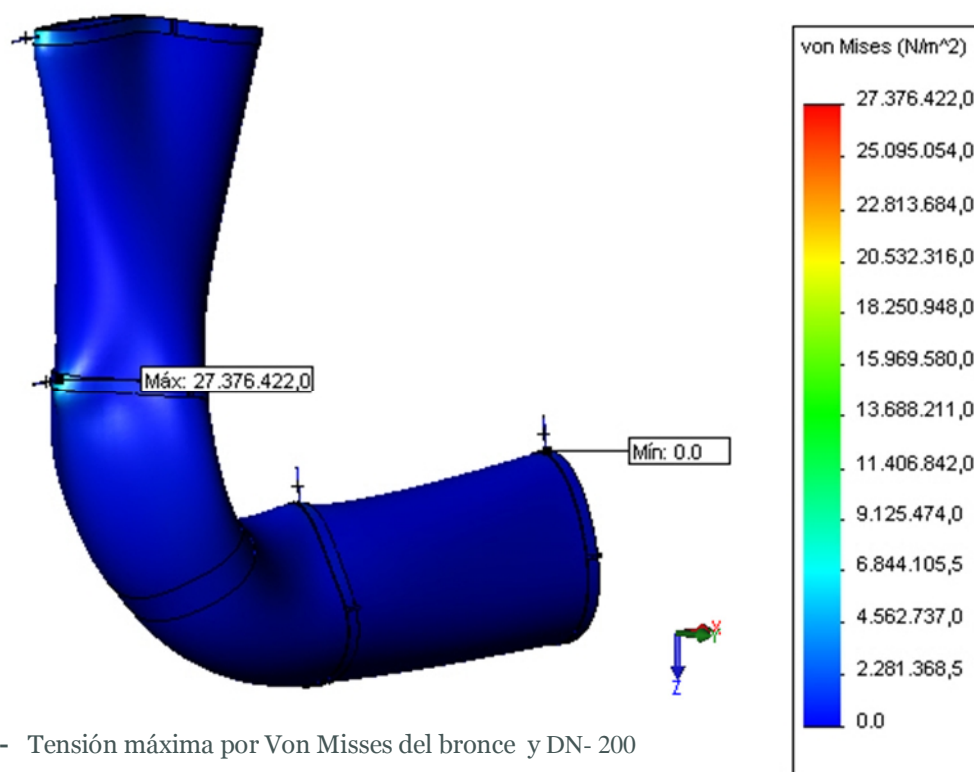


Figura 5.4.65- Tensión máxima por Von Misses del bronce y DN- 200

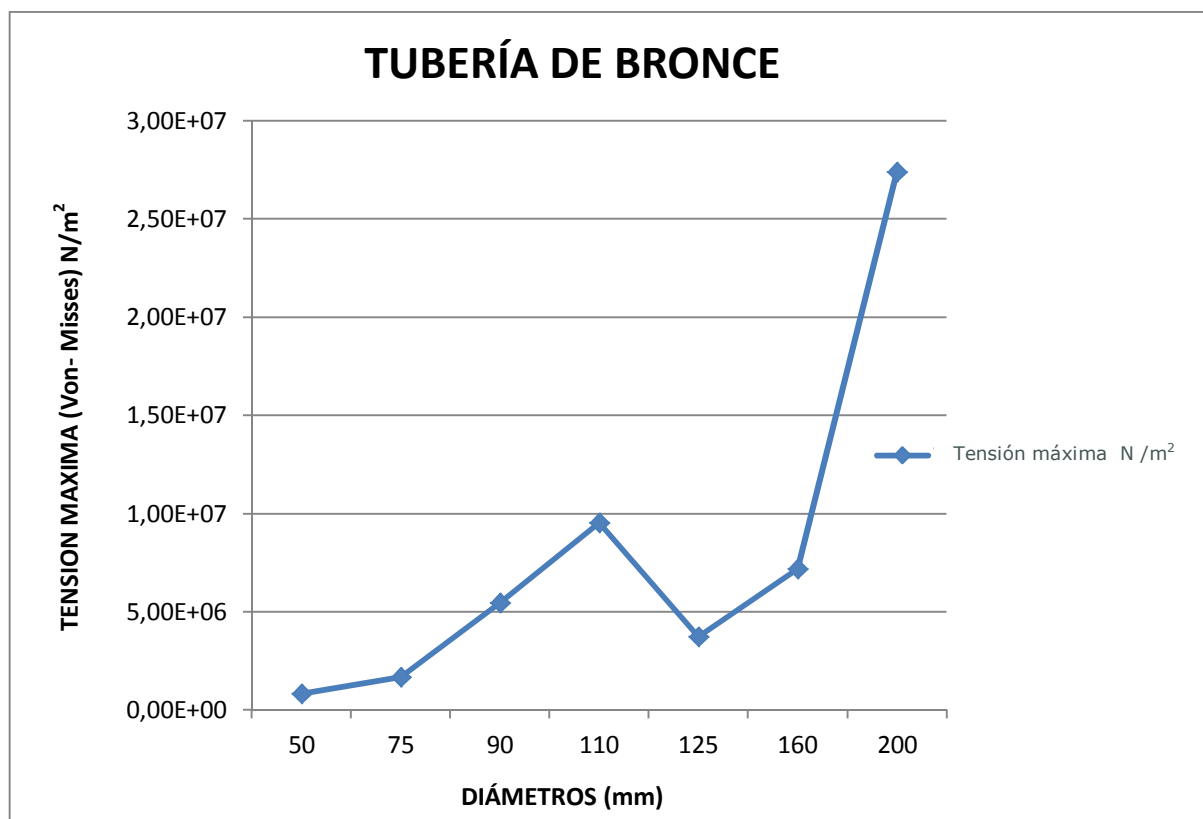


Figura 5.4.66- Correlación entre σ máx. Vs. D

5.4.3.3.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X".

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN X <i>mm</i>
BRONCE	50	5,58	0,02692
	75	18,04	0,06916
	90	35,72	0,189
	110	64,8	0,6138
	125	100,3	0,4914
	160	227,7	5,349
	200	480	20,66

Diámetro 50 mm

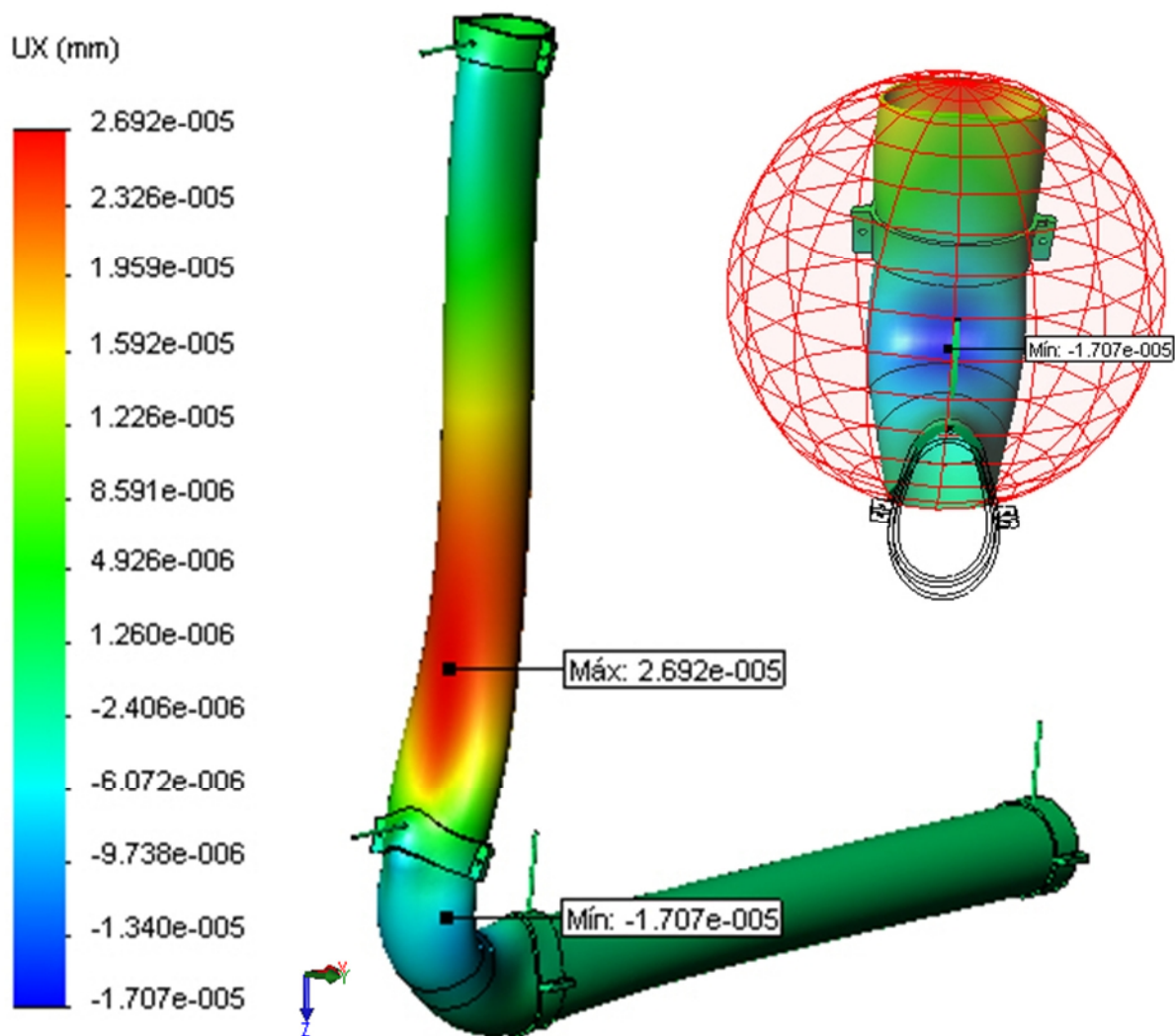


Figura 5.4.67- Desplazamiento eje x en tubería de bronce DN - 50

Diámetro 75 mm

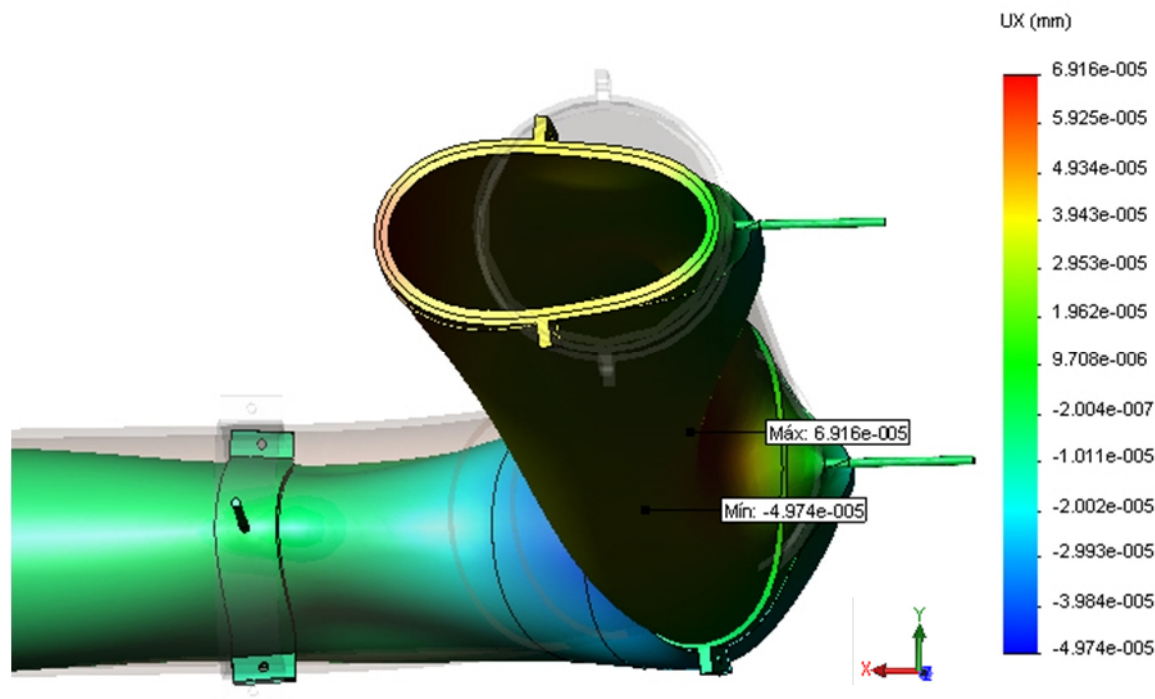


Figura 5.4.68- Desplazamiento eje x en tubería de bronce DN - 75

Diámetro 90 mm

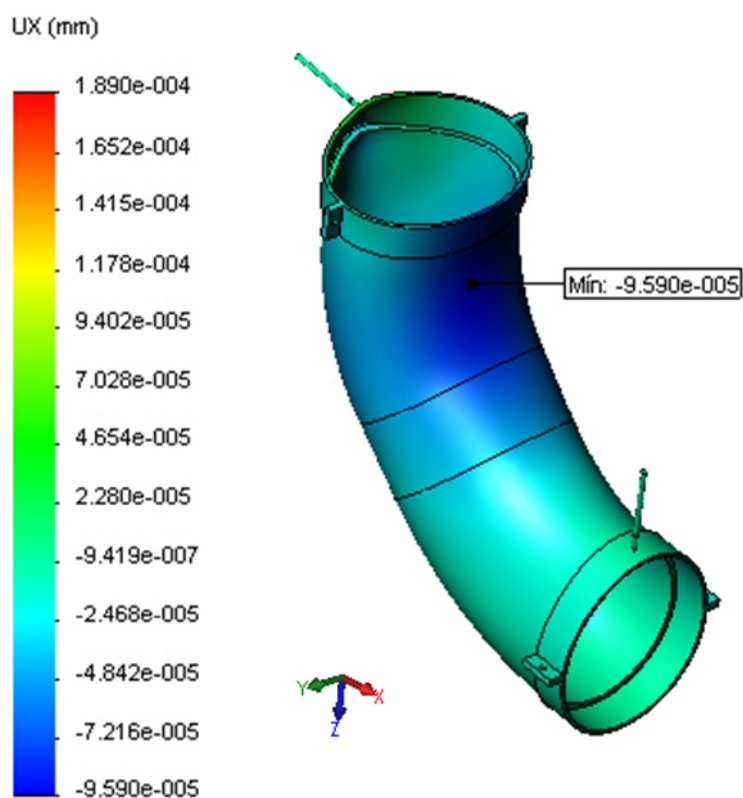


Figura 5.4.69- Desplazamiento eje x en tubería de bronce DN - 90

Diámetro 110 mm

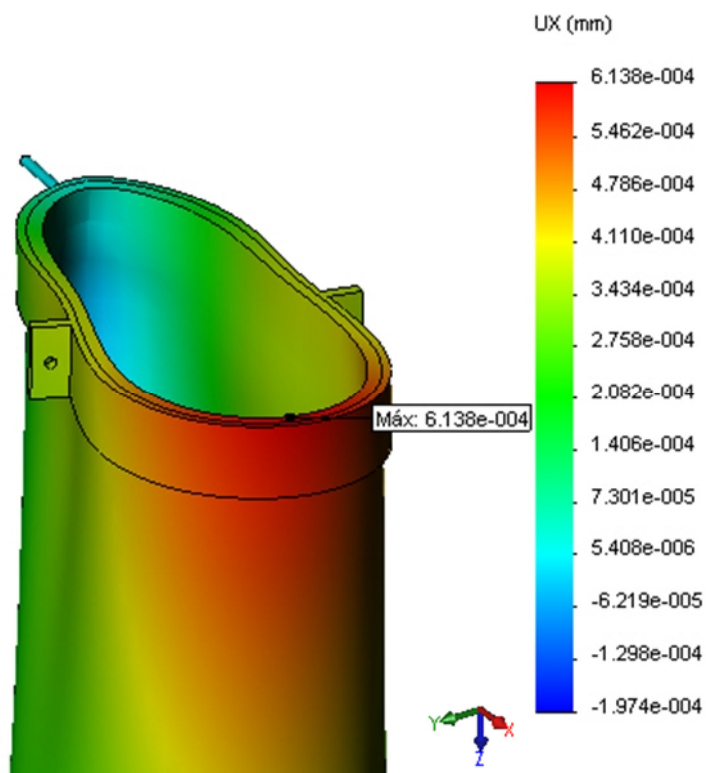


Figura 5.4.70- Desplazamiento eje x en tubería de bronce DN - 110

Diámetro 125 mm

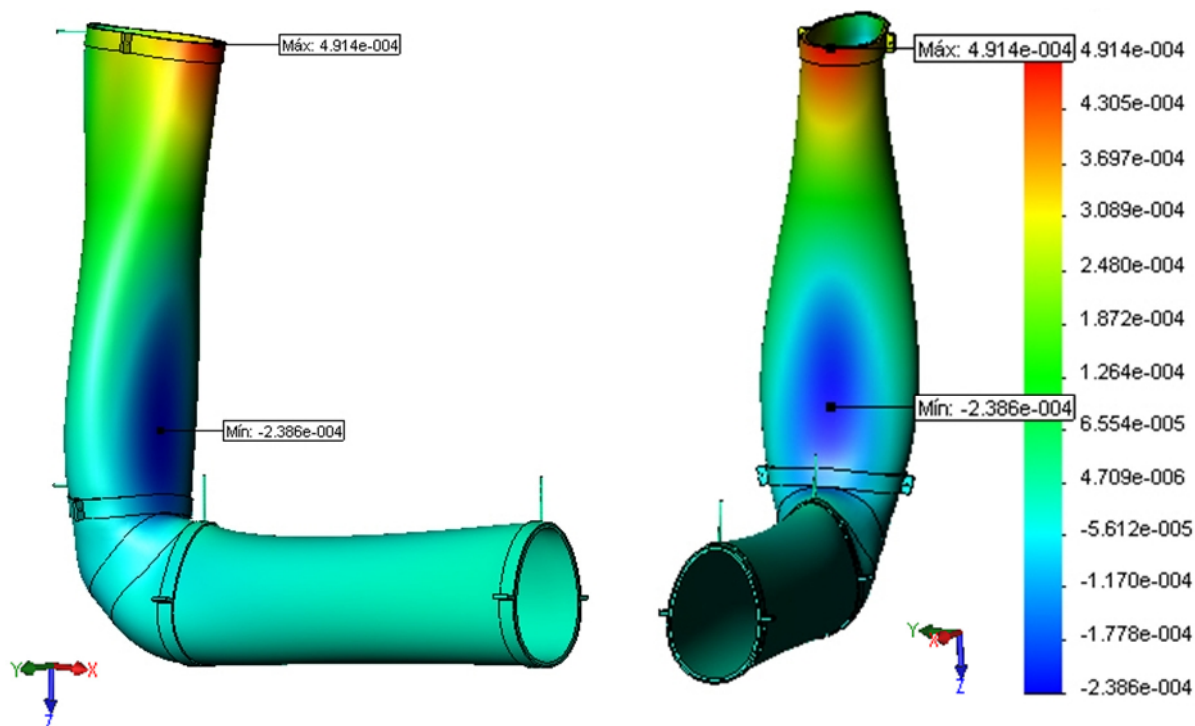


Figura 5.4.71- Desplazamiento eje x en tubería de bronce DN - 125

Diámetro 160 mm

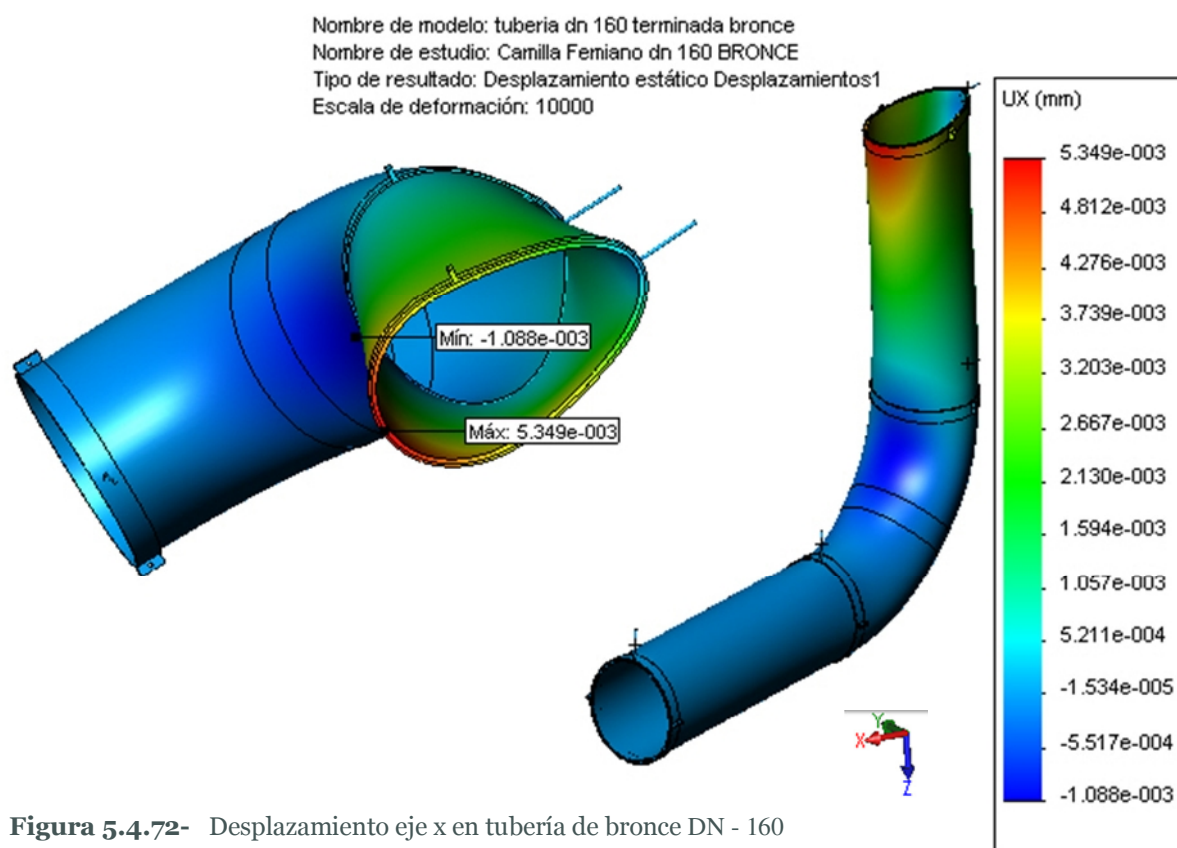


Figura 5.4.72- Desplazamiento eje x en tubería de bronce DN - 160

Diámetro 200 mm

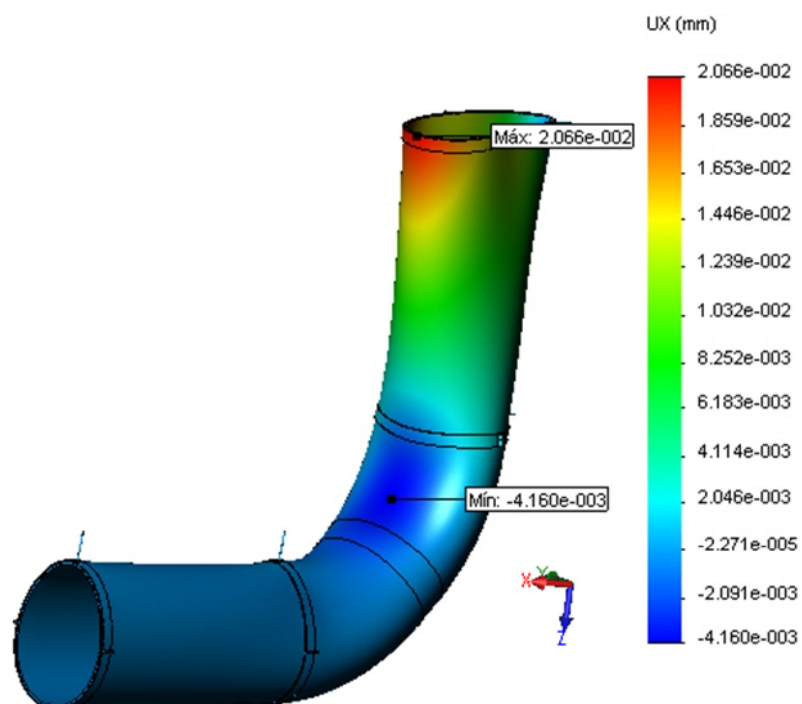


Figura 5.4.73- Desplazamiento eje x en tubería de bronce DN - 200

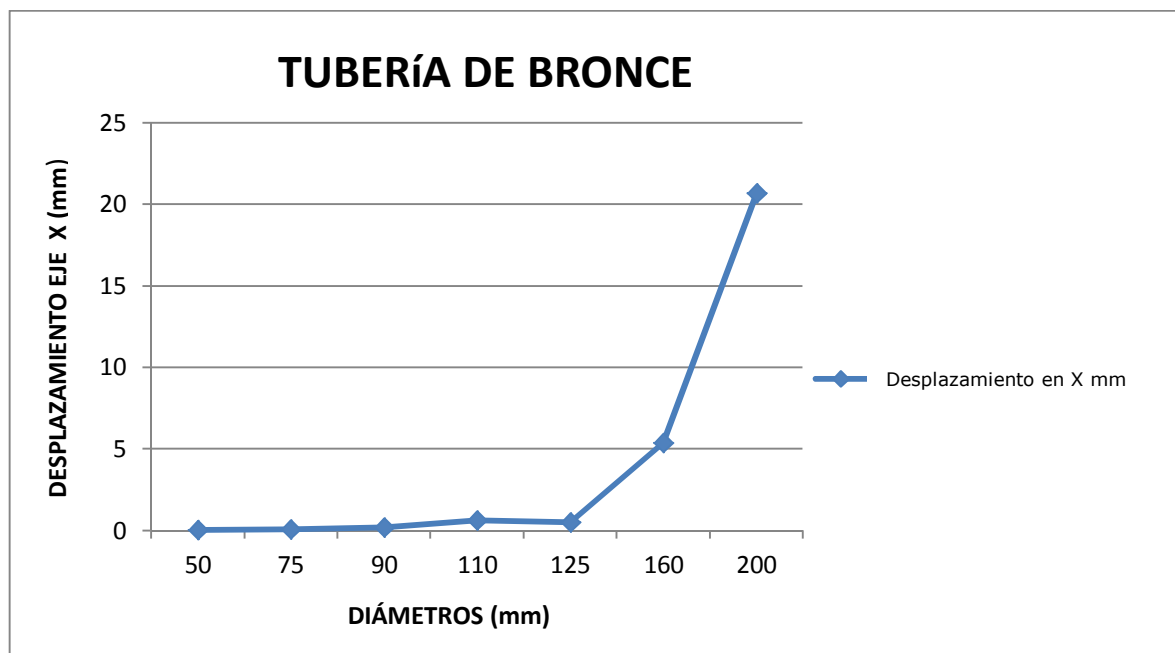


Figura 5.4.74- Correlación entre Δx Vs. D

5.4.3.3.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z".

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN Z <i>mm</i>
BRONCE	50	5,58	0,02657
	75	18,04	0,07148
	90	35,72	0,1215
	110	64,8	0,2409
	125	100,3	0,00963
	160	227,7	1,474
	200	480	6,364

Diámetro 50 mm

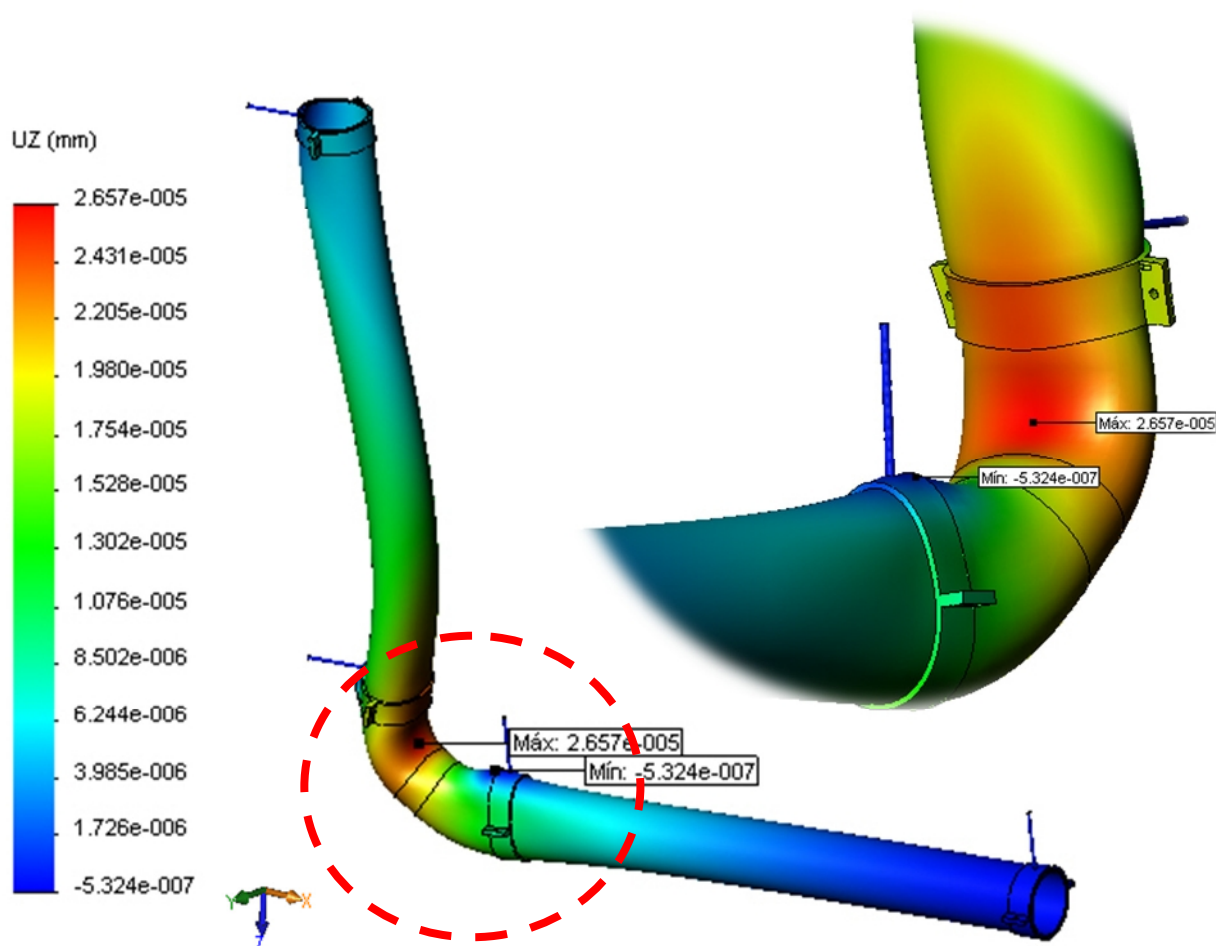


Figura 5.4.75- Desplazamiento eje z en tubería de bronce DN - 50

Diámetro 75 mm

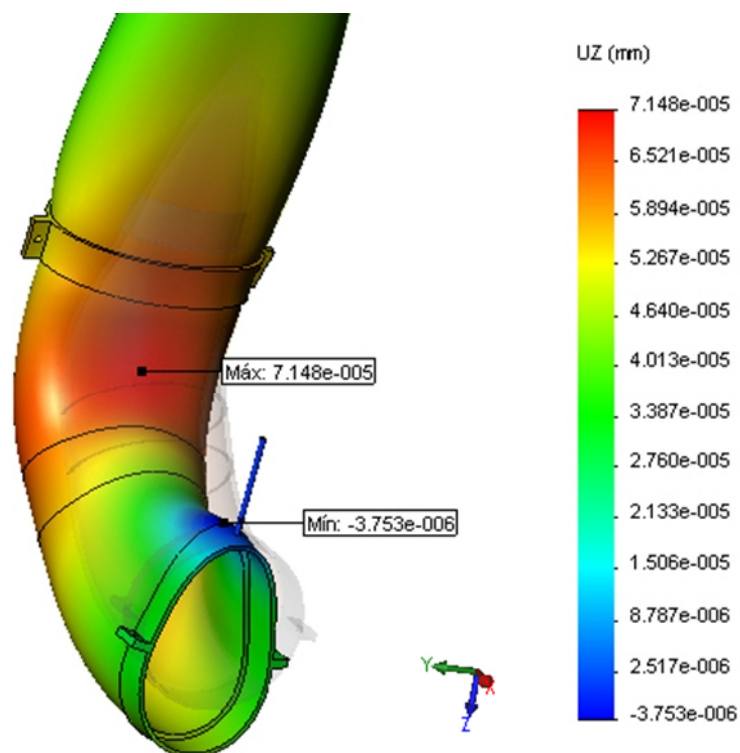


Figura 5.4.76- Desplazamiento eje z en tubería de bronce DN - 75

Diámetro 90 mm

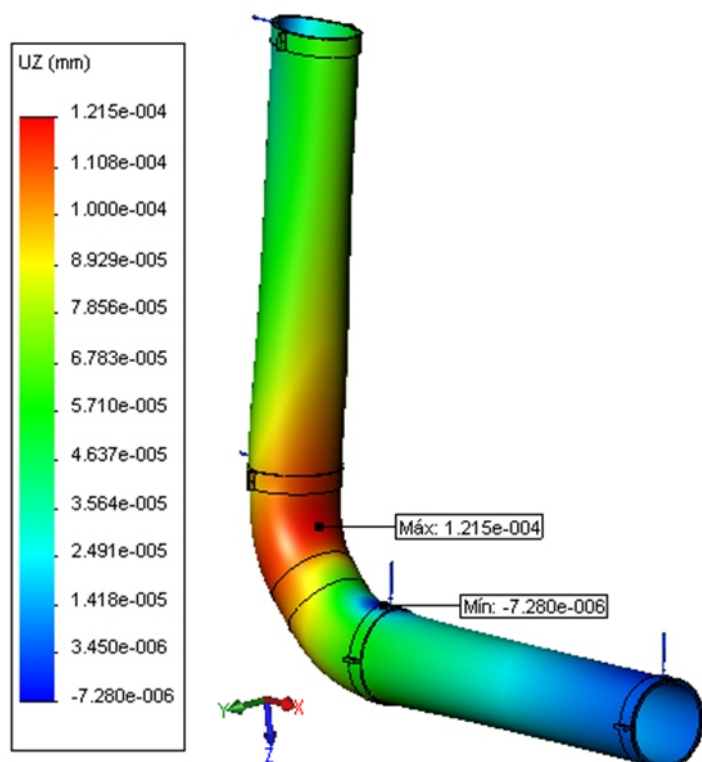


Figura 5.4.77- Desplazamiento eje z en tubería de bronce DN - 90

Diámetro 110 mm

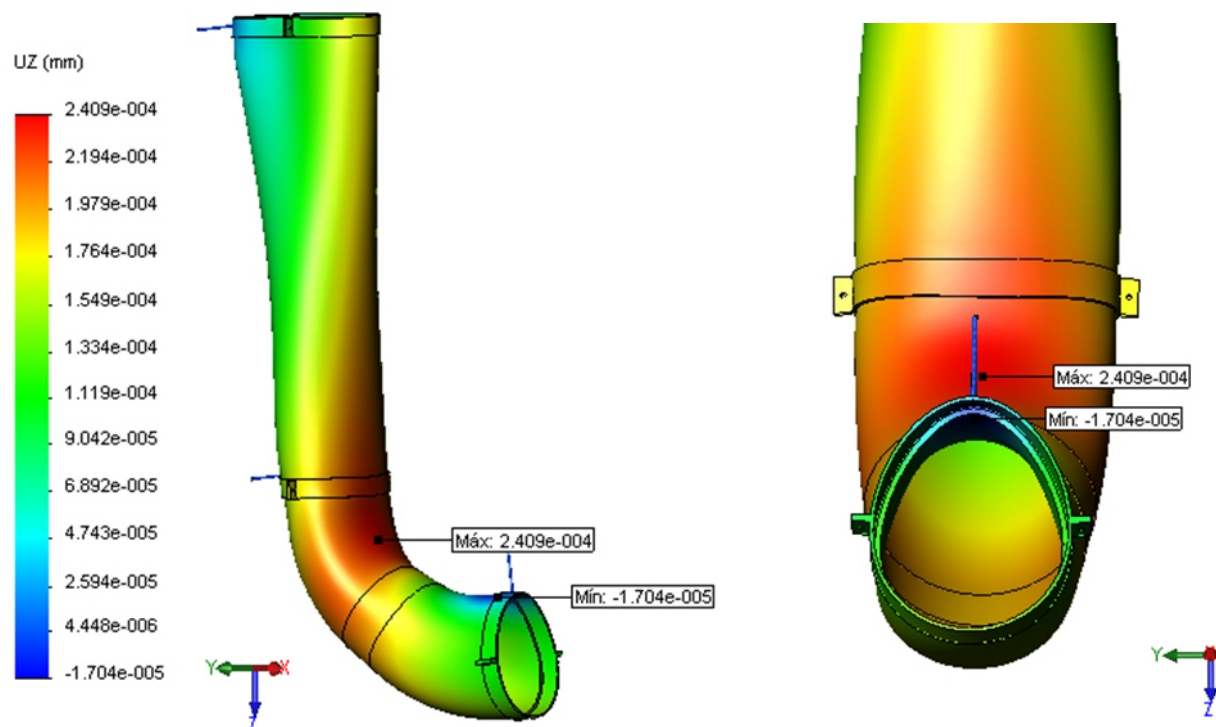


Figura 5.4.78- Desplazamiento eje z en tubería de bronce DN - 110

Diámetro 125 mm

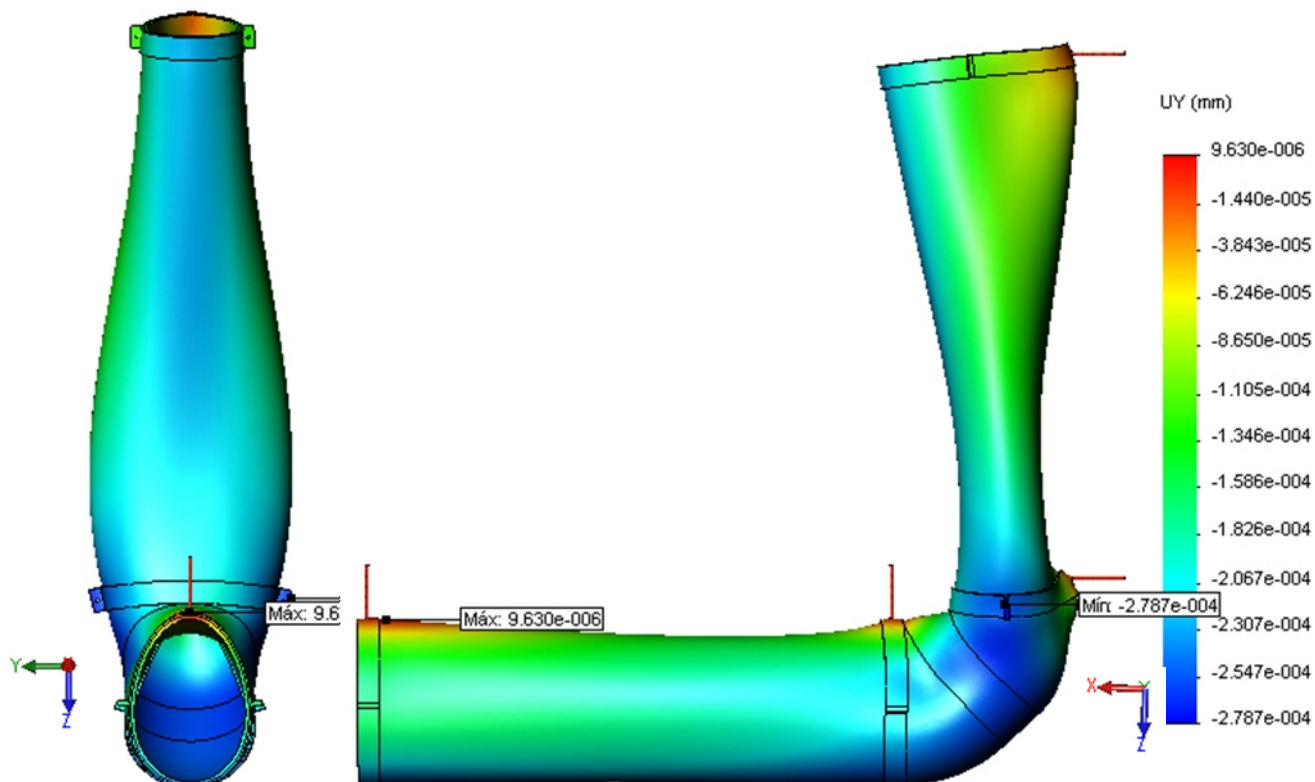


Figura 5.4.79- Desplazamiento eje z en tubería de bronce DN - 125

Diámetro 160 mm

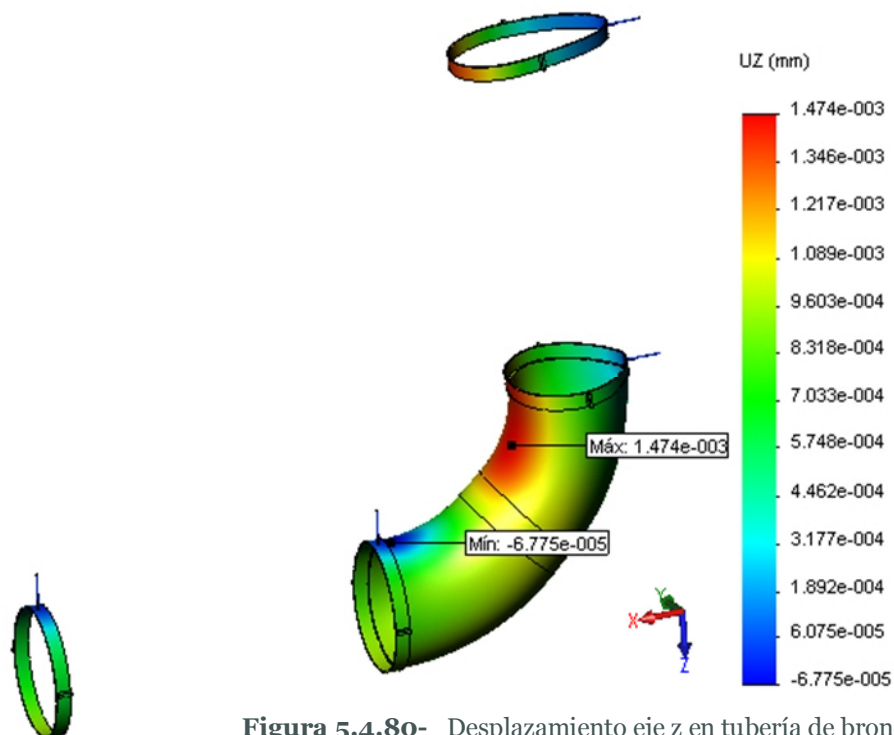


Figura 5.4.80- Desplazamiento eje z en tubería de bronce DN - 160

Diámetro 200 mm

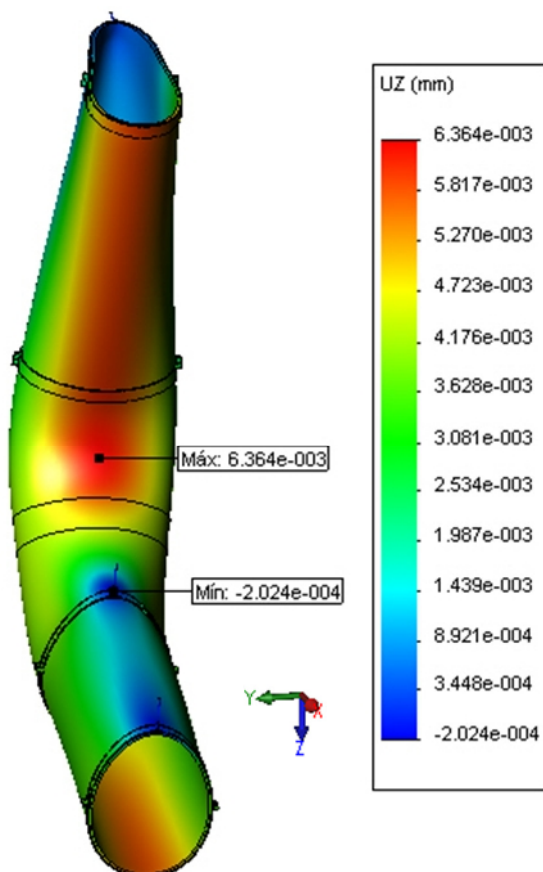


Figura 5.4.81- Desplazamiento eje z en tubería de bronce DN - 200

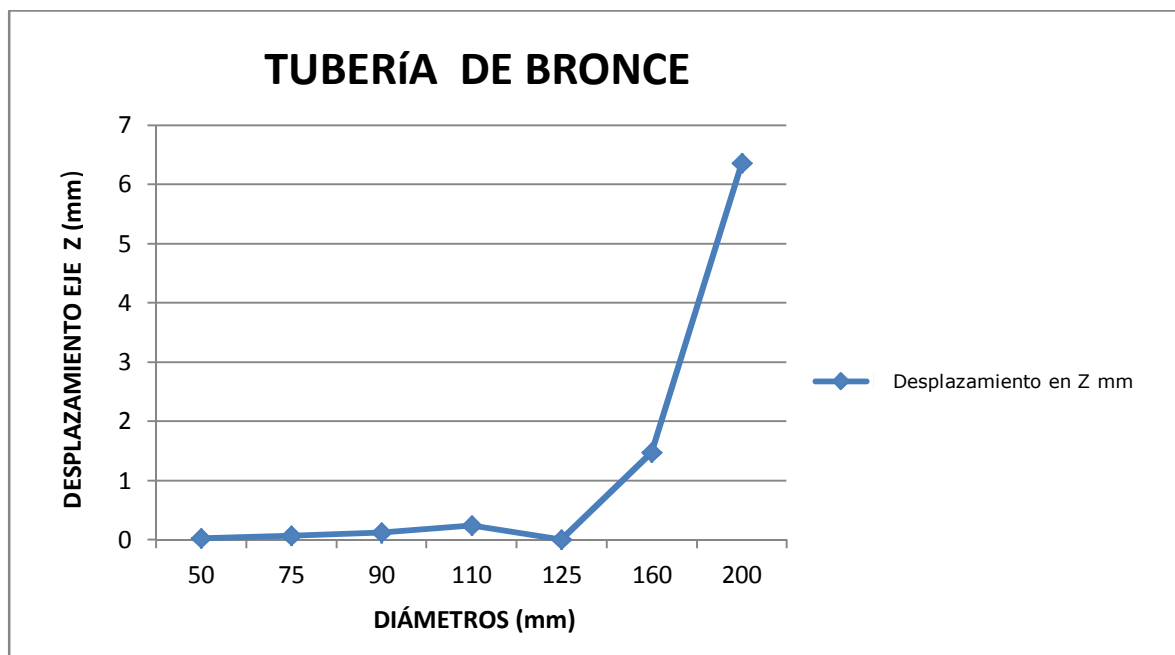


Figura 5.4.82- Correlación entre Δz Vs. D

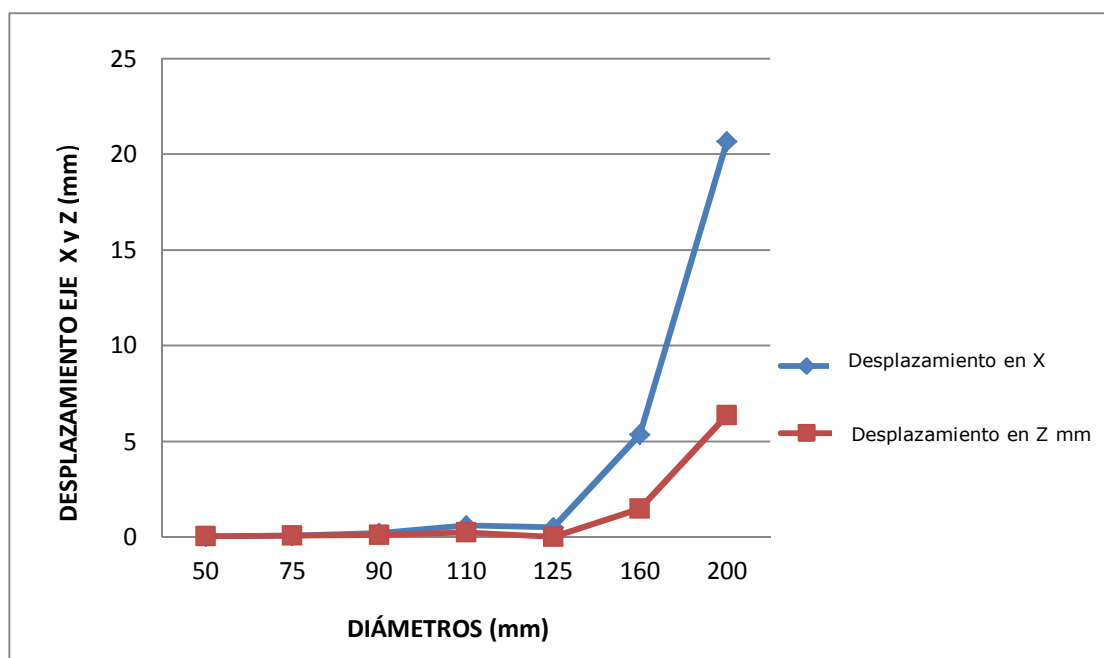


Figura 5.4.83- Correlación entre $\Delta x, \Delta z$ Vs. D

5.4.3.3.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO

Basado en el criterio de la tensión máxima de von Mises donde:

$$\frac{\sigma_{\text{von Mises}}}{\sigma_{\text{limit}}} < 1$$

MATERIAL	DIAMETRO <i>mm</i>	FDS
BRONCE	50	150
	75	6,9
	90	23
	110	0,92
	125	13
	160	3,1
	200	1,9

Figura 5.4.84- Factor de seguridad mínimo en estado elástico de una bajante de bronce en función del diámetro de la tubería

5.4.3.4.- COBRE.

5.4.3.4.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISES.

MATERIAL	DIAMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	TENSIÓN <i>N/m²</i>
COBRE	50	5,58	441.479,00
	75	18,04	1.330.408,30
	90	35,72	4.616.904,50
	110	64,8	6.122.020,50
	125	100,3	3.967.118,00
	160	227,7	6.896.871,50
	200	480	14.622.145,00

Figura 5.4.85- Tensión máxima por Von Mises del cobre

Diámetro de 50 mm

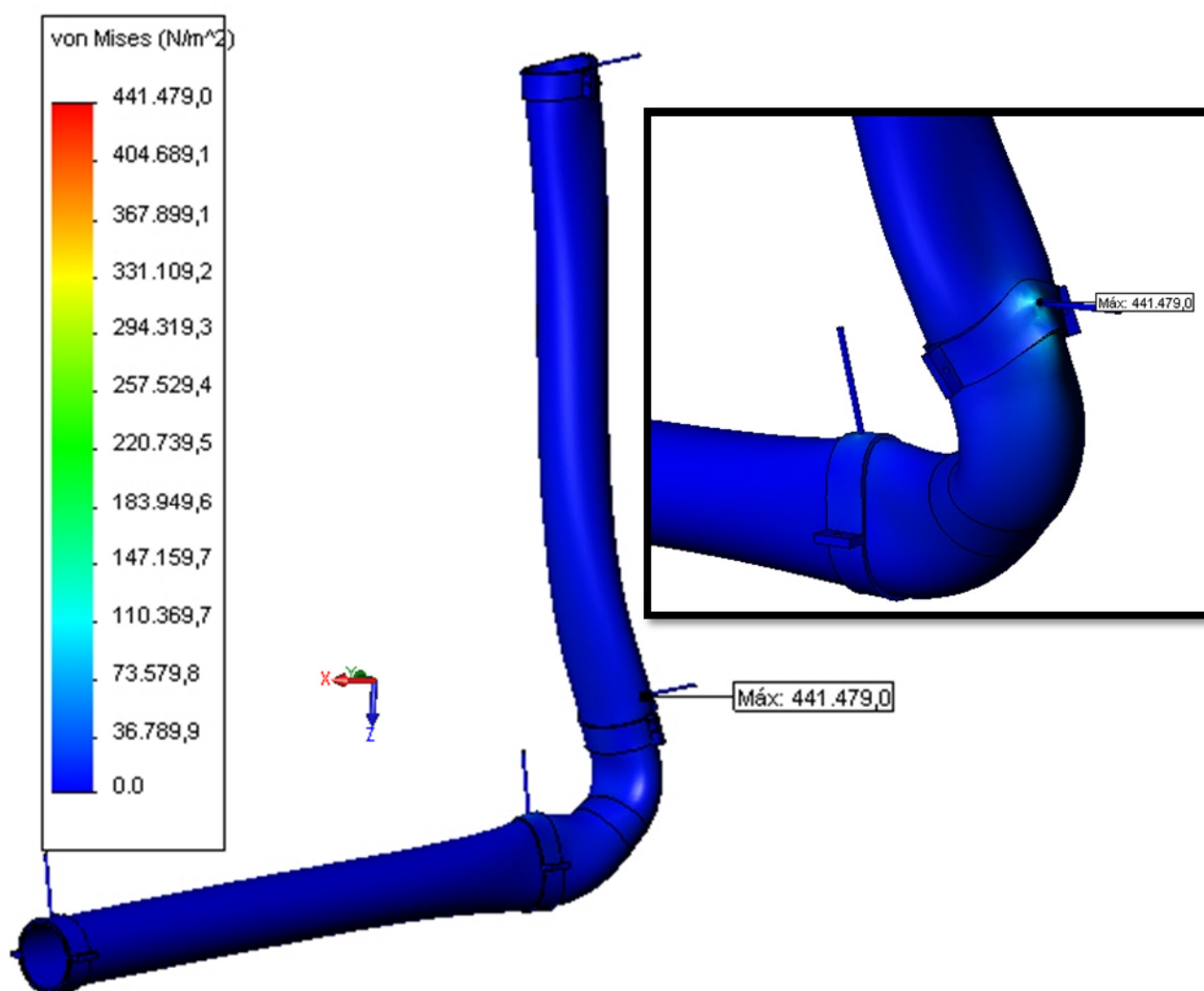


Figura 5.4.86- Tensión máxima por Von Mises de cobre DN- 50

Diámetro de 75 mm

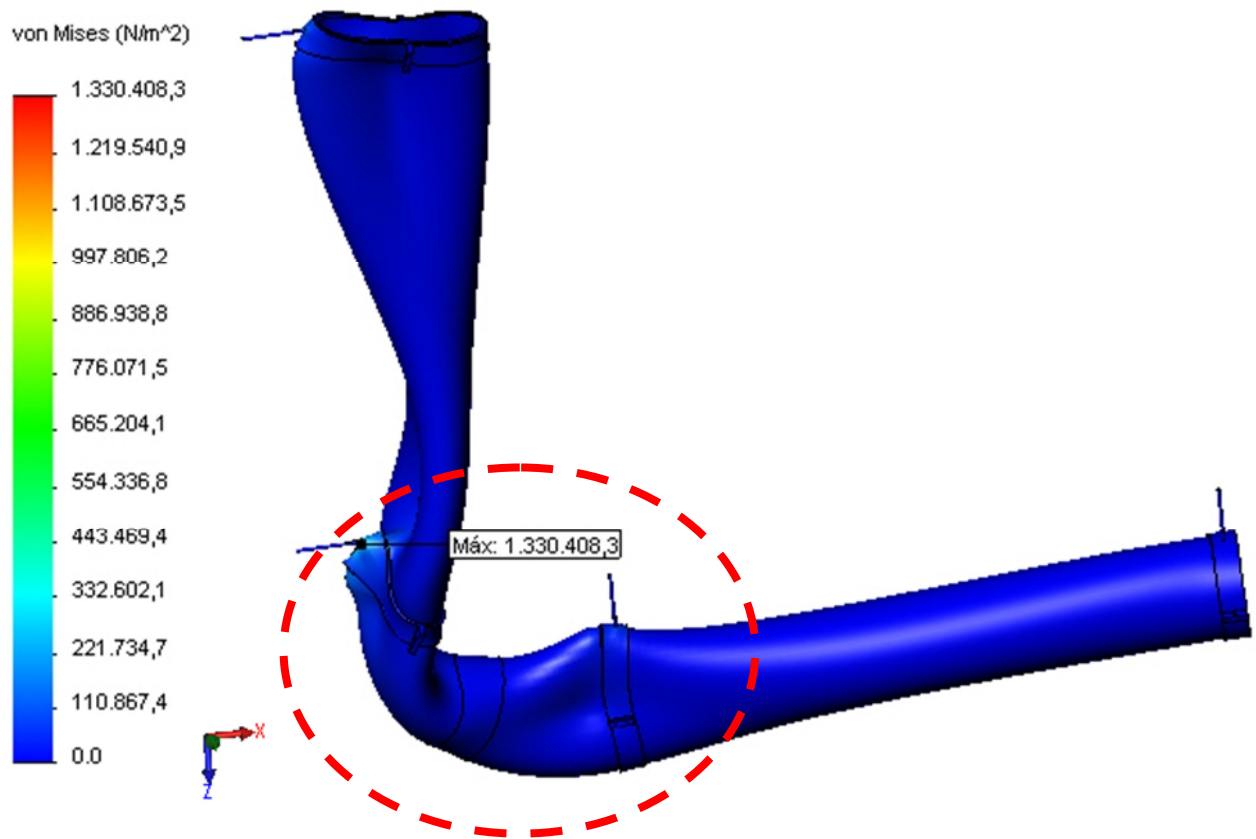


Figura 5.4.87- Tensión máxima por Von Misses de cobre DN- 75

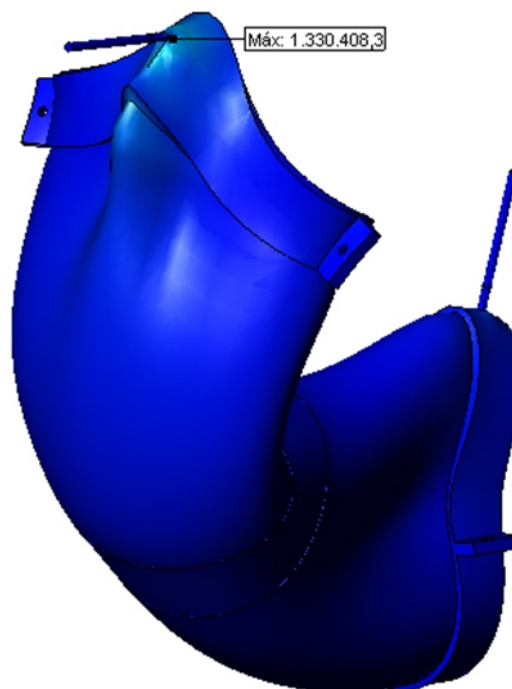


Figura 5.4.88- Detalle del codo

Diámetro de 90 mm

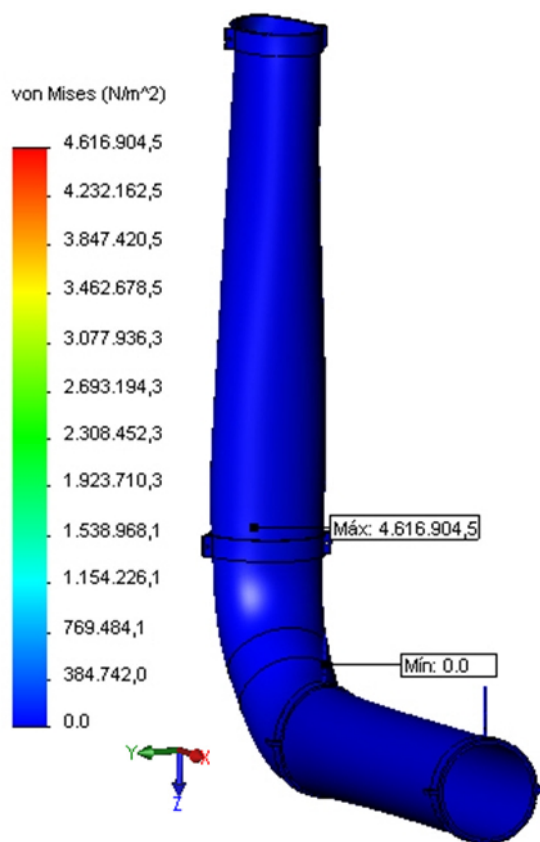


Figura 5.4.89- Tensión máxima por Von Misses de cobre DN- 90

Diámetro de 110 mm

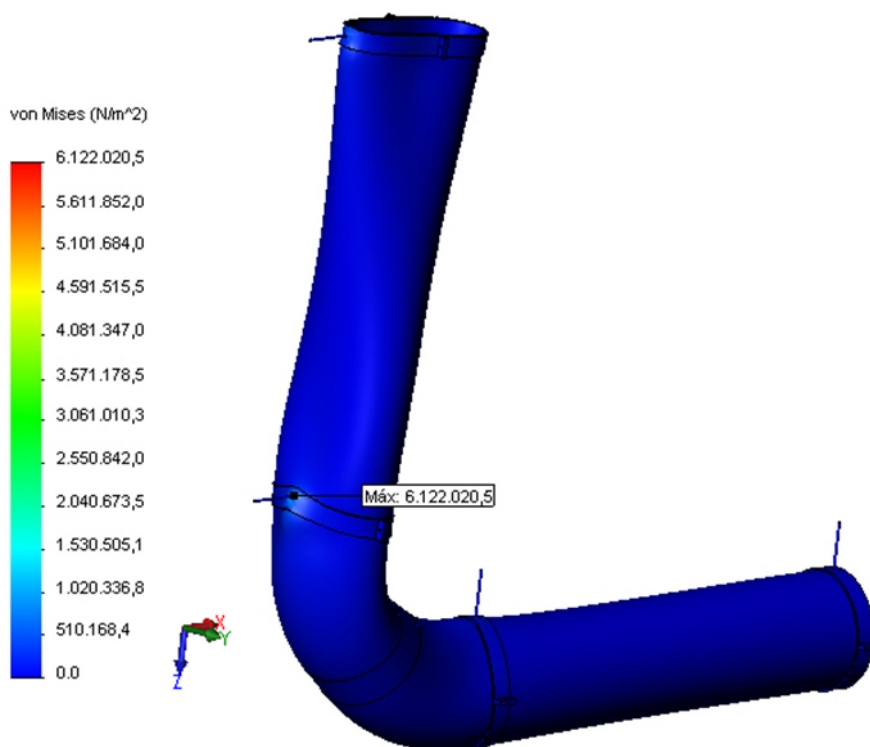


Figura 5.4.90- Tensión máxima por Von Misses de cobre DN- 110

Diámetro de 125 mm

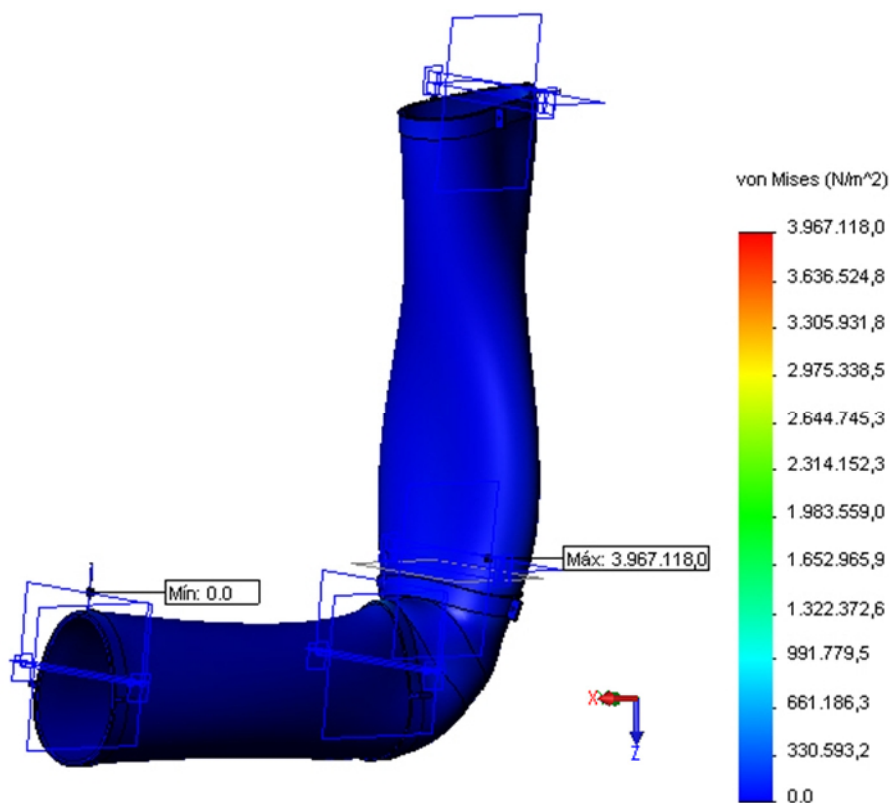


Figura 5.4.91- Tensión máxima por Von Misses de cobre DN- 110

Diámetro de 160 mm

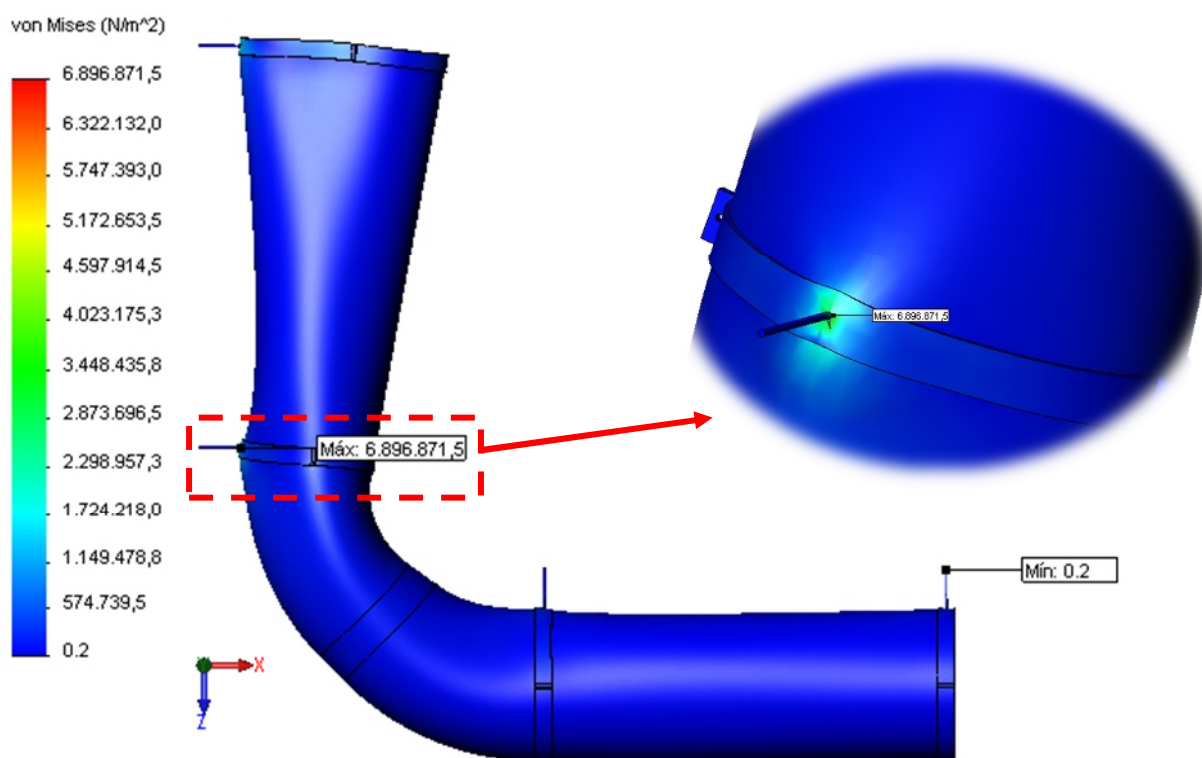


Figura 5.4.92- Tensión máxima por Von Misses de cobre DN- 160

Diámetro de 200 mm

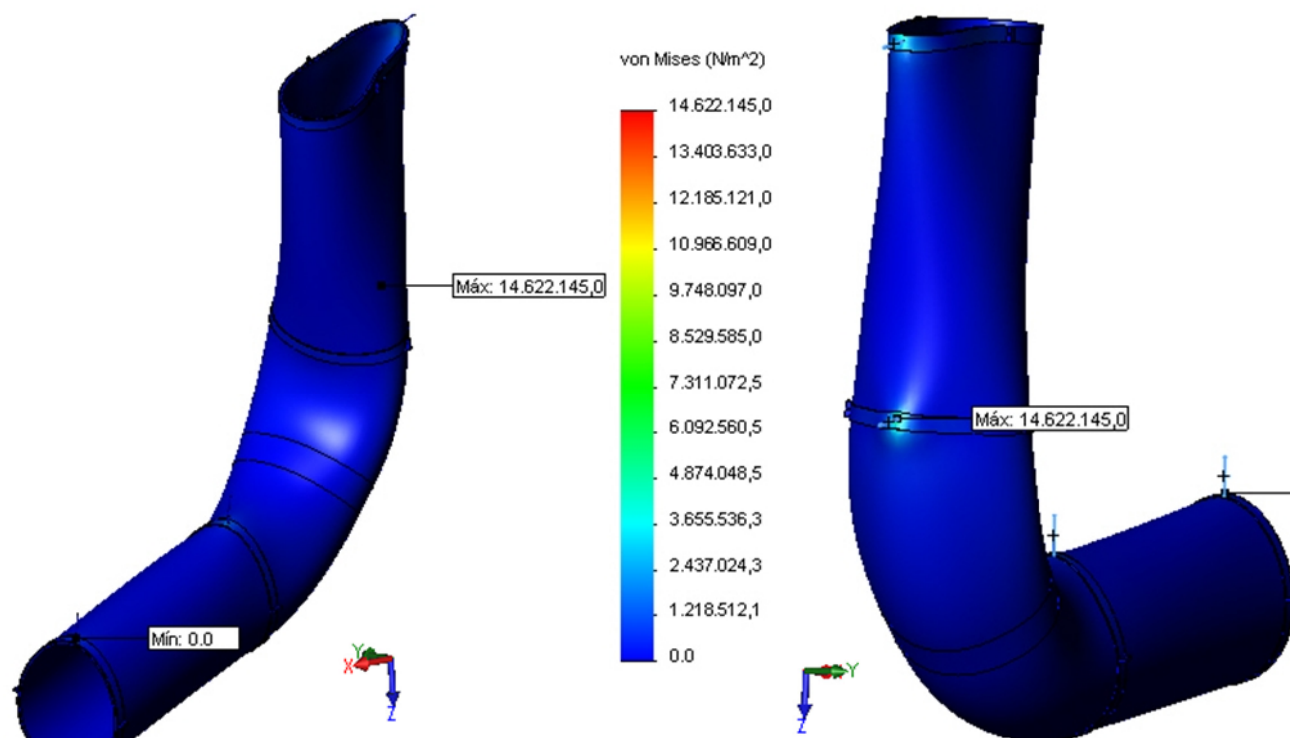


Figura 5.4.93- Tensión máxima por Von Misses de cobre DN-200

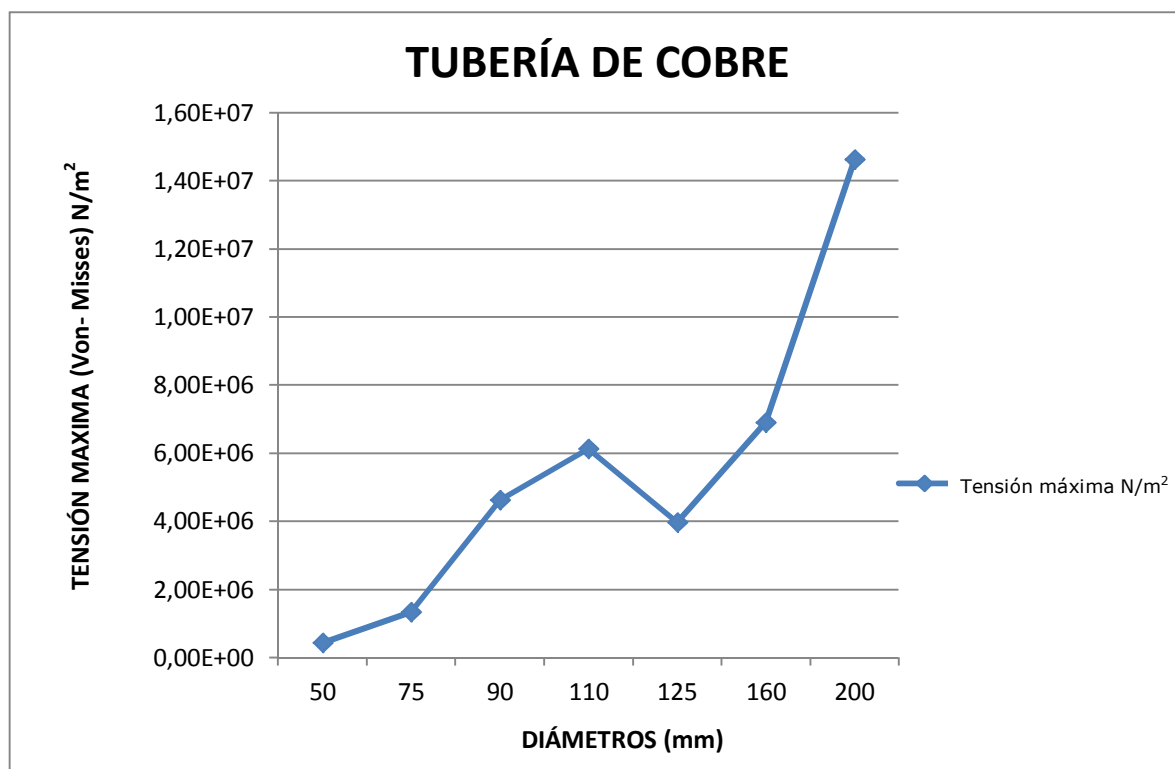


Figura 5.4.94- Correlación entre σ máx. Vs. D

5.4.3.4.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X".

MATERIAL	DIAMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN X <i>mm</i>
COBRE	50	5,58	0,02763
	75	18,04	0,06871
	90	35,72	0,1893
	110	64,8	0,6136
	125	100,3	0,6392
	160	227,7	5,287
	200	480	11,24

Diámetro 50 mm

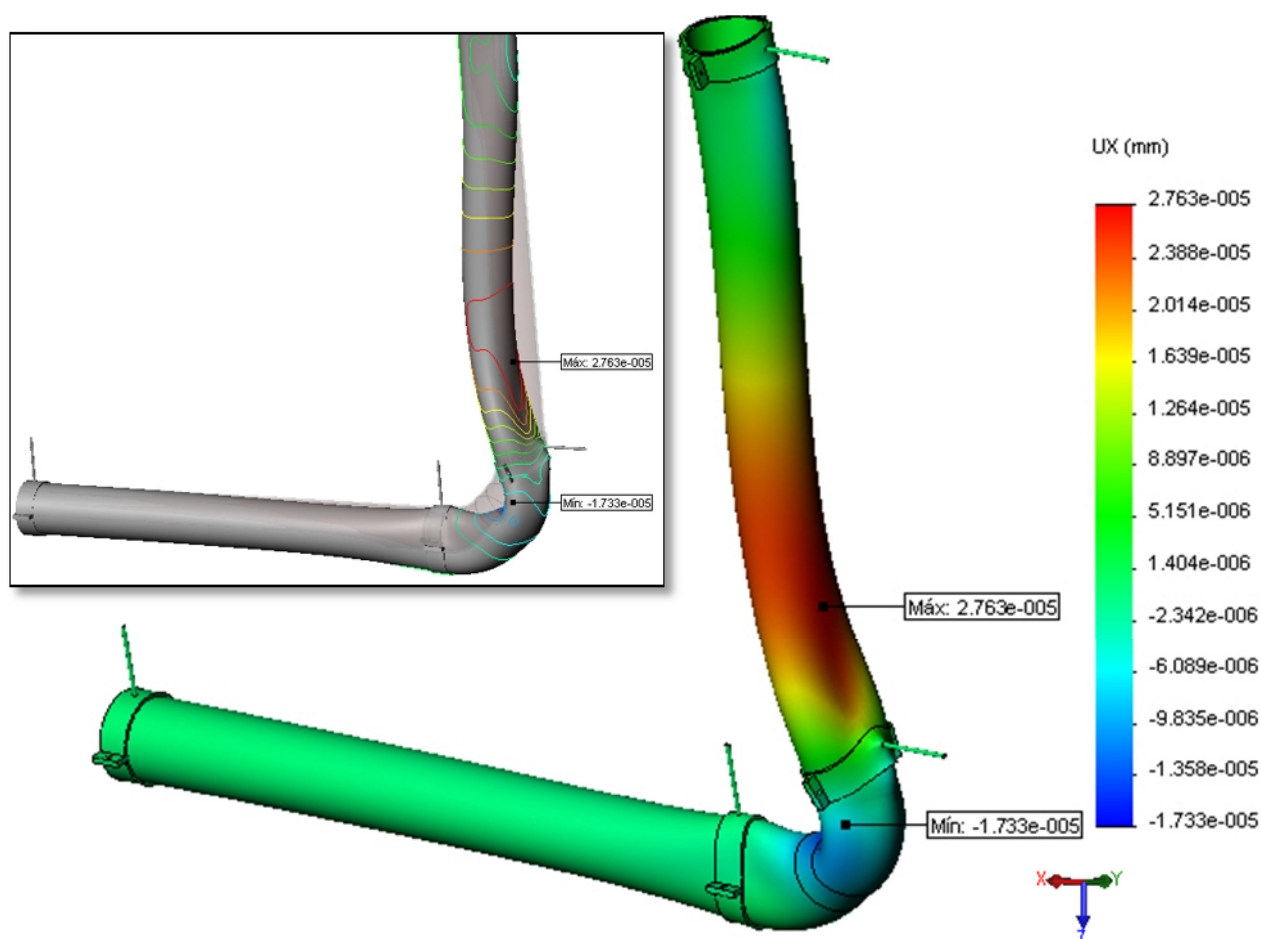


Figura 5.4.95- Desplazamiento eje x en tubería de cobre DN - 50

Diámetro 75 mm

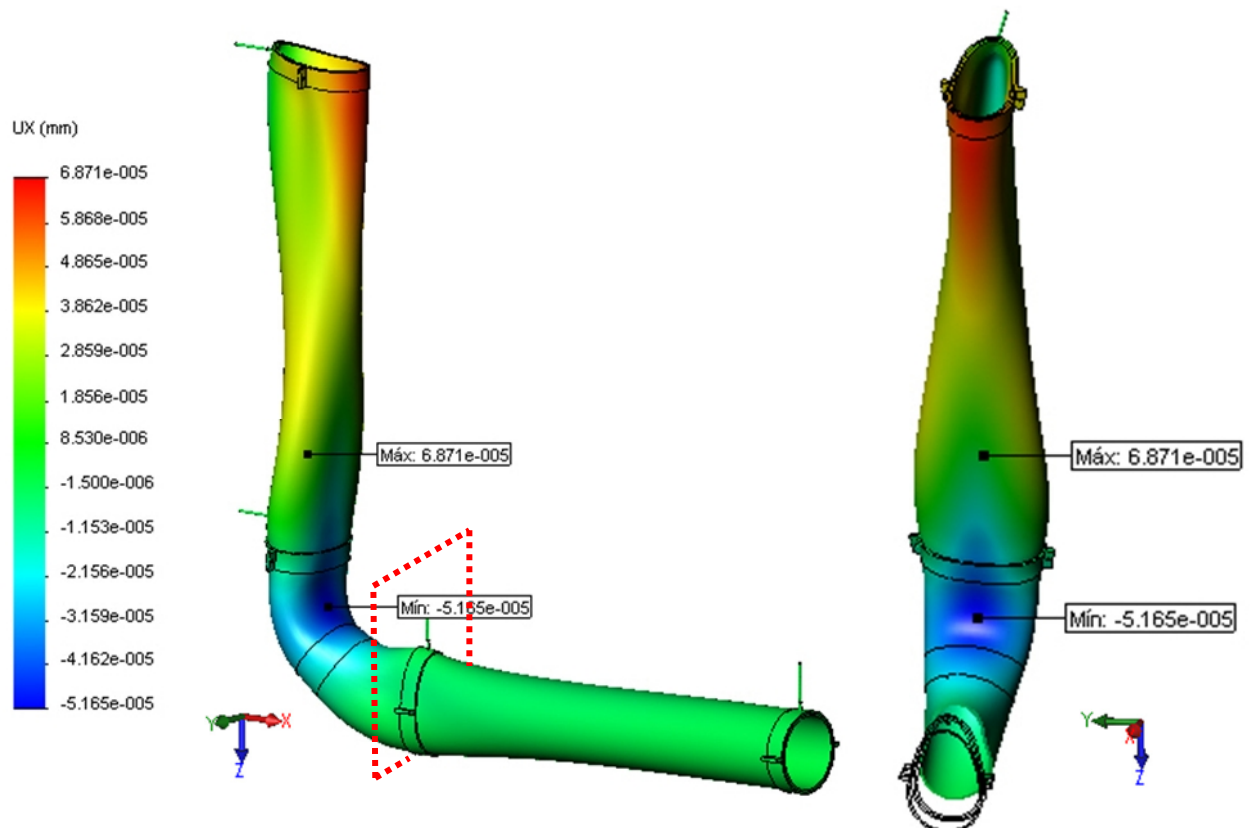


Figura 5.4.96- Desplazamiento eje x en tubería de cobre DN - 75

Diámetro 90 mm

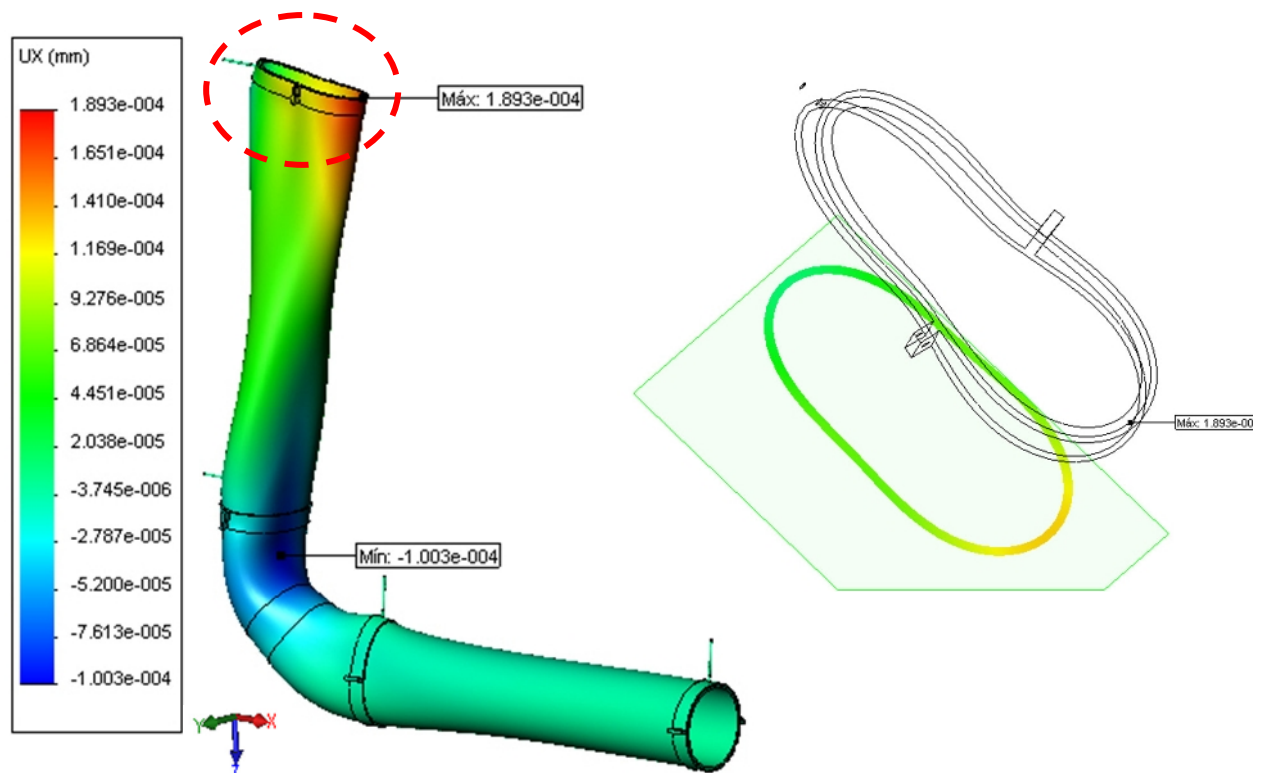


Figura 5.4.97- Desplazamiento eje x en tubería de cobre DN - 90

Diámetro 110 mm

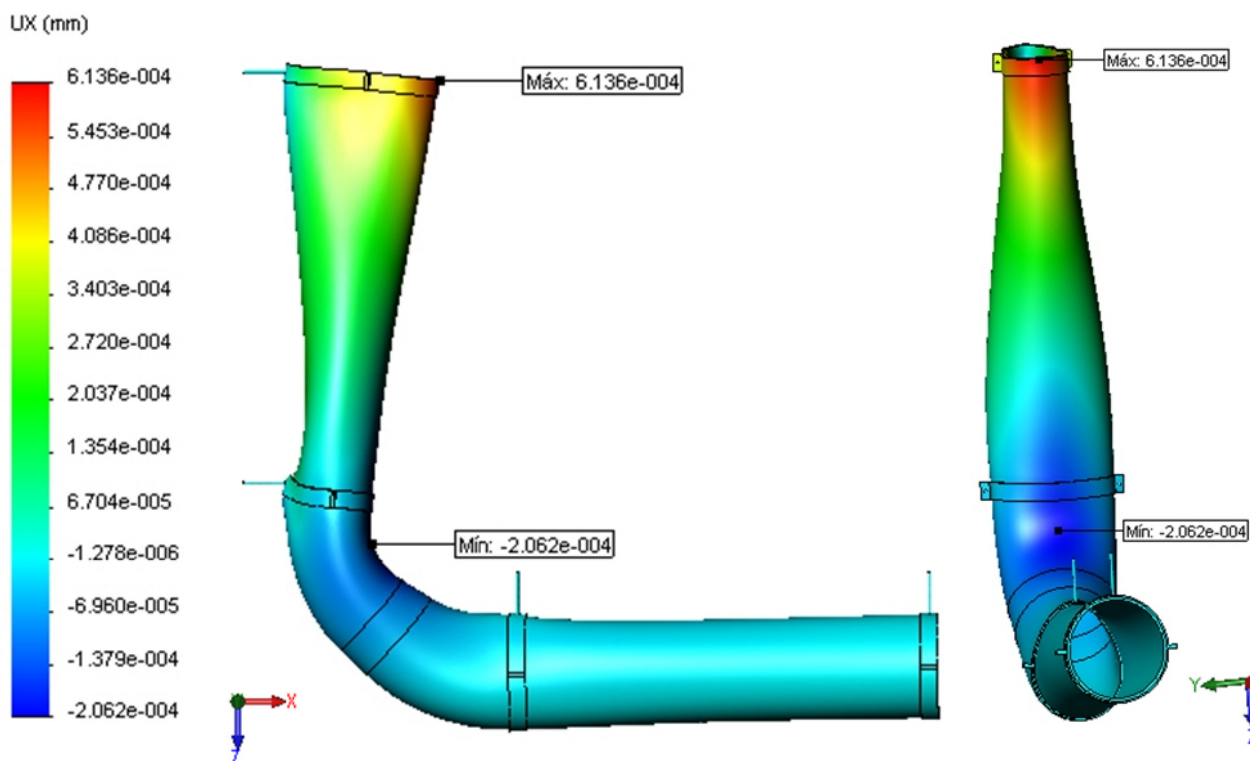


Figura 5.4.98- Desplazamiento eje x en tubería de cobre DN - 110

Diámetro 125 mm

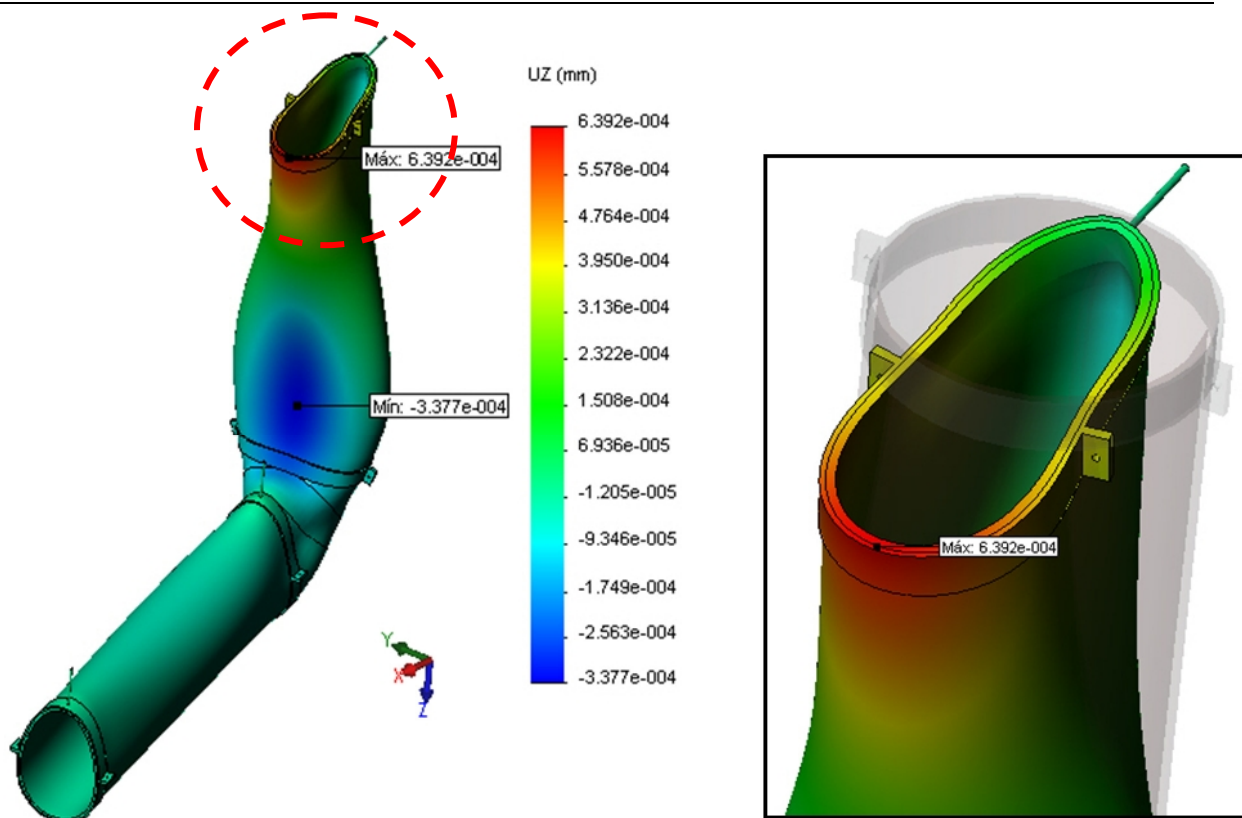


Figura 5.4.99- Desplazamiento eje x en tubería de cobre DN - 125

Diámetro 160 mm

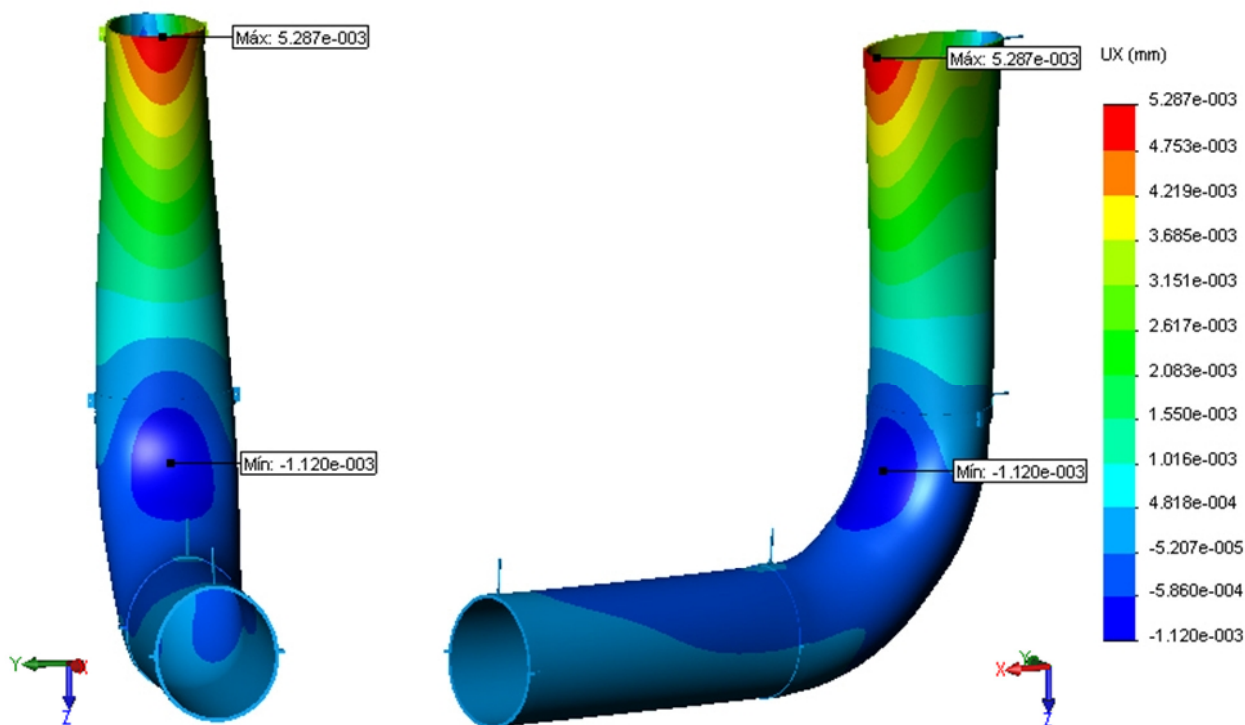


Figura 5.4.100- Desplazamiento eje x en tubería de cobre DN - 160

Diámetro 200 mm

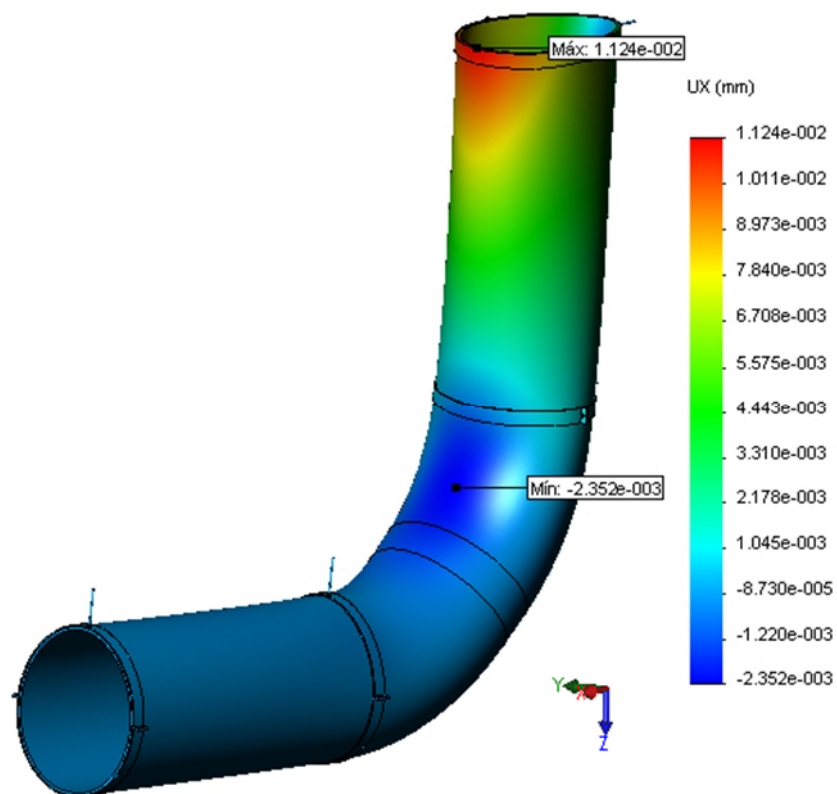


Figura 5.4.101- Desplazamiento eje x en tubería de cobre DN - 200

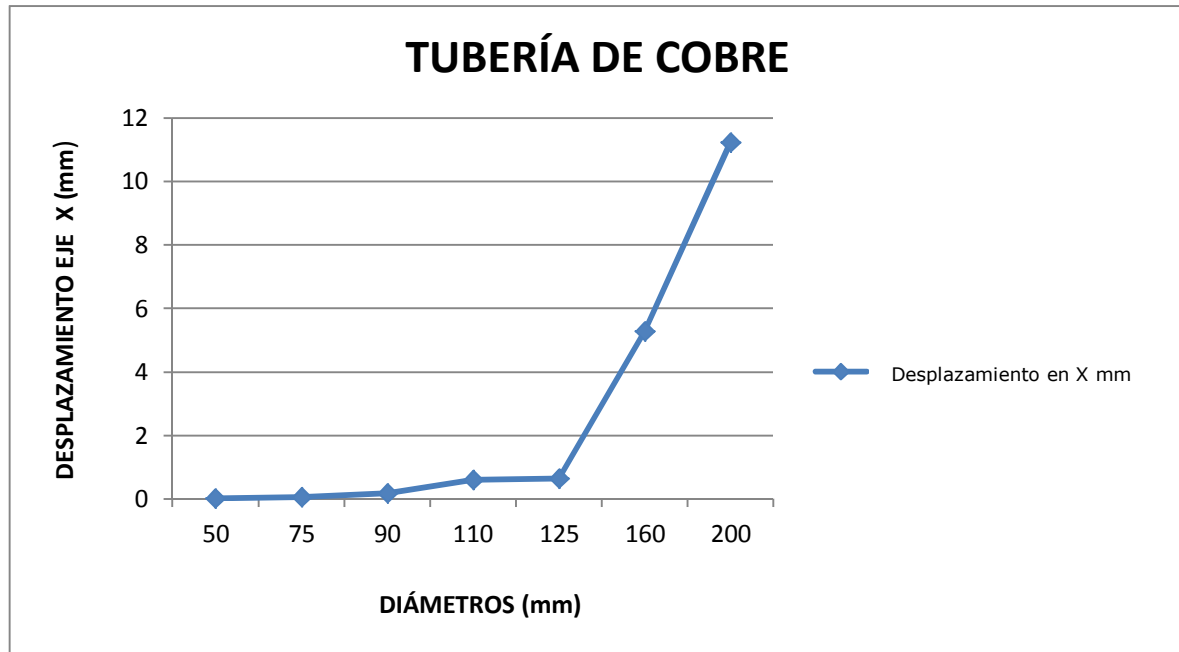


Figura 5.4.102- Correlación entre Δx vs. D

5.4.3.4.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z".

MATERIAL	DIÁMETRO <i>mm</i>	FUERZA <i>N</i>	DESPLAZAMIENTO EN Z <i>mm</i>
COBRE	50	5,58	0,028250
	75	18,04	0,076460
	90	35,72	0,130300
	110	64,8	0,257400
	125	100,3	0,008825
	160	227,7	1,532000
	200	480	3,621000

Diámetro 50 mm

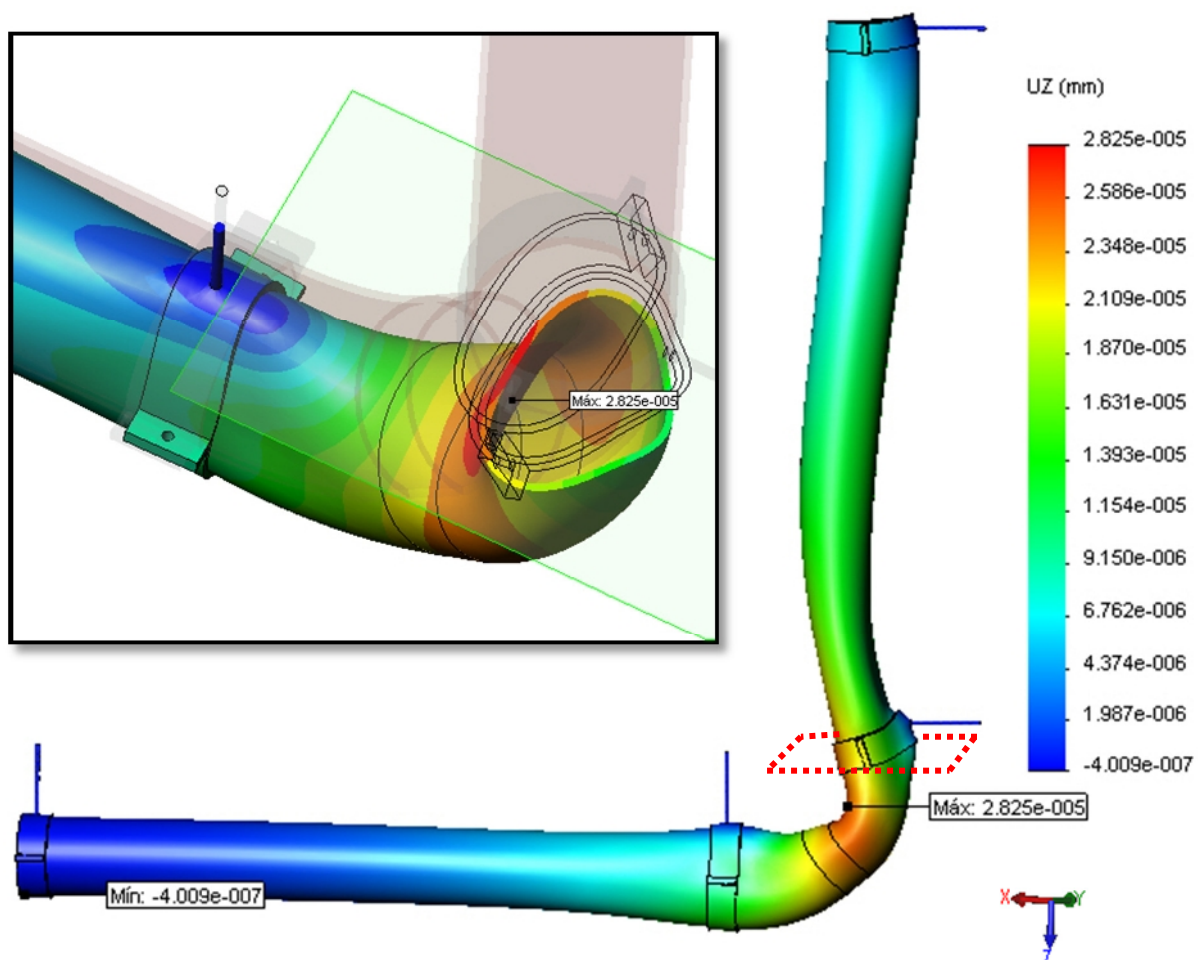


Figura 5.4.103- Desplazamiento eje z en tubería de cobre DN - 50

Diámetro 75 mm

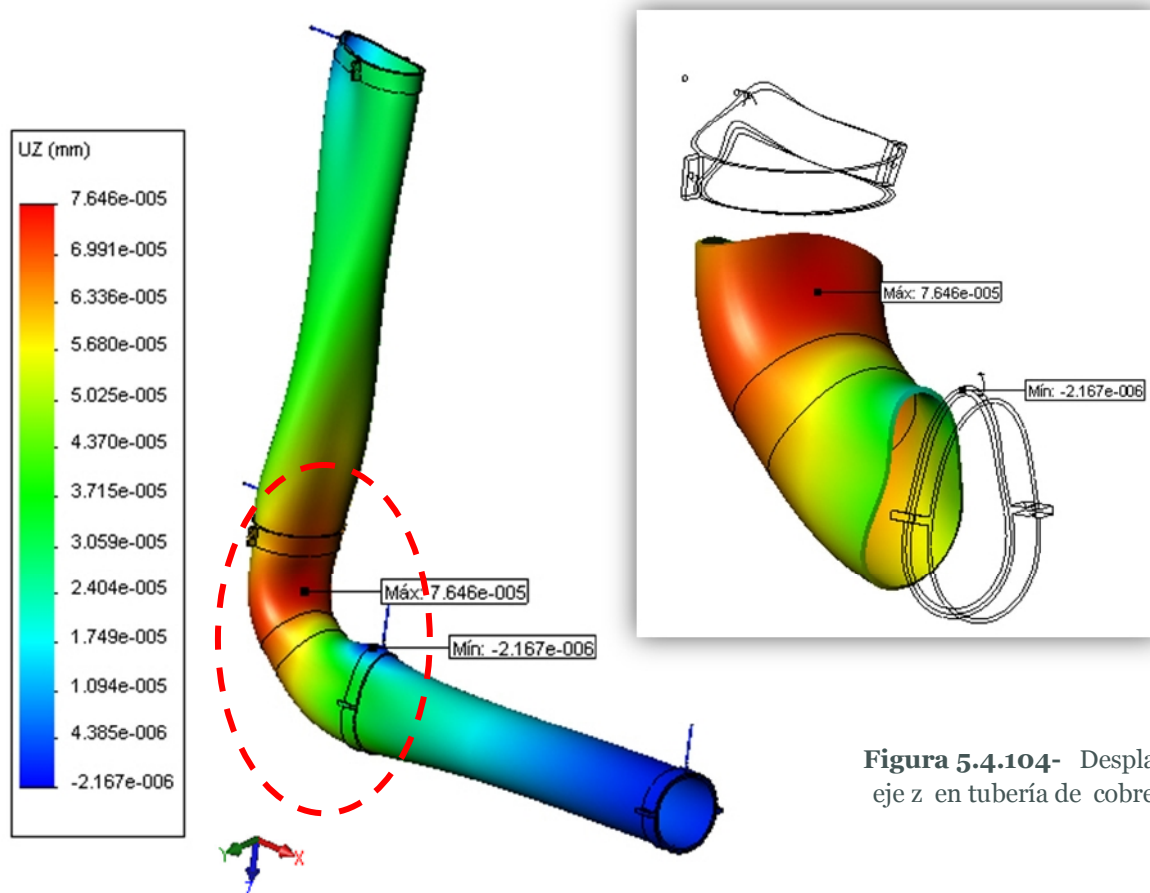


Figura 5.4.104- Desplazamiento eje z en tubería de cobre DN - 75

Diámetro 90 mm

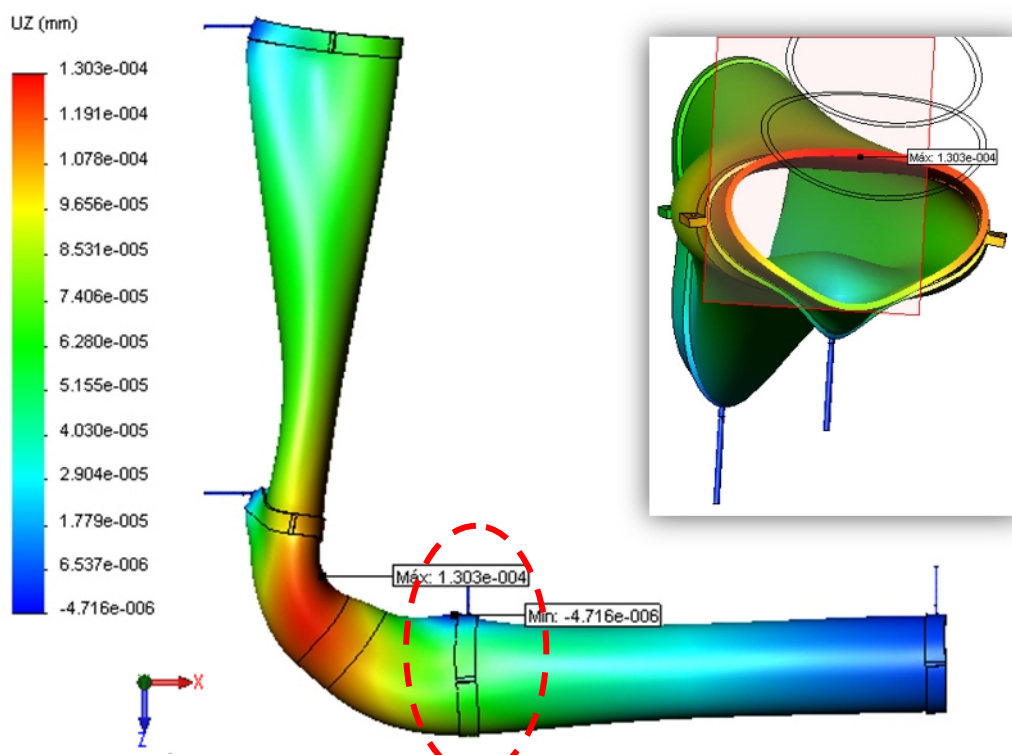


Figura 5.4.105- Desplazamiento eje z en tubería de cobre DN - 90

Diámetro 110 mm

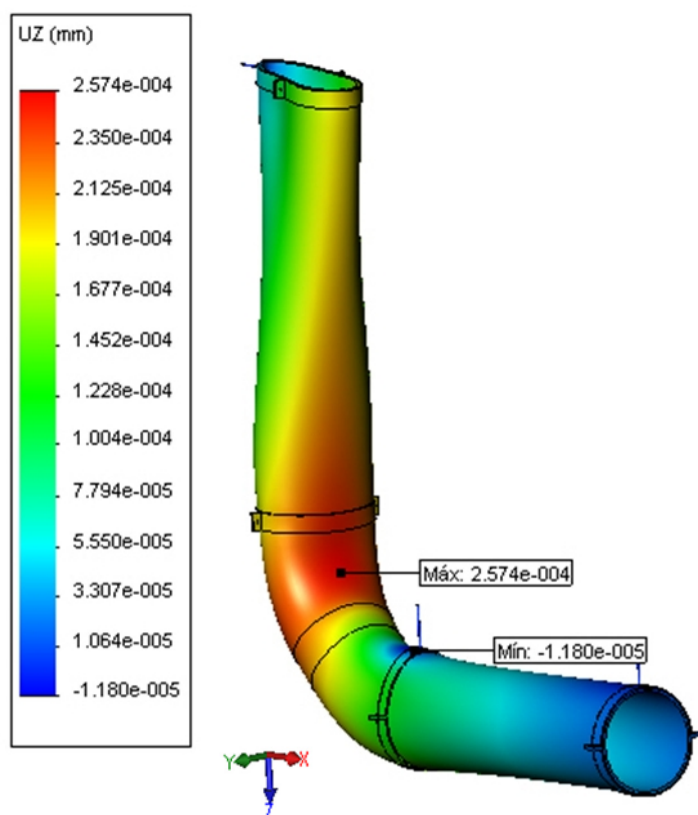


Figura 5.4.106- Desplazamiento eje z en tubería de cobre DN - 110

Diámetro 125 mm

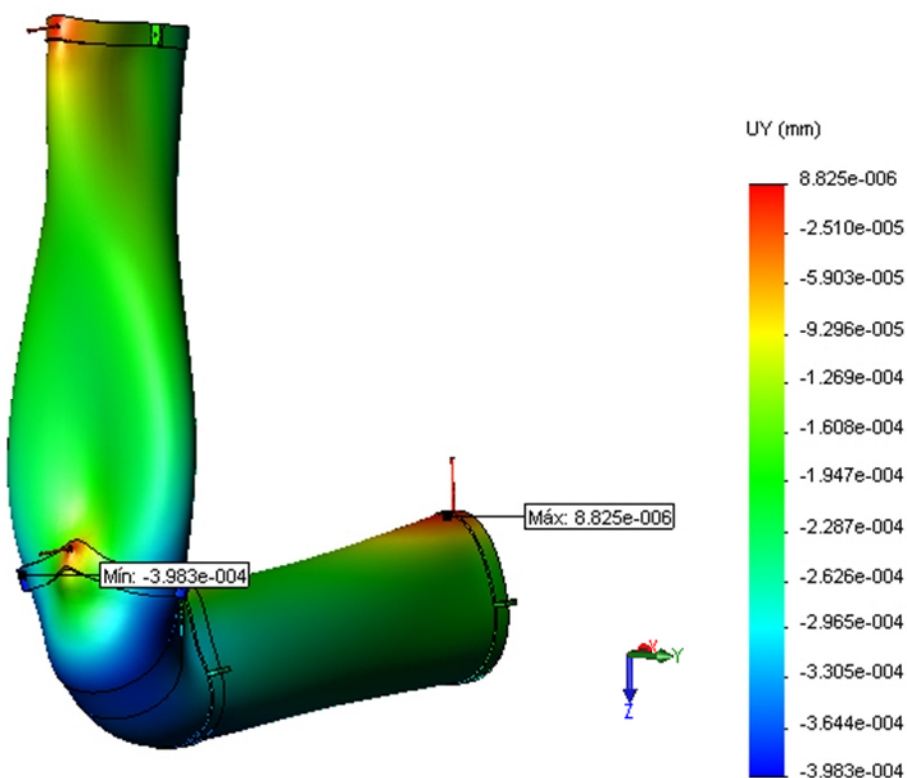


Figura 5.4.107- Desplazamiento eje z en tubería de cobre DN - 125

Diámetro 160 mm

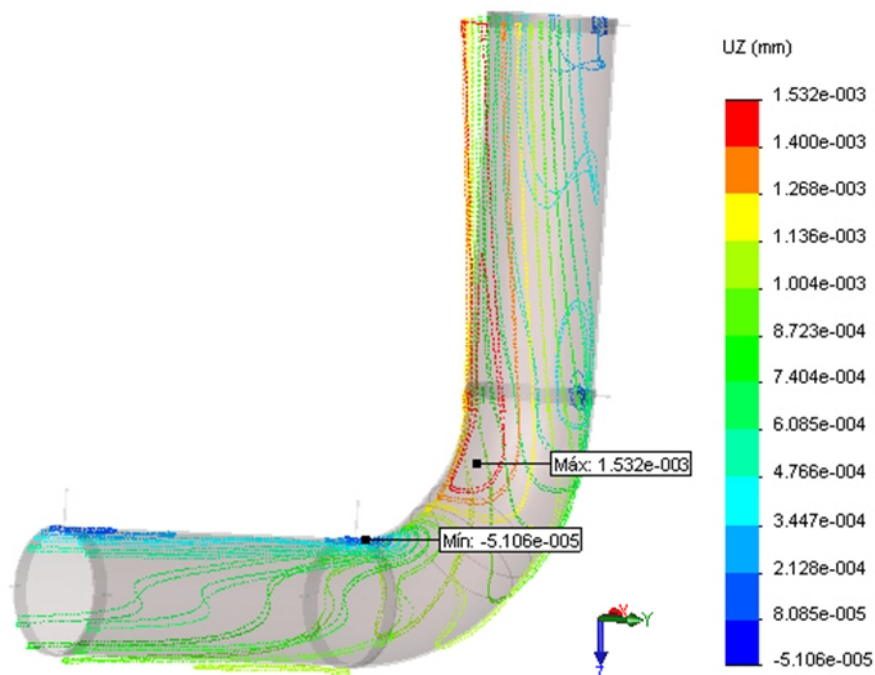


Figura 5.4.108- Desplazamiento eje z en tubería de cobre DN - 160

Diámetro 200 mm

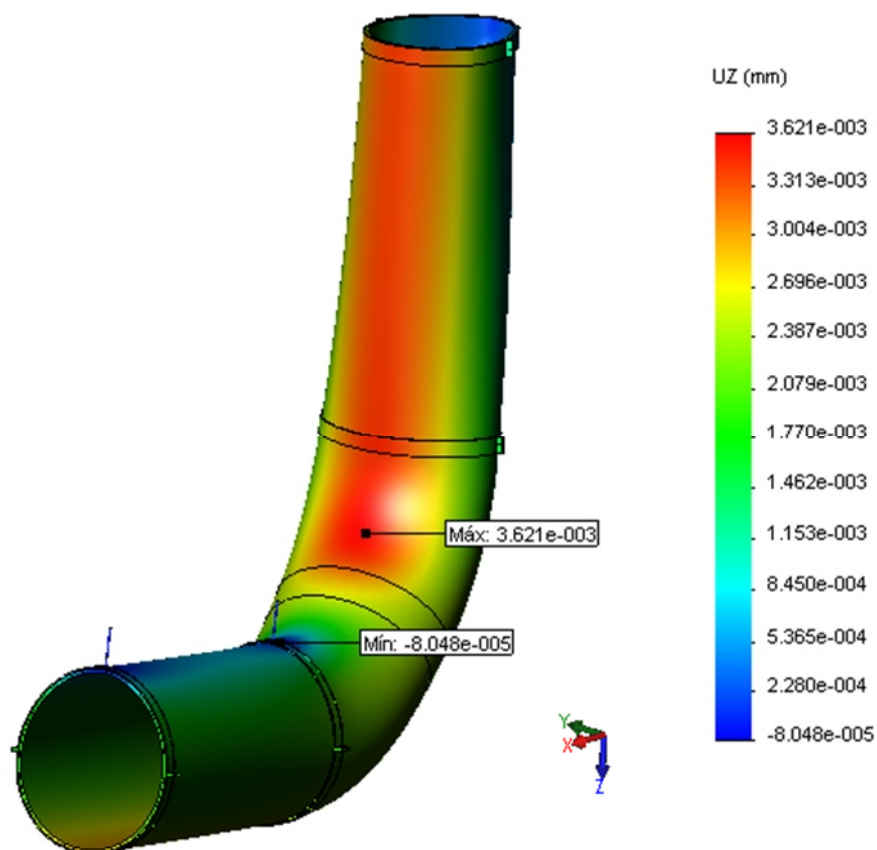


Figura 5.4.109- Desplazamiento eje z en tubería de cobre DN - 200

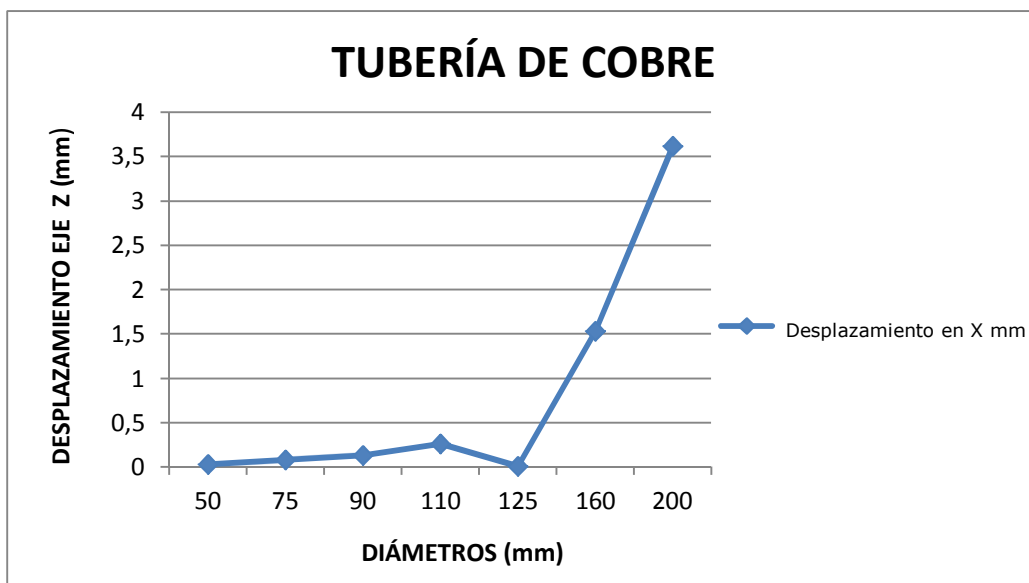


Figura 5.4.110- Correlación entre Δz vs. D

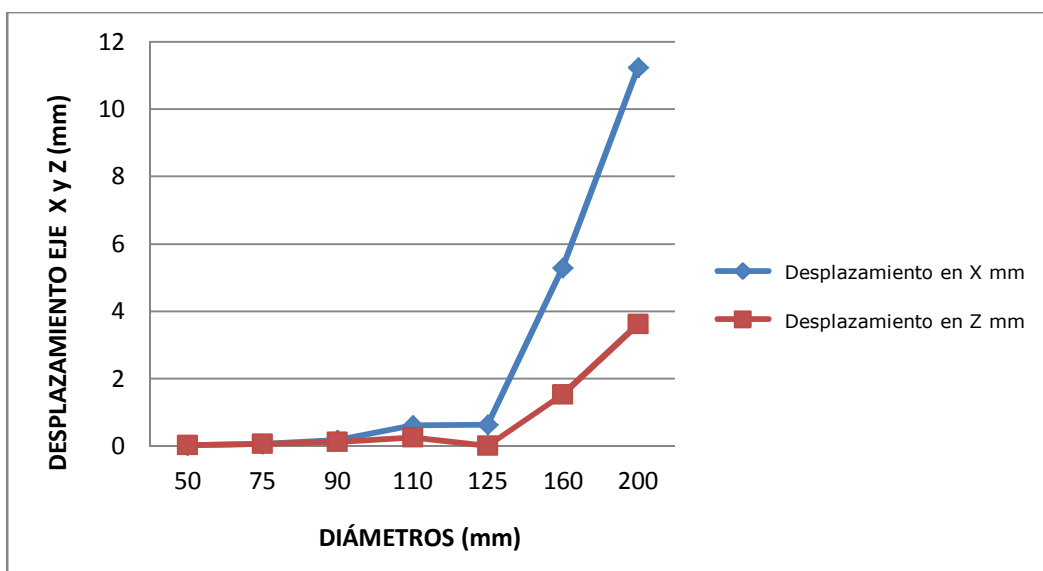


Figura 5.4.111- Correlación entre $\Delta x, \Delta z$ vs. D

5.4.3.4.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO

Basado en el criterio de la tensión máxima de von Mises donde:

$$\frac{\sigma_{\text{von Mises}}}{\sigma_{\text{limit}}} < 1$$

MATERIAL	DIAMETRO <i>mm</i>	FDS
COBRE	50	310
	75	37
	90	27
	110	5,1
	125	36
	160	17
	200	8,8

Figura 5.4.112- Factor de seguridad mínimo en estado elástico de una bajante de cobre en función del diámetro de la tubería