

Diseño de modelado numérico para optimización de ubicación de puntos de fijación en implantes craneales

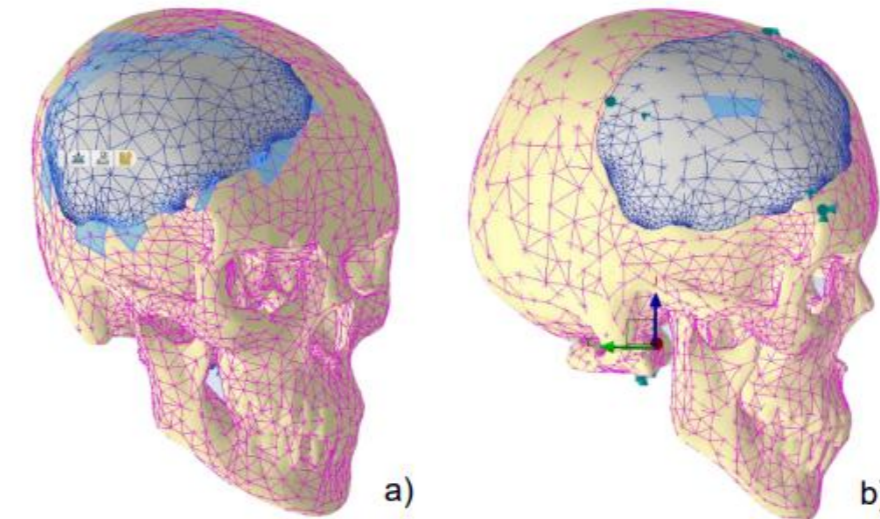
PROBLEMA

La craneoplastia con **implantes personalizados** se ha consolidado como una alternativa para reconstruir defectos craneales complejos. Sin embargo, la ubicación de los puntos de fijación sigue dependiendo, en gran medida, de la experiencia del cirujano y de criterios geométricos cualitativos.

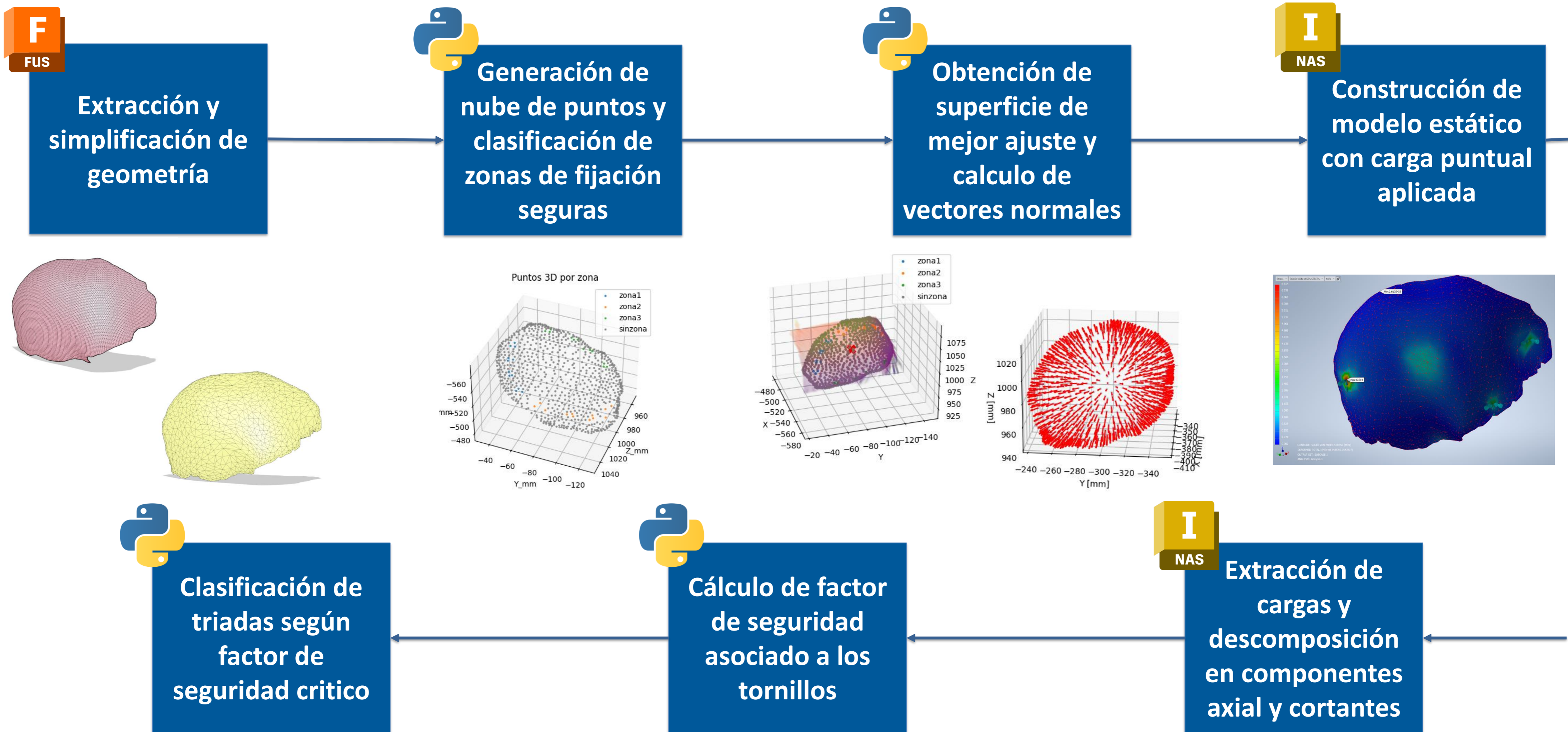
Esto puede generar configuraciones con fijación insuficiente, incrementando el riesgo de aflojamiento o falla del injerto durante actividades cotidianas del paciente, por lo que se requiere de un **criterio ingenieril de selección**.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y validar un modelo numérico basado en Análisis de elementos finitos (FEA) que, a partir de la geometría real del implante craneal personalizado, optimice la ubicación de los puntos de fijación con tres tornillos, maximizando la seguridad estructural y estabilidad del ensamble.

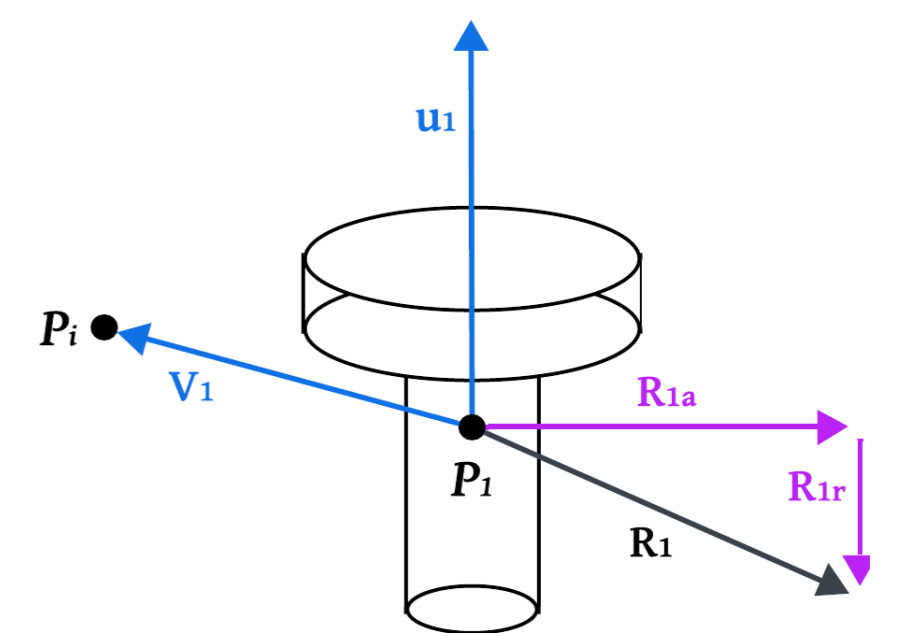


PROPUESTA



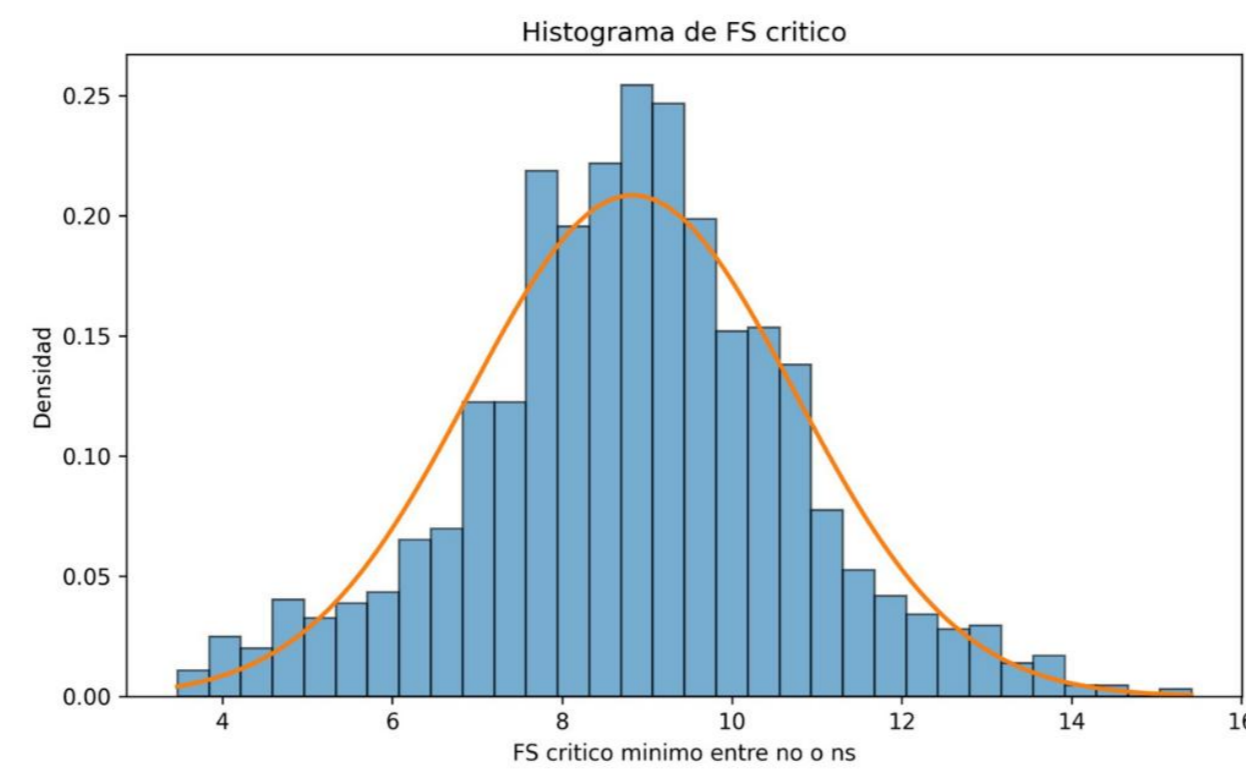
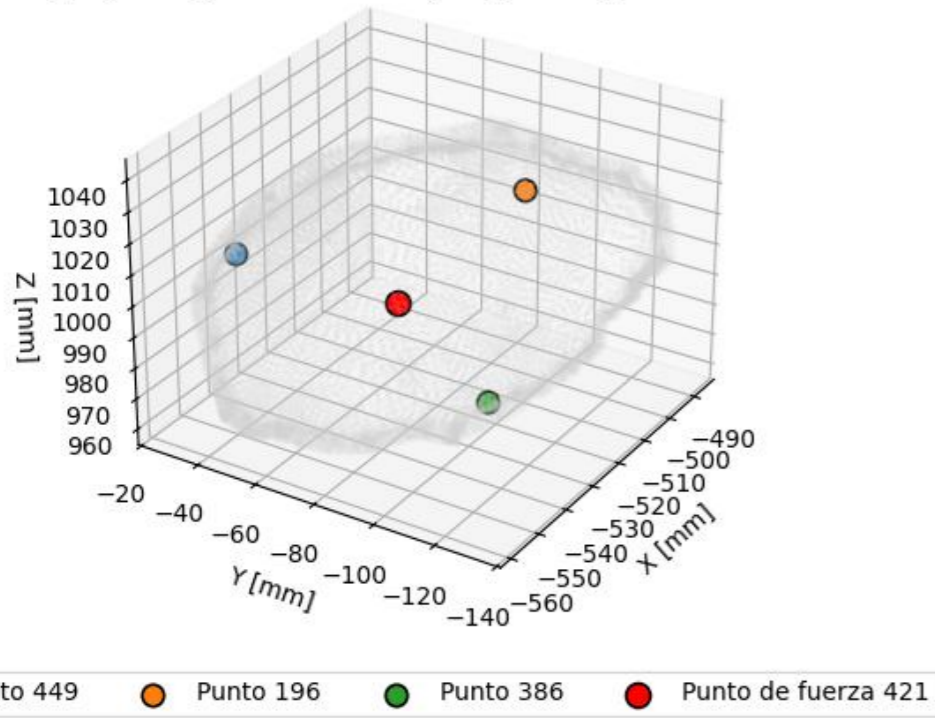
Z1_id	Z2_id	Z3_id	no_min	ns_min	FS_crit
460	190	658	19.94	15.41	15.41
460	87	658	22.52	15.12	15.12
138	190	658	24.93	14.86	14.86
460	190	2514	20.39	14.65	14.65
138	87	658	29.00	14.63	14.63
138	190	2514	25.93	14.45	14.45

Factor de seguridad	Descripción	Expresión
n_o	FS al desajuste debido a fuerza axial.	$\frac{161.29}{R_{ia}}$
n_z	FS de cortante en tornillo debido a fuerza cortante.	$\frac{389.86}{R_{iz}}$



RESULTADOS

Mejor triada sobre implante paciente
% de robustez = 7.7%
FS_implante_crit = 16.170 | FS_tornillo_crit = 9.227



Paciente	#1	#2	#4	#5	#7	#8	#9	#11
%S	9.09%	61.34%	0.06%	7.70%	0.29%	5.61%	0%	0%

Paciente	Z1 id	Z2 id	Z3 id	FS max	FS min	σ_{desv}	μ_{media}	Criterio 50%
#1	1918	1511	872	17.52	4.74	2.54	10.20	43.67%
#2	934	2035	1440	14.64	1.84	2.42	8.40	45.27%
#4	776	1063	1336	12.03	3.39	1.62	7.23	42.11%
#5	460	190	658	15.41	3.47	1.91	8.83	27.85%
#7	2035	1878	2231	13.42	2.92	2.43	7.99	43.19%
#8	908	572	228	13.96	3.08	1.87	7.49	47.34%
#9	607	1188	1498	12.91	1.90	1.98	6.68	48.87%
#11	1860	695	1343	16.33	3.06	2.33	8.34	49.26%

CONCLUSIONES

El algoritmo permite identificar triadas óptimas basadas en FEA.

El %Robustez permite determinar la viabilidad del implante

Entre 40%-50% de probabilidades de elegir una configuración subóptima

Incorporación de análisis dinámico

Deformación como Factor determinante

Modelos más avanzados para sujeción en cráneo