



DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE TORQUE Y SITIOS DE MAYOR ESFUERZO EN EL MINIMPLANTE DURANTE SU INSERCIÓN Y RETIRO EN HUESO TIPO II, CUANTIFICADO MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON ELEMENTOS FINITOS

DETERMINING THE LEVEL OF TORQUE AND SITES THE MOST EFFORT IN MINI INPLANT DURING INSERTION AND REMOVAL IN BONE TYPE II, QUANTIFIED BY FINITE ELEMENT STRUCTURAL ANALYSIS

INVESTIGADORES:

GINA PAOLA FERIZ PORTILLA Od.
MAYRA ALEJANDRA MUÑOZ TORRES Od.

ASESOR CIENTÍFICO

Dra. LILIANA JARA

Odontóloga del Colegio Odontológico Colombiano
Ortodoncista de la Universidad Militar Nueva Granada (C.I.E.O)
Magister en Educación, Universidad Santo Tomas Bogotá
Directora de Postgrado Colegio Odontológico Colombiano

ASESOR METODOLÓGICO

Dra. PIEDAD MALAVER CALDERÓN.

Od. Ms. Biología Énfasis Genética Humana. PUJ

ASESOR EXTERNO

Ing. DIEGO PUERTO

Ingeniero Mecánico, Universidad de los Andes.

INTRODUCCIÓN

¿A qué nivel de torque se produce el mayor esfuerzo en el minimplante durante el procedimiento de inserción y retiro, y en qué parte de este se presenta, evaluado mediante el análisis estructural con elementos finitos?

Niveles de fractura por torsión → **Valores límites recomendados**

- **Lima, 2011**

Rango de torque de inserción optima → **Factores éxito**

- **Srinok, 2008**

Características de resistencia mecánica de minimplantes autoperforantes: **torque de ruptura (TR) y la deflexión angular de ruptura (DAR)**

- **Gadêlha, 2007**

Valores máximos de resistencia de torsión

- **Schemann , 2009**

Calidad de la estructura interna → riesgo de fractura

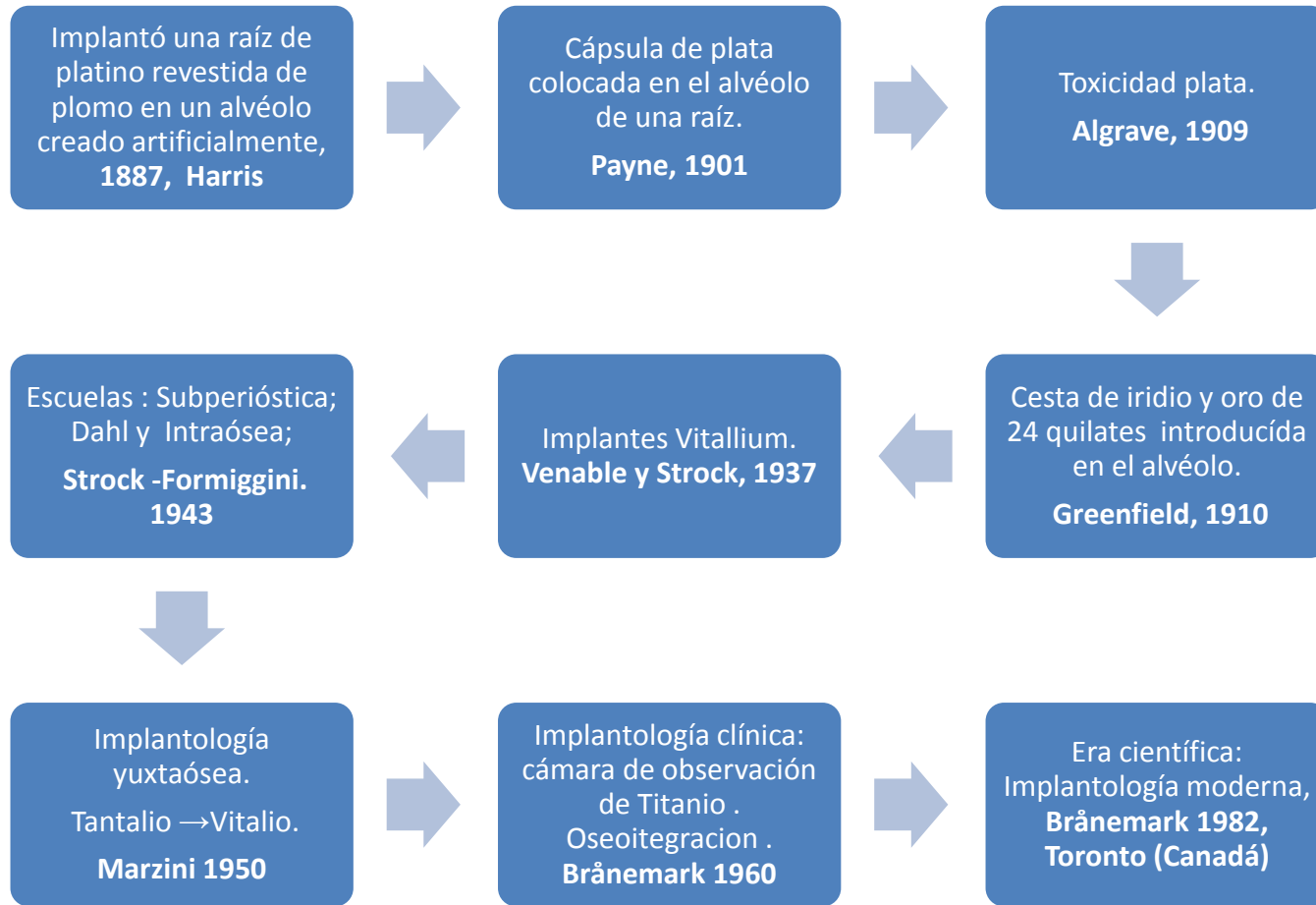
- **Peralta; 2009**

JUSTIFICACIÓN

Se hace necesario conocer el nivel de torque por el cual se producen fracturas de los minimplantes por su importancia en la planeación del procedimiento quirúrgico; control de complicaciones y éxito en los tratamientos con minimplantes y evidenciar de forma estructural los resultados que inciden físicamente en su aparición

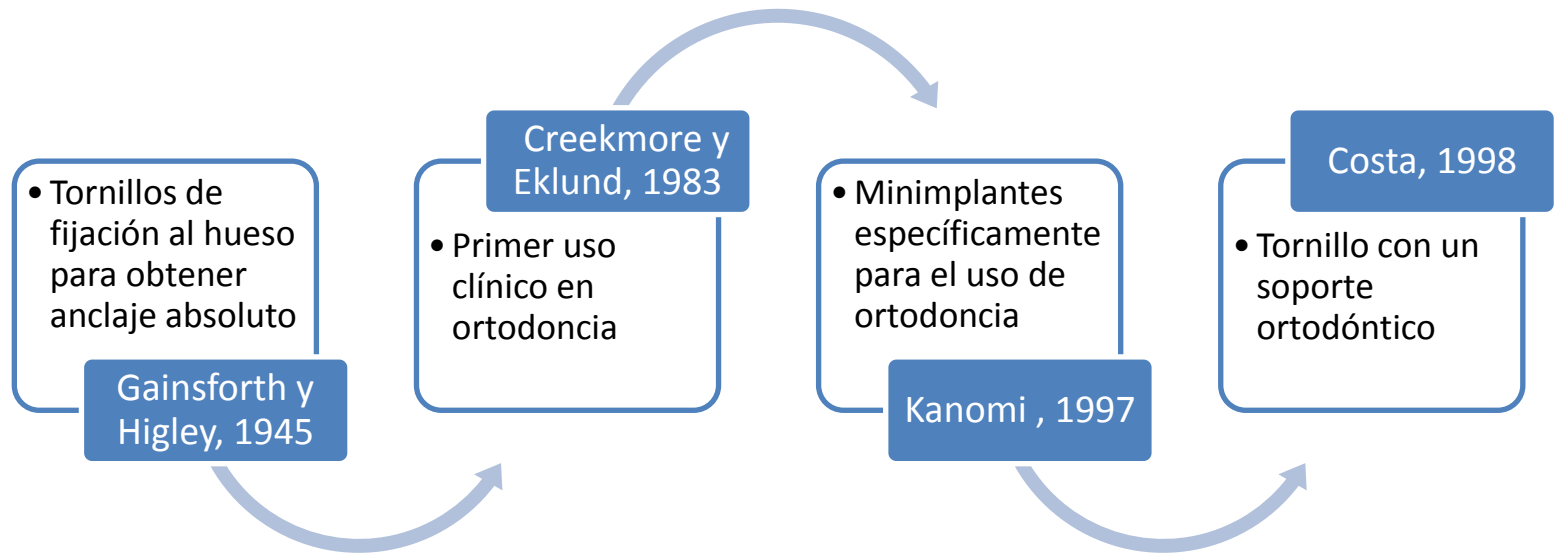
MARCO TEÓRICO

IMPLANTES OSEOINTEGRACION

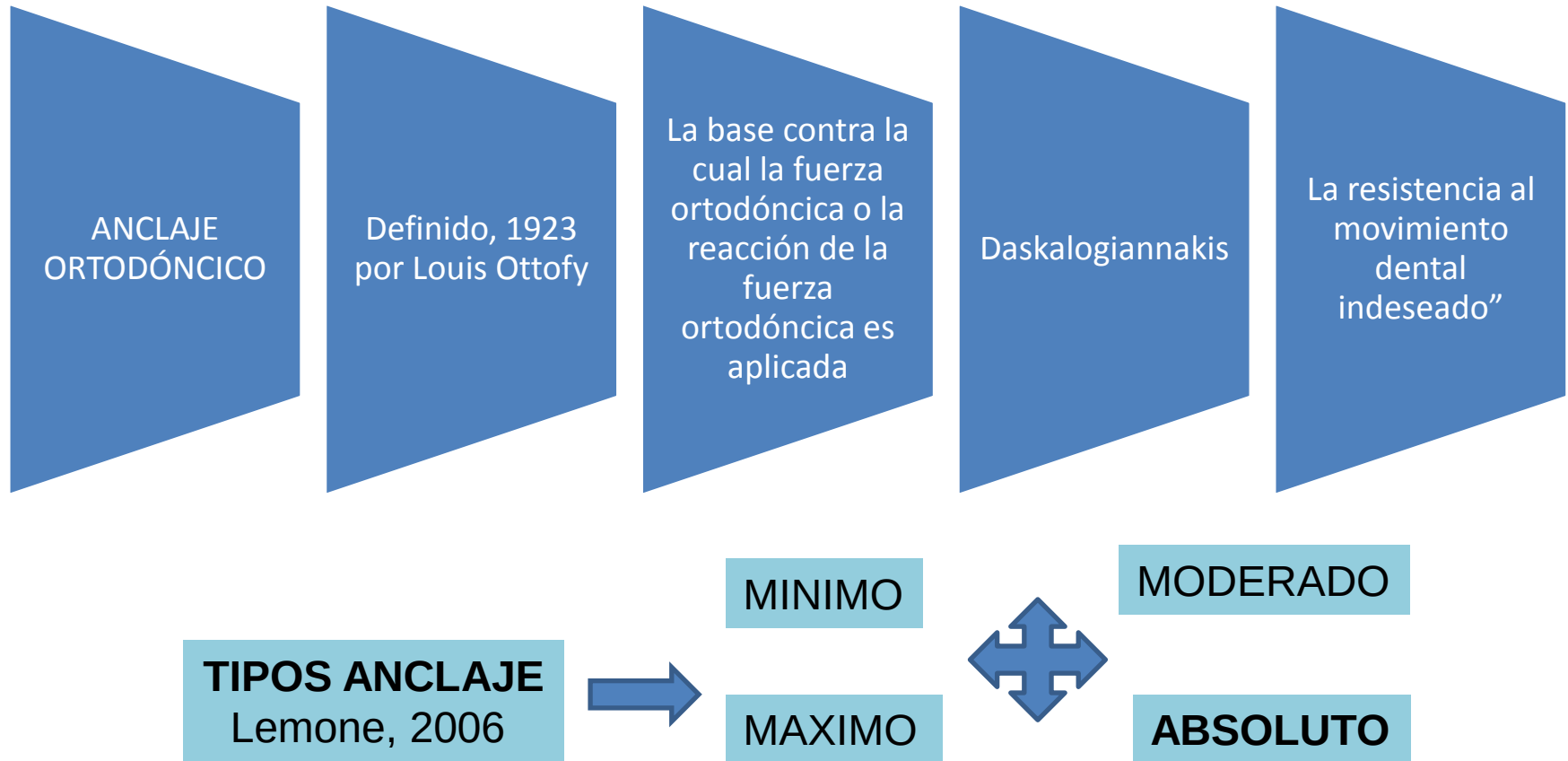


MINIIMPLANTES ORTODONTICOS

Los mini-implantes son dispositivos producidos a partir de una liga de titanio grado V (Ti-6Al-4V).



ANCLAJE ORTODONTICO



COMPONENTES MINIMPLANTE

*Porción
endoósea:* es la parte
activa que permite enroscar el
tornillo en el hueso

*Cuello
intramucoso:* tiene
mayor o menor longitud y
angulación para proteger la
mucosa

*Cabeza
ortodóncica:* es la
parte que se observa cuando
está colocado en la boca y tiene
diferentes diseños

Squeff , 2008



TORQUE

El *torque* es una magnitud vectorial y su valor numérico, por definición del producto vectorial

En implantología, el avance del tornillo por convención se considera el torque positivo (negativo) si la rotación que produciría la fuerza es en sentido antihorario (horario).

La unidad de medida del torque en el SI es el *Nm* (*newtons*)

HUESO

Clasificación de
Lekholm y Zar

Los procesos alveolares
se pueden clasificar
acorde a la cantidad de
hueso corticalizado y
medular en 4 tipos.

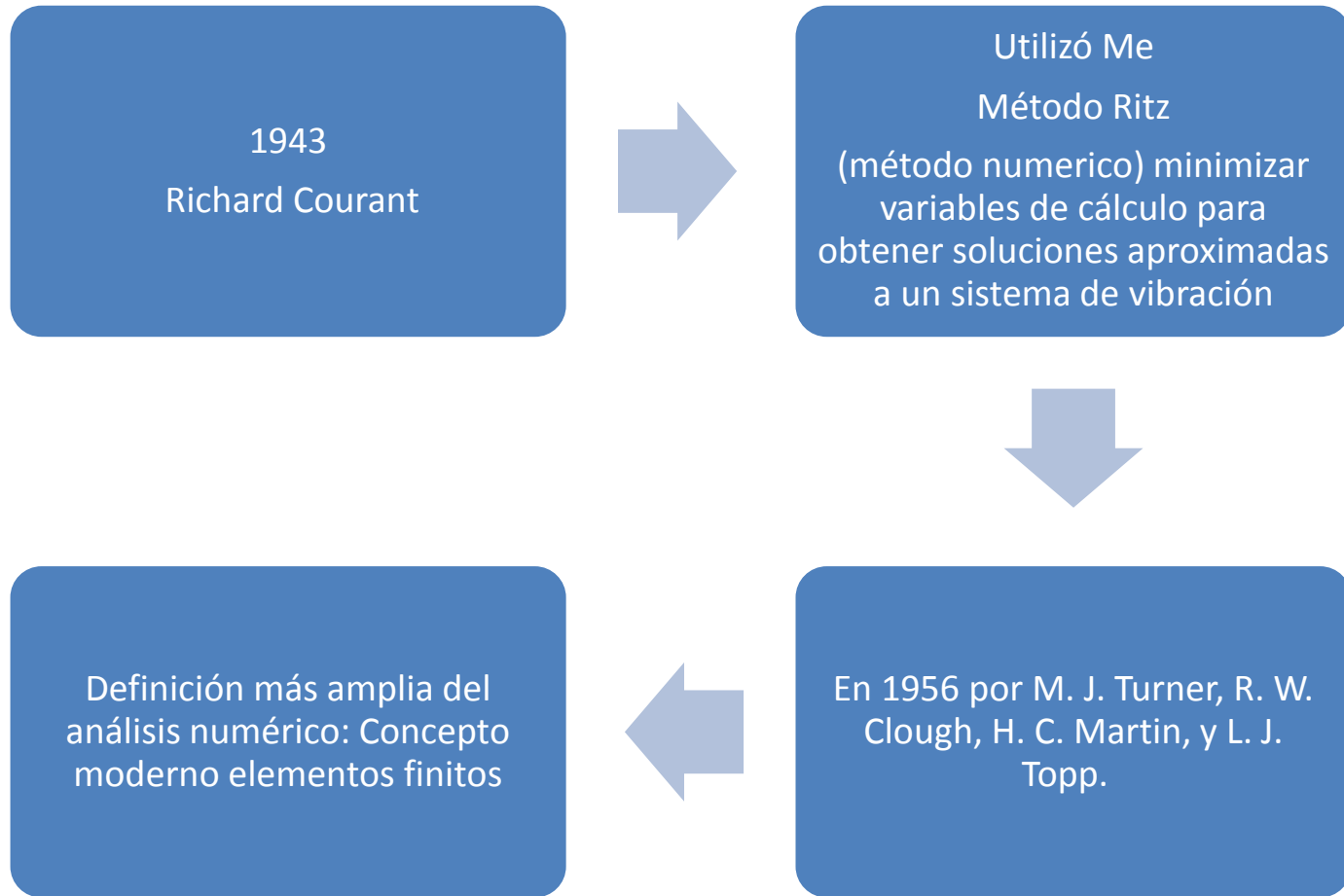
El hueso mandibular;
presenta un mayor
grado de corticalización
que el maxilar.

La corticalizacion
disminuye a medida
que se aleja de la zona
sinfisaria, disminuyendo
densidad ósea

•Lekholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T, eds. Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. Chicago, IL: Quintessence, 1985:199–209.

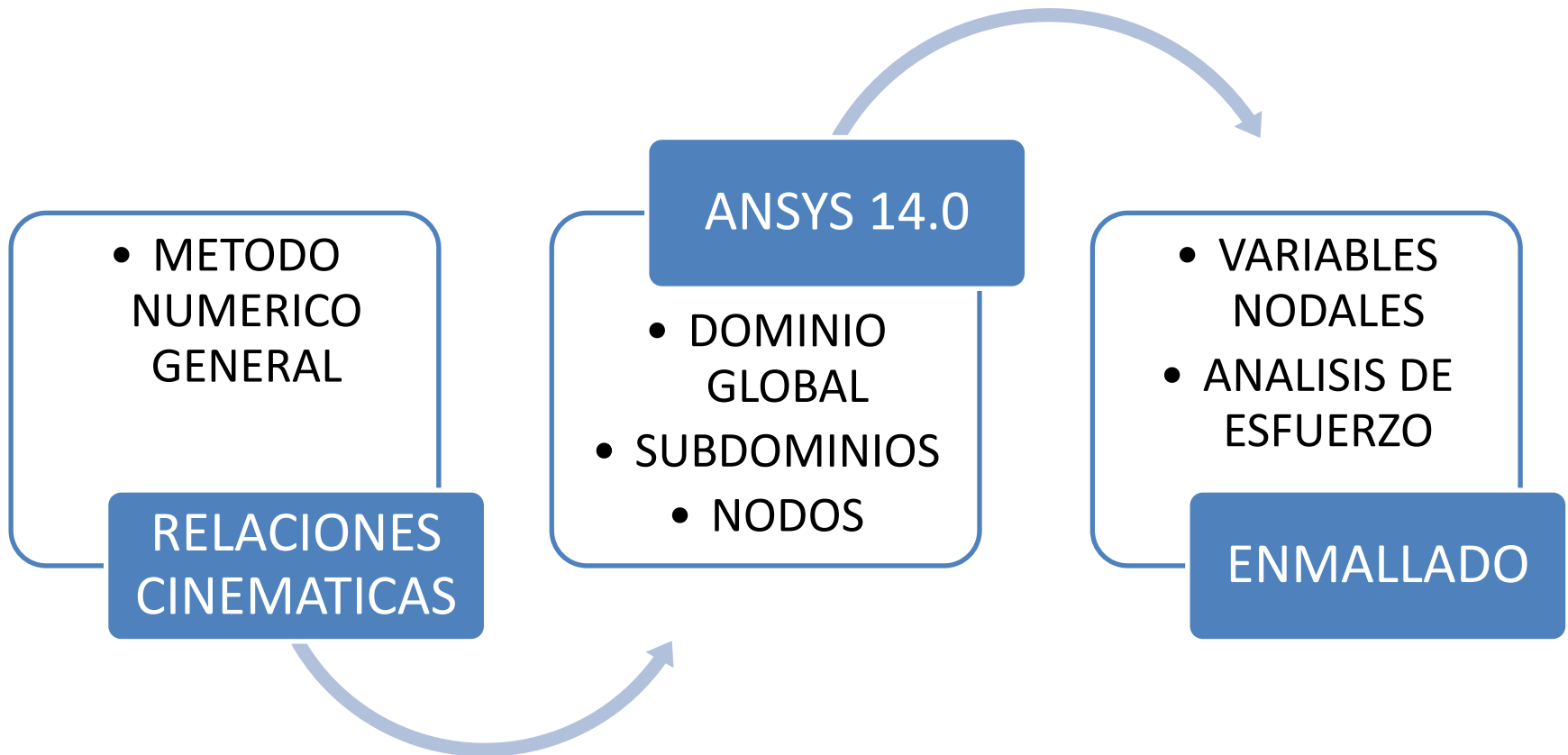
ELEMENTOS FINITOS

Método de Elementos Finitos (FEA)



- Belzer J; Holzman A; Kent A. Encyclopedia of Computer Science and Technology. Generative Epistemology of Problem Solving to Laplace and Geometric Transforms. Volume 9. 2008; 1-11
- Moreno P. Saez A. Introducción al programa ANSYS. Universidad de Sevilla. Ed. GIJON. 2009. 1-6

ELEMENTOS FINITOS



OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel de torque y sitios de mayor esfuerzo en el minimplante durante su inserción y retiro en hueso tipo II, evaluado mediante el análisis estructural con elementos finitos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar el punto de mayor esfuerzo en los minimplantes ortodónticos al someter a estos a pruebas estandarizadas mediante el modelo de elementos finitos

Identificar el nivel de torque ante el cual se produce el mayor esfuerzo y el punto crítico estructural del minimplante al someter a estos a pruebas estandarizadas mediante el modelo de elementos finitos

ASPECTOS METODOLÓGICOS

TIPO DE ESTUDIO

Estudio experimental simulado

Feriz G, Muñoz A.

CRITERIOS DE SELECCIÓN



Figura 1. Metalografía minimplante titanio grado 5 ® (Ti6Al4V)

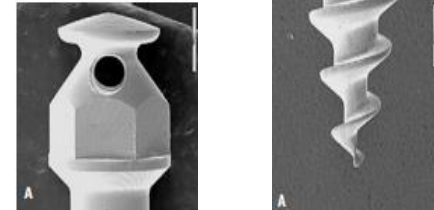


Figura 2. Microfotografía electrónica magnificada de minimplante ®

Ferreira, F.C Leite Quaglio, C., Tapia Rivera, J.G; Jirón, J.F., Analisis Estructural De Mini-Implantes Ortodónticos. Acta Venezolana. 2013;(1) 51.

PROCEDIMIENTO

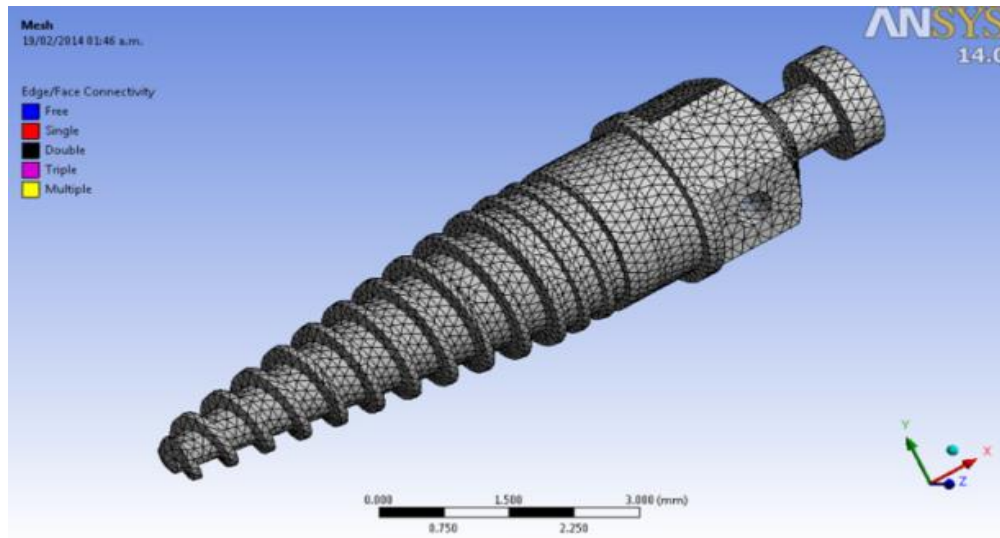
PREPROCESAMIENTO

Mini implante se escogió realizar la geometría básica 3D en AUTODESK INVENTOR 2012

Importándola desde la herramienta DESIGN MODELER de ANSYS 4.0

Modelaje de las capas cortical (Cortical Bone) y esponjosa (Cancellous Bone) en DESIGN MODELER de ANSYS 4.0

PROCEDIMIENTO



Statistics

☐ Nodes	71424
☐ Elements	47241
Mesh Metric	None

Scope

Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Body

Definition

Suppressed	No
Type	Element Size
☐ Element Size	0.15 mm
Behavior	Hard

Figura 3. Modelaje minimplante ANSYS 14.0

PROCEDIMIENTO PROCESAMIENTO

Debido a que el diámetro de aplicación de torque es de 2mm, se estableció una condición de carga combinada. y se determinaron en la simulación propiedades específicas

1	Property	Value
2	 Density	4620
3	 Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	
6	 Isotropic Elasticity	
12	 Bilinear Isotropic Hardening	
13	Yield Strength	860
14	Tangent Modulus	1250
15	 Tensile Yield Strength	860
16	 Compressive Yield Strength	9.3E+08
17	 Tensile Ultimate Strength	8.6E+08
18	 Compressive Ultimate Strength	0
19	 Isotropic Thermal Conductivity	21.9
20	 Specific Heat	522
21	 Isotropic Relative Permeability	1
22	 Isotropic Resistivity	1.7E-06

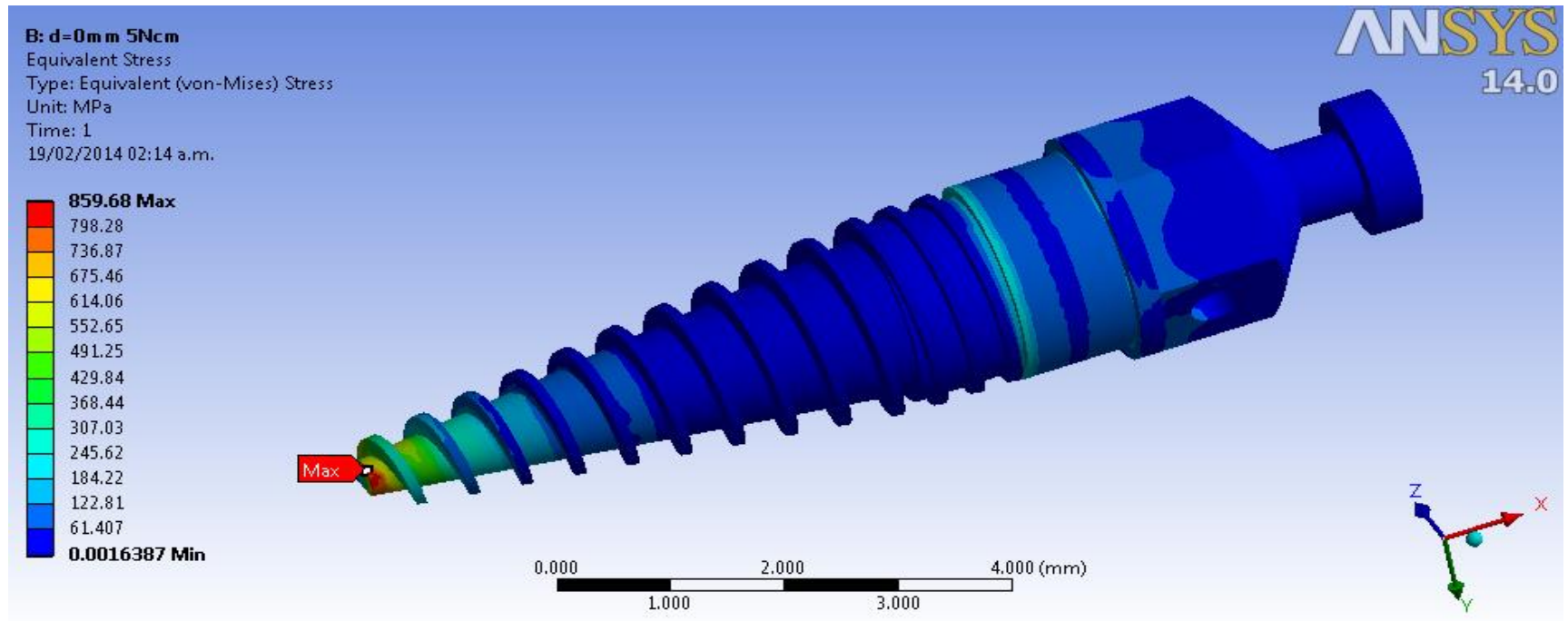
Tabla 1. Características de carga / simulación

RESULTADOS

CASO 1

Previa a la perforación e inserción del primer filete del mini implante bajo la condición de carga combinada.

Figura 4. Inserción del minimplante 5Ncm. Extremo fijo 0% Niveles de Esfuerzo según el nivel toque

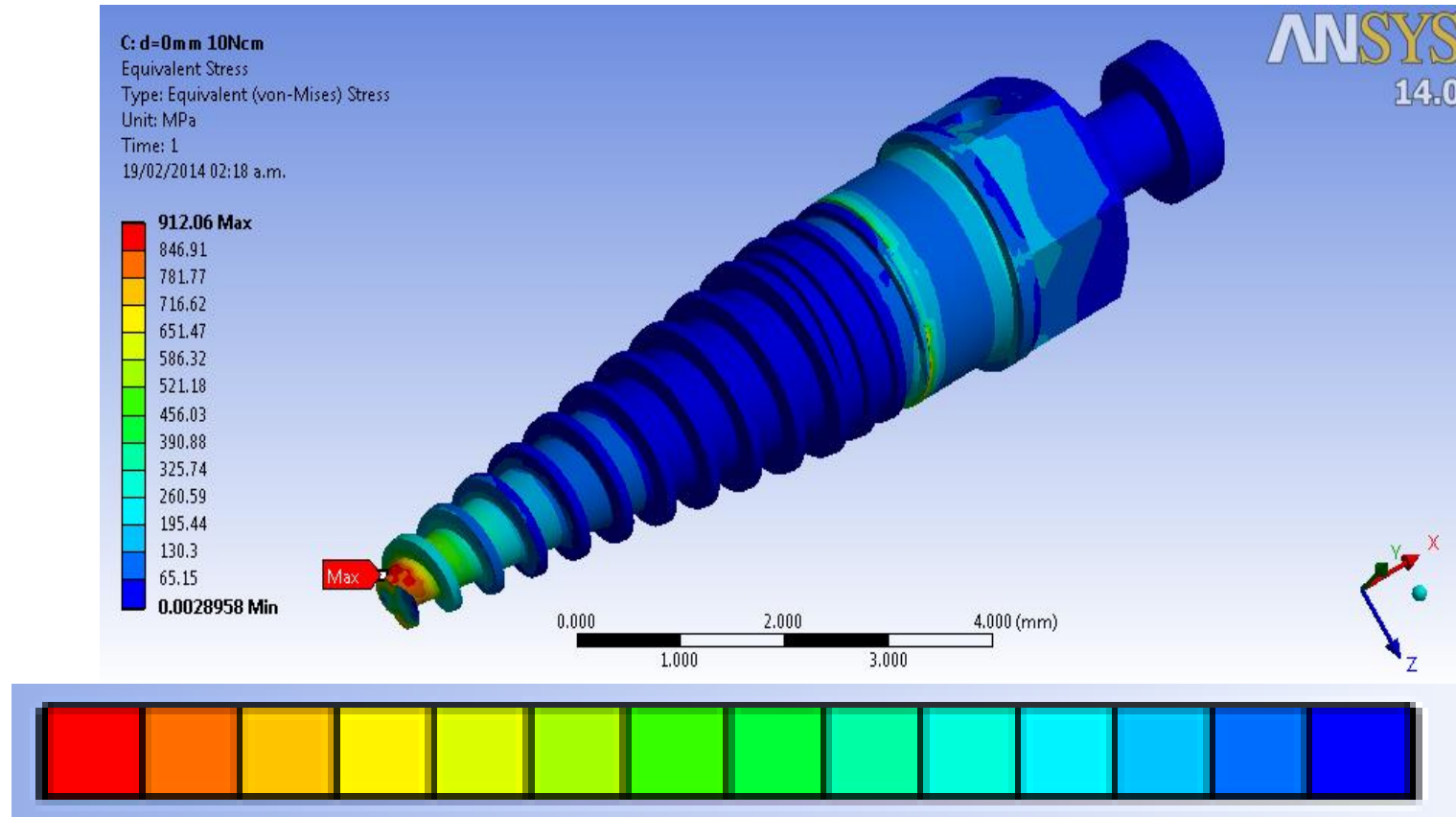


859.68 MPa

0.0016387 MPa

Figura 5. Inserción del minimplante 10 Ncm. Extremo fijo 0%.

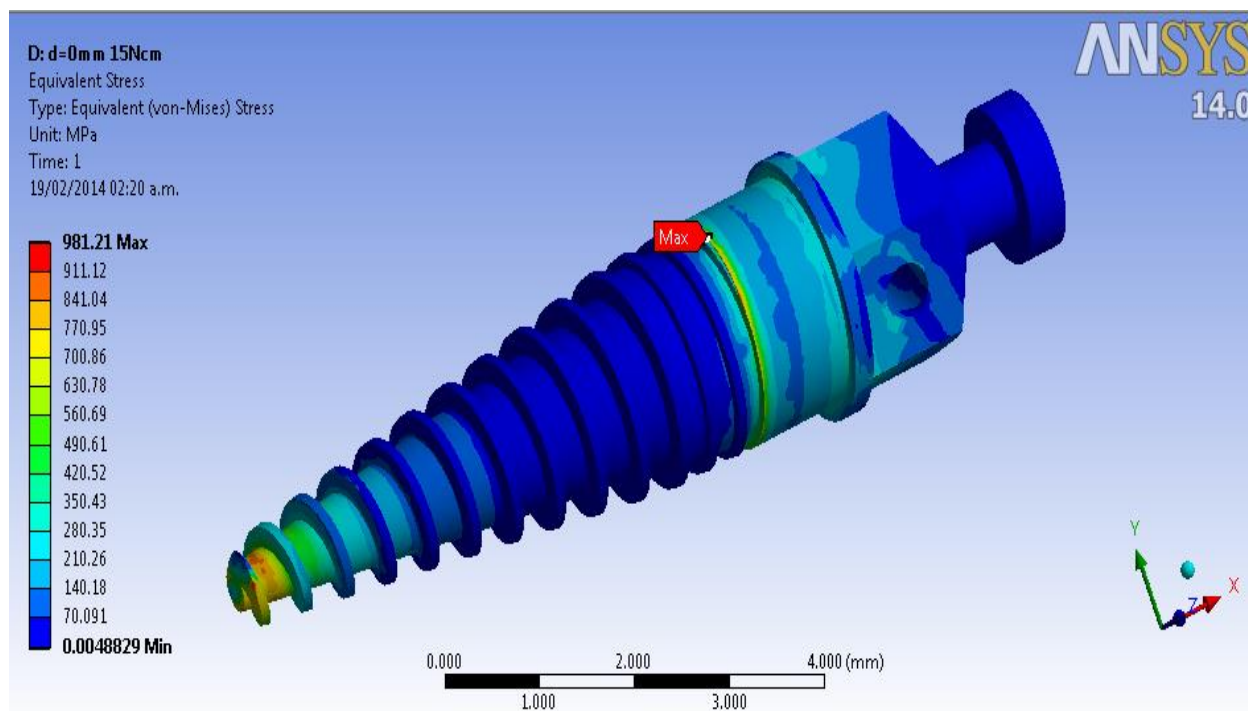
Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



912.06 MPa

0.0028958 MPa

Figura 6. Inserción del minimplante 15 Ncm. Extremo fijo 0% Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



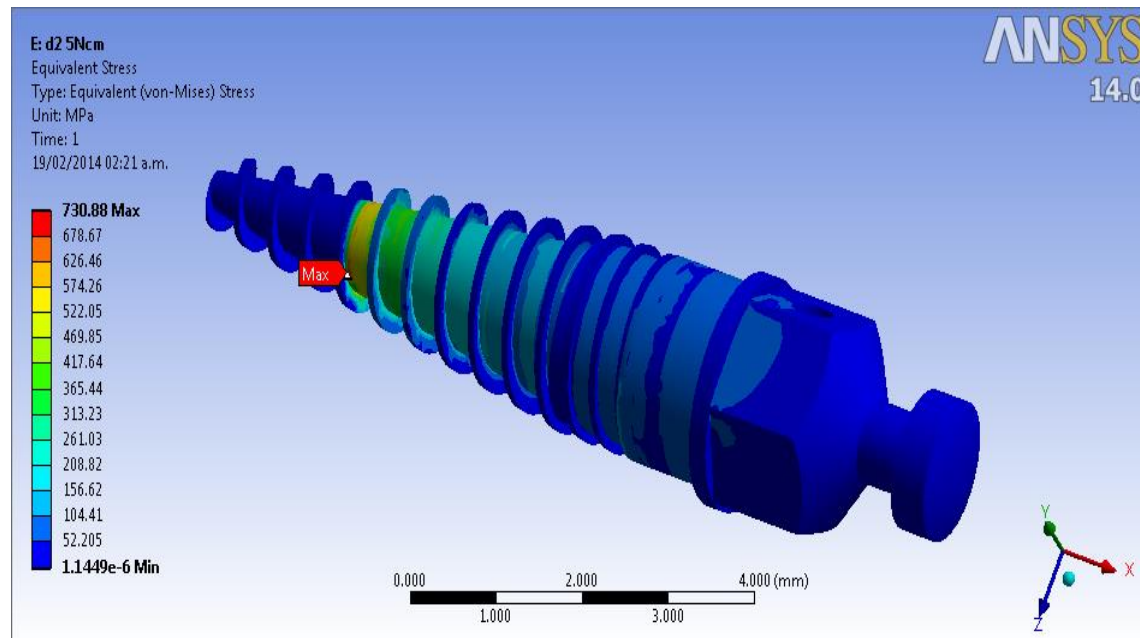
981.21 MPa

0.0048829 MPa

CASO 2

Inserción del 30% del número de filetes del mini implante bajo la condición de carga combinada

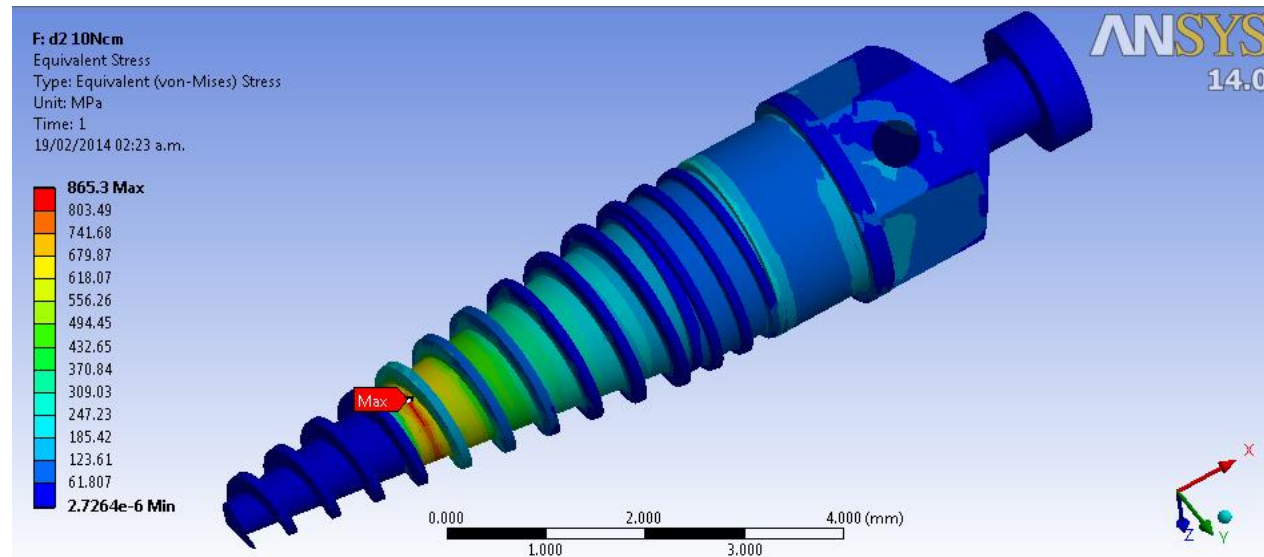
Figura 7: 5Ncm y fijación en primeros filetes del minimplante 30% Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



730.88 MPa

1.1449e-6 MPa

Figura 9. 10Ncm y fijación en primeros filetes del minimplante 30% Niveles de Esfuerzo según el nivel toque

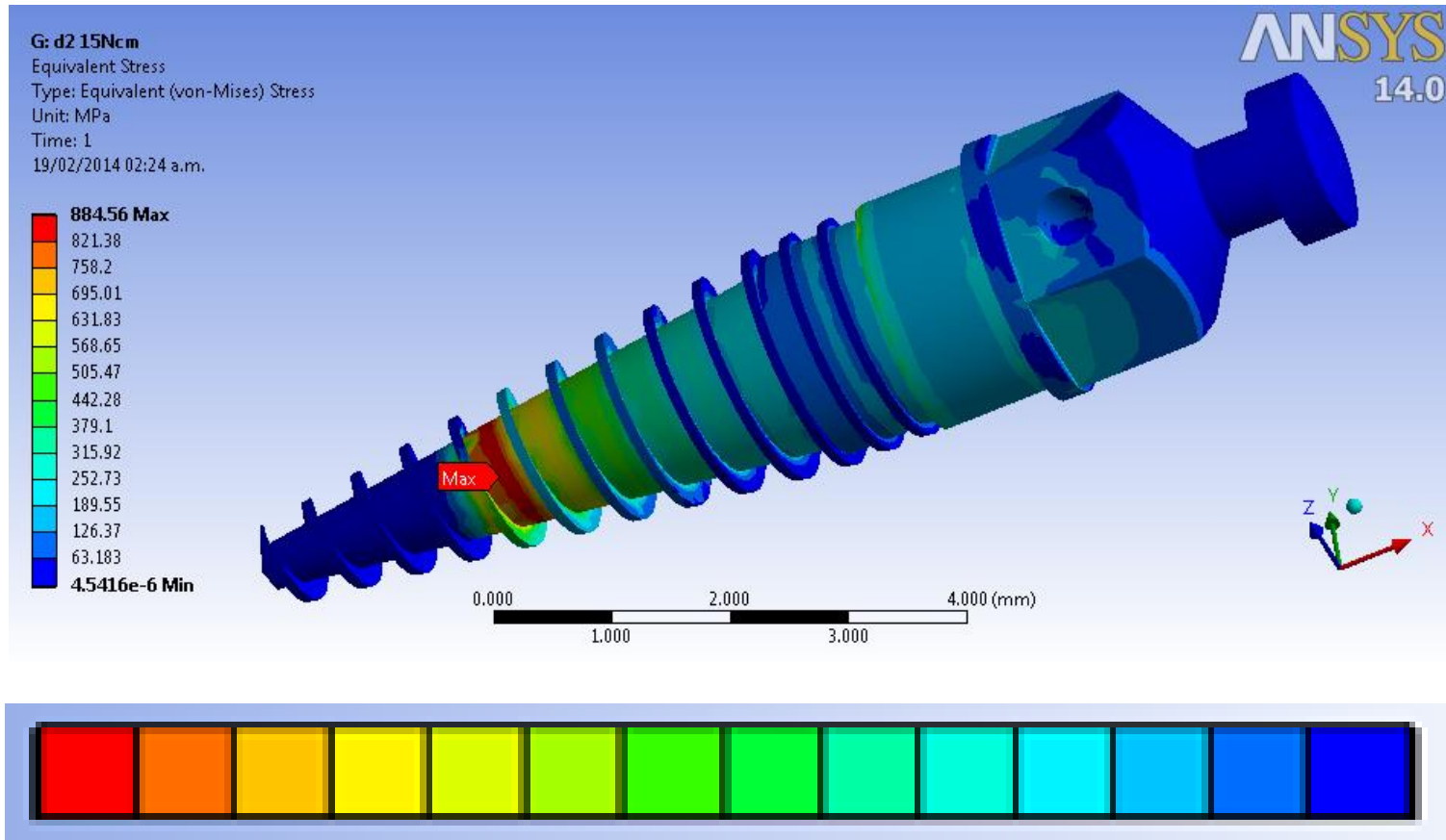


865.3 MPa

2.7264e-6 MPa

Figura 10. 15Ncm y fijación en primeros filetes del minimplante 30%

Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



884.56 MPa

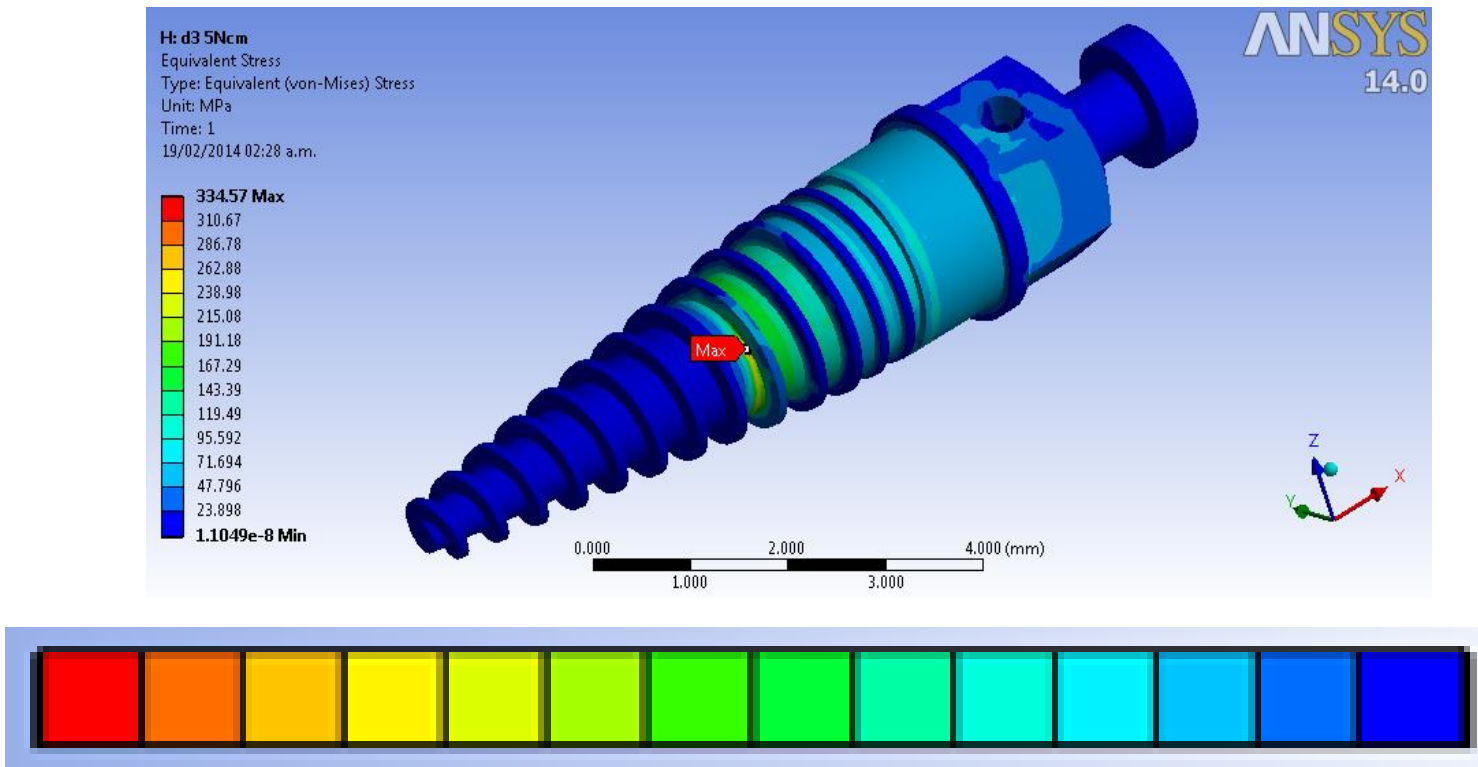
4.5416e-6 MPa

CASO 3

Inserción del 60% del número de filetes del mini implante bajo la condición de carga combinada

Figura 11. 5Ncm y fijación en 60% de los filetes del minimplante

Niveles de Esfuerzo según el nivel toque

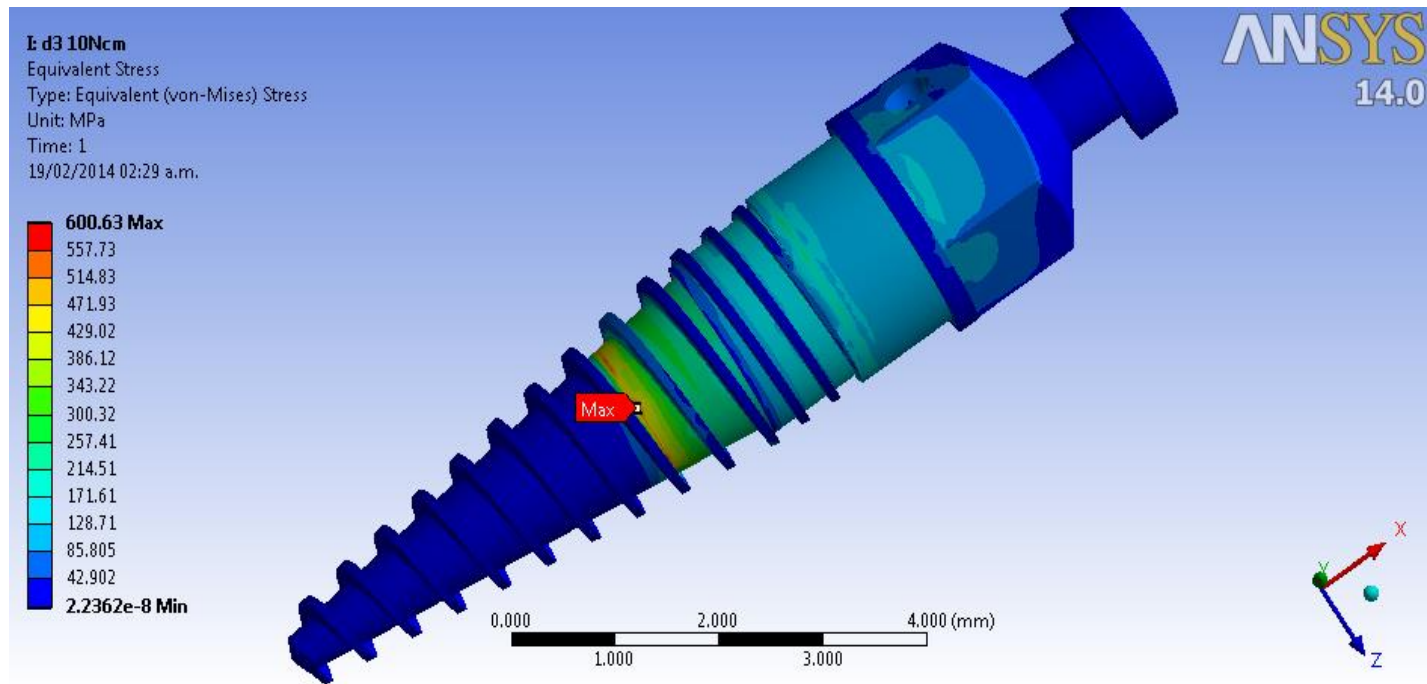


334.57 MPa

1.1049e-8 MPa

Figura 12. 10 Ncm y fijación en 60% de los filetes del minimplante

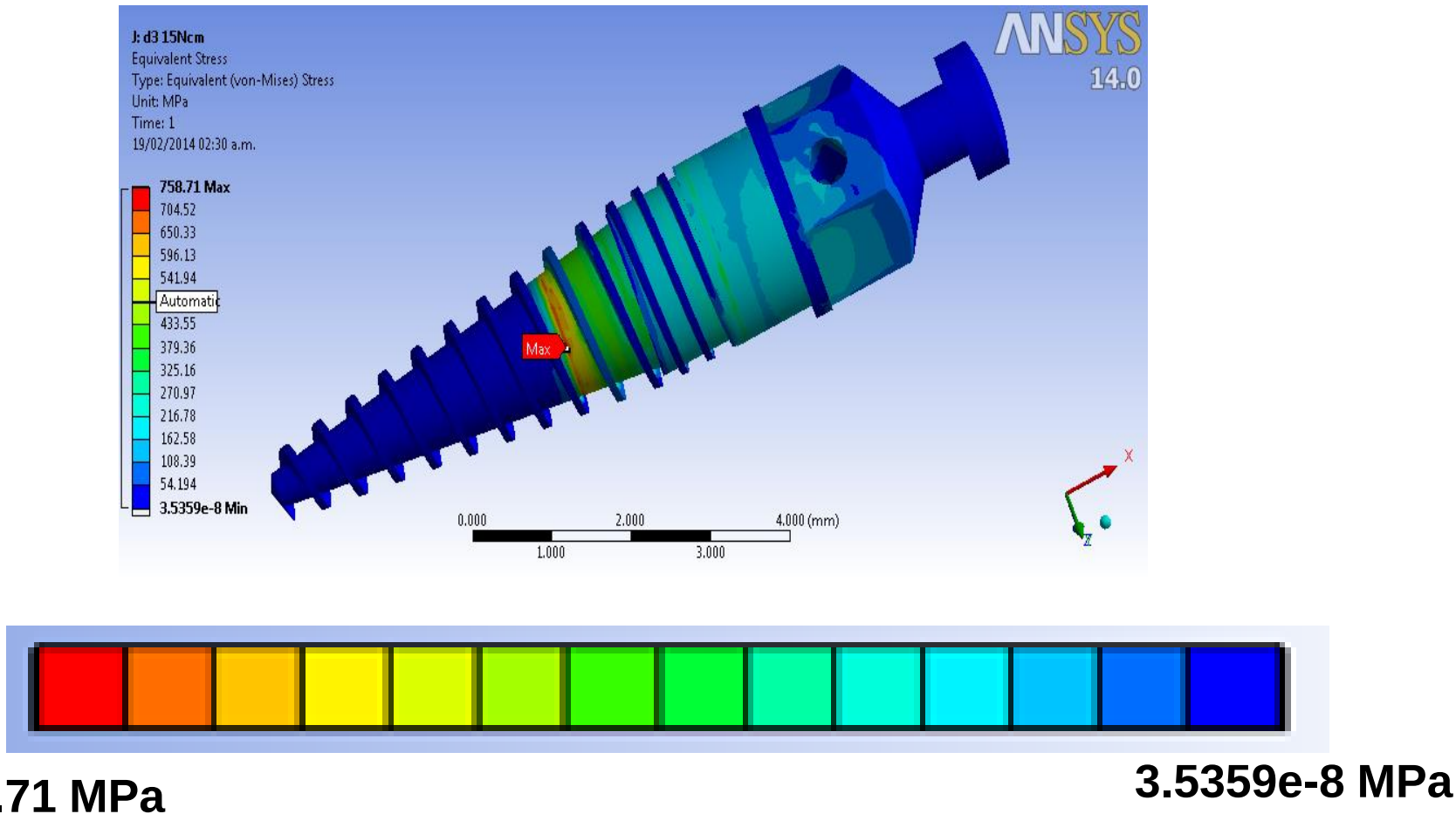
Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



600.63 MPa

2.2362e-8 MPa

Figura 13. 15 Ncm y fijación en 60% de los filetes del minimplante Niveles de Esfuerzo según el nivel toque

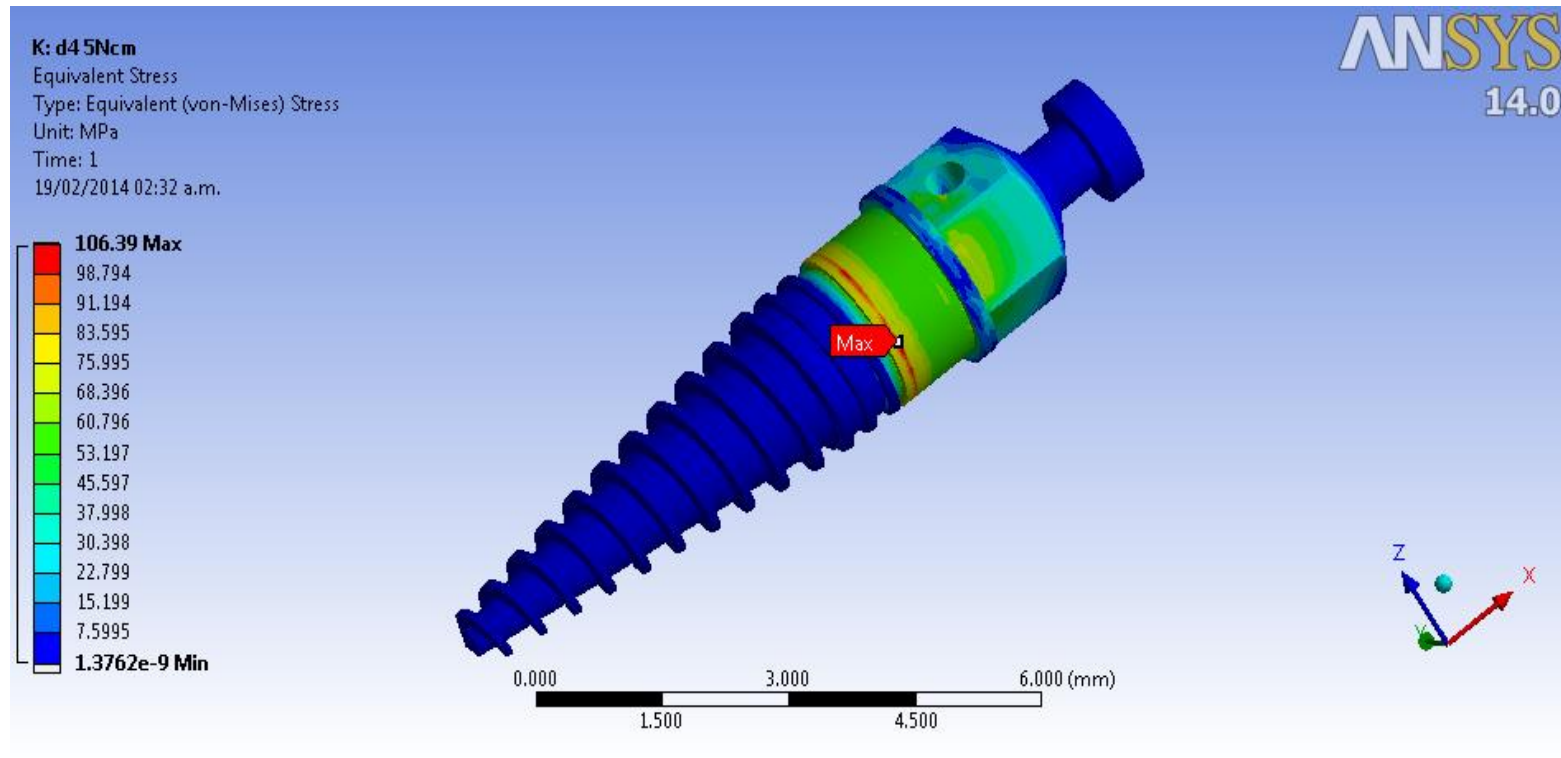


CASO 4

Inserción del 100% del número de filetes del mini implante bajo la condición de carga combinada.

Figura 14. 5Ncm y fijación en 100% de los filetes del minimplante

Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



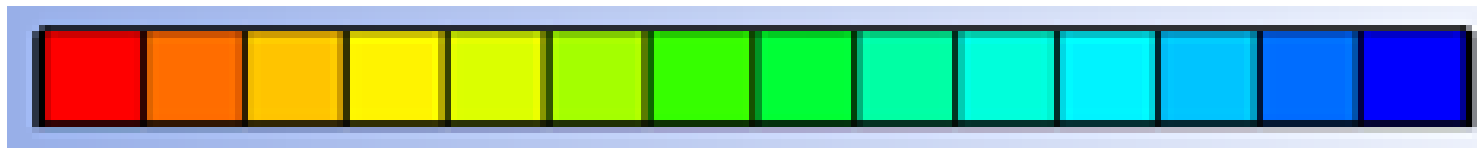
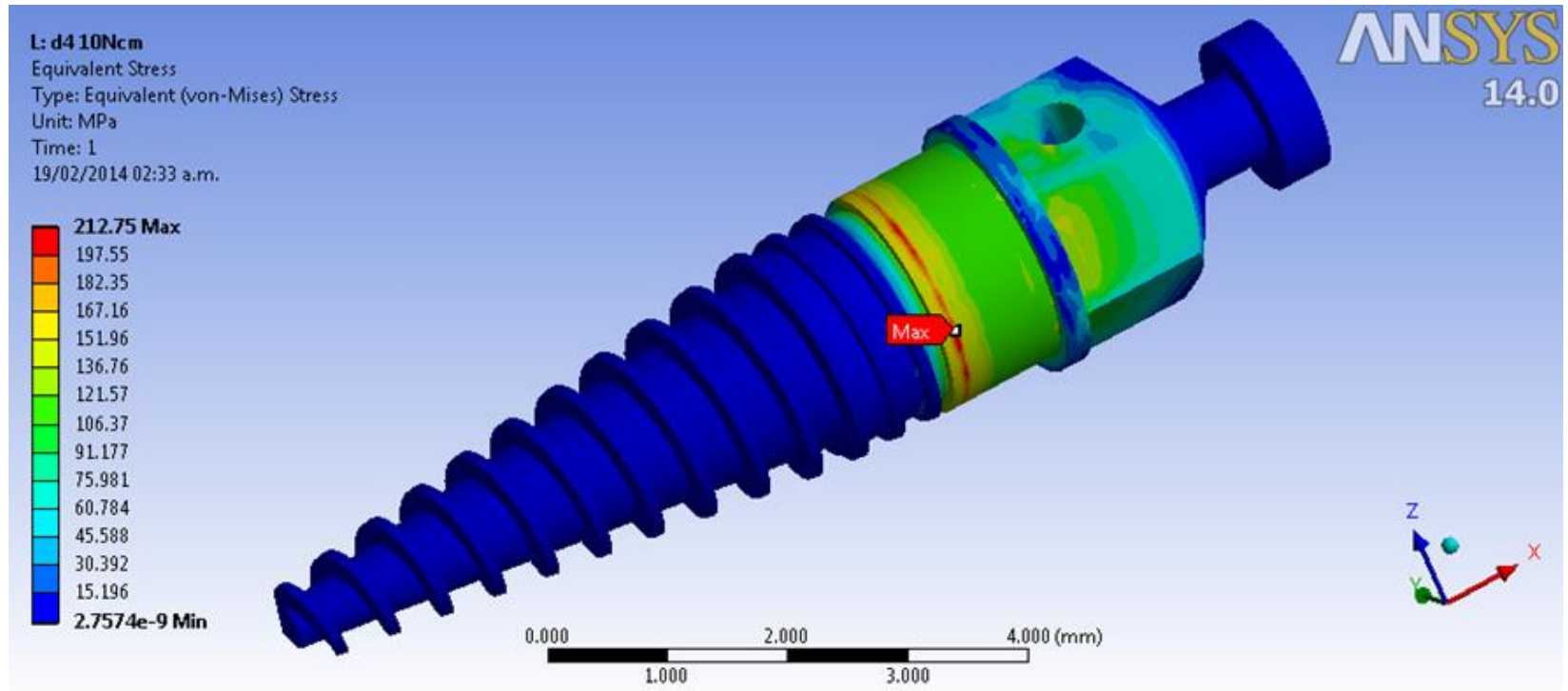
106.39 MPa

1.3762e-9 MPa

Feriz G, Muñoz A.

Figura 15. 10 Ncm y fijación en 100% de los filetes del minimplante

Niveles de Esfuerzo según el nivel toque

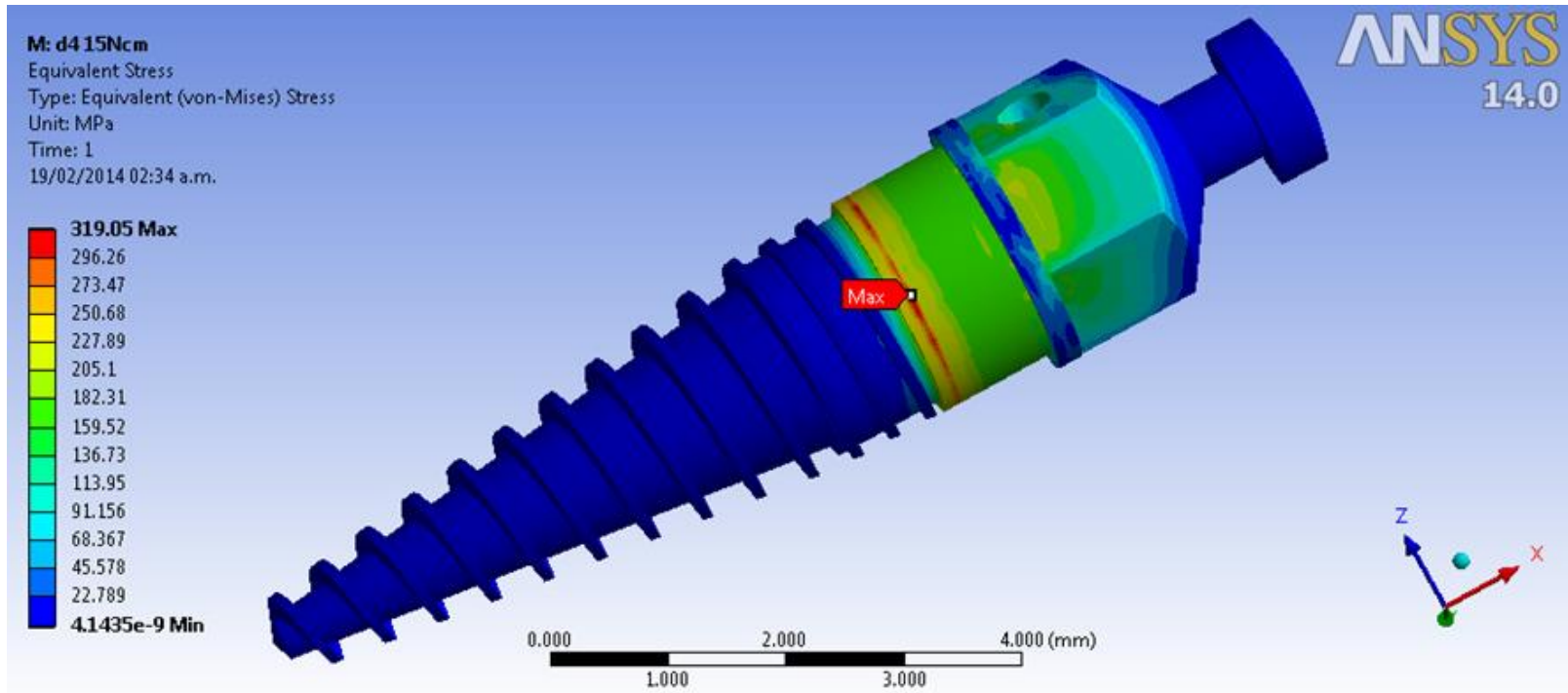


212.75 MPa

2.7574e-9 MPa

Figura 16. 15 Ncm y fijación en 100% de los filetes del minimplante

Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



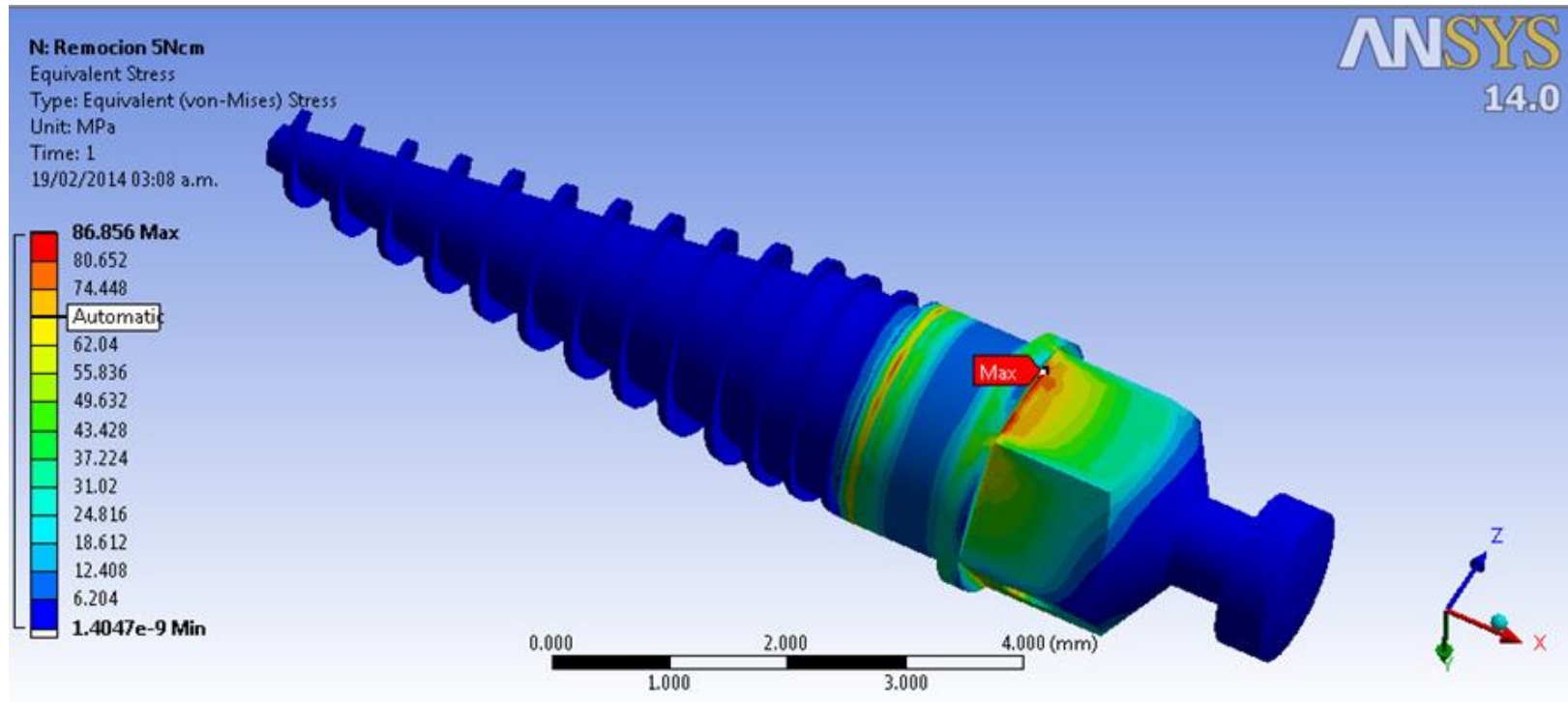
319.05 MPa

4.1435e-9 MPa
Feriz G, Muñoz A.

CASO 5

Remoción de mini implante 5Ncm

Figura 17. Remoción de mini implante 5Ncm
Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



86.856 MPa

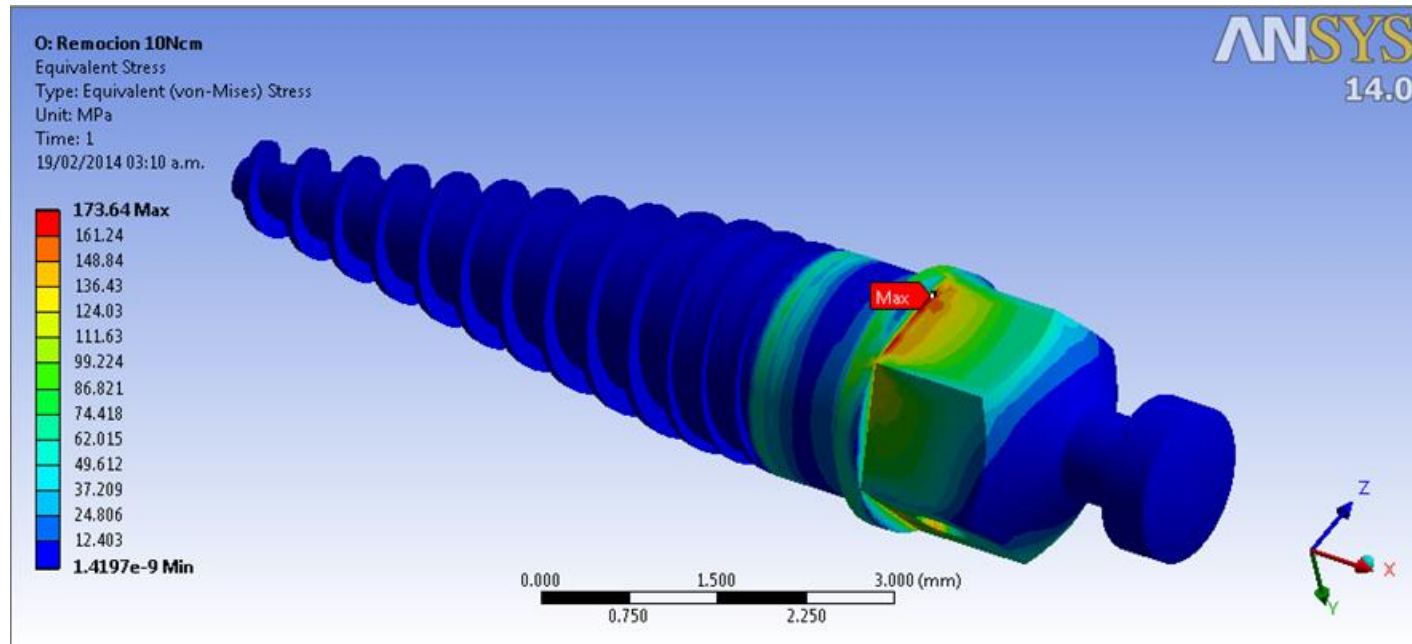
1.4047e-9 MPa

Feriz G, Muñoz A.

CASO 6

Remoción de mini implante 10Ncm

Figura 18. Remoción de mini implante 10Ncm Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



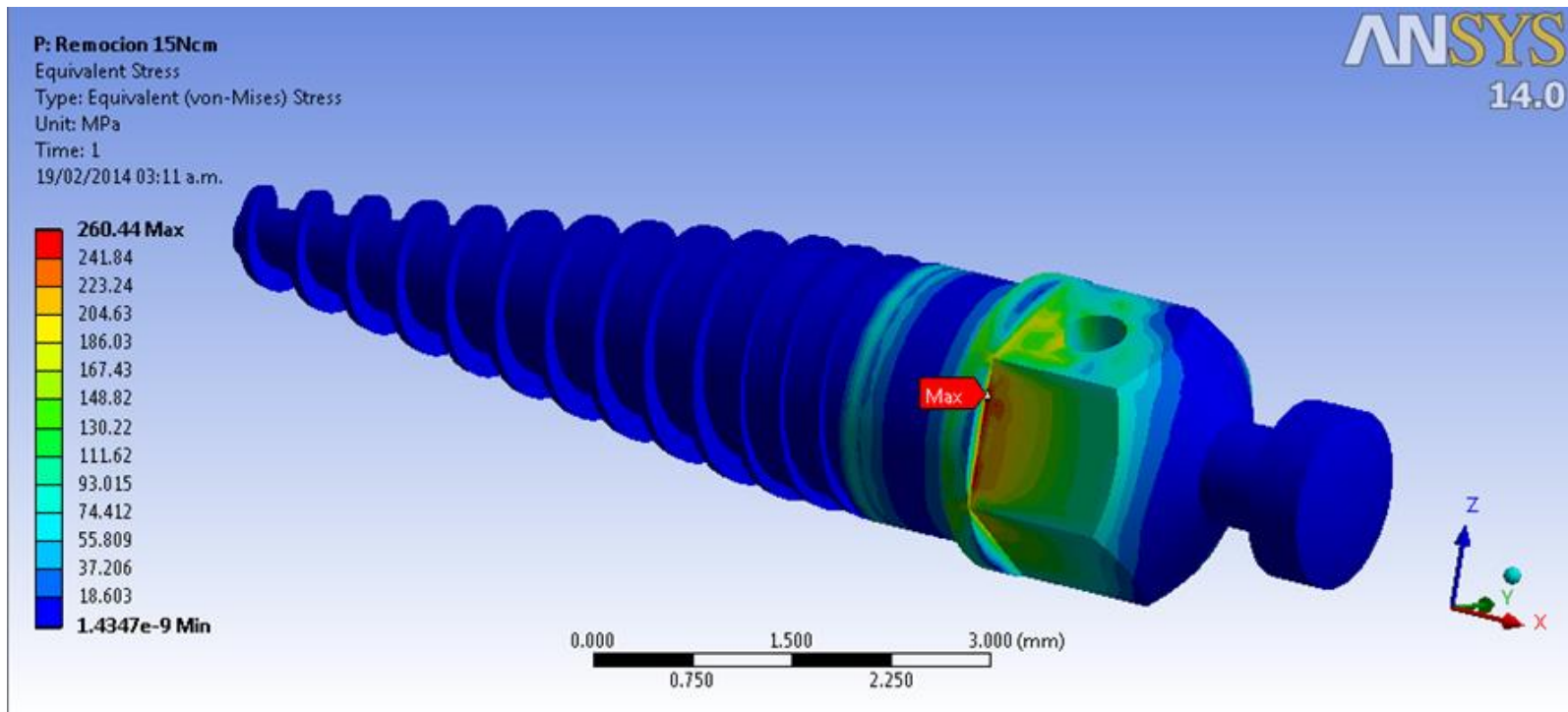
173.64 MPa

1.4197e-9 MPa

CASO 7

Remoción de mini implante 15Ncm

Figura 19. Remoción de mini implante 15Ncm Niveles de Esfuerzo según el nivel toque



260.44 MPa

1.4347e-9 MPa

Feriz G, Muñoz A.

Figura 20. Comportamiento del esfuerzo en el minimplante en avances del 0, 30, 60 y 100%

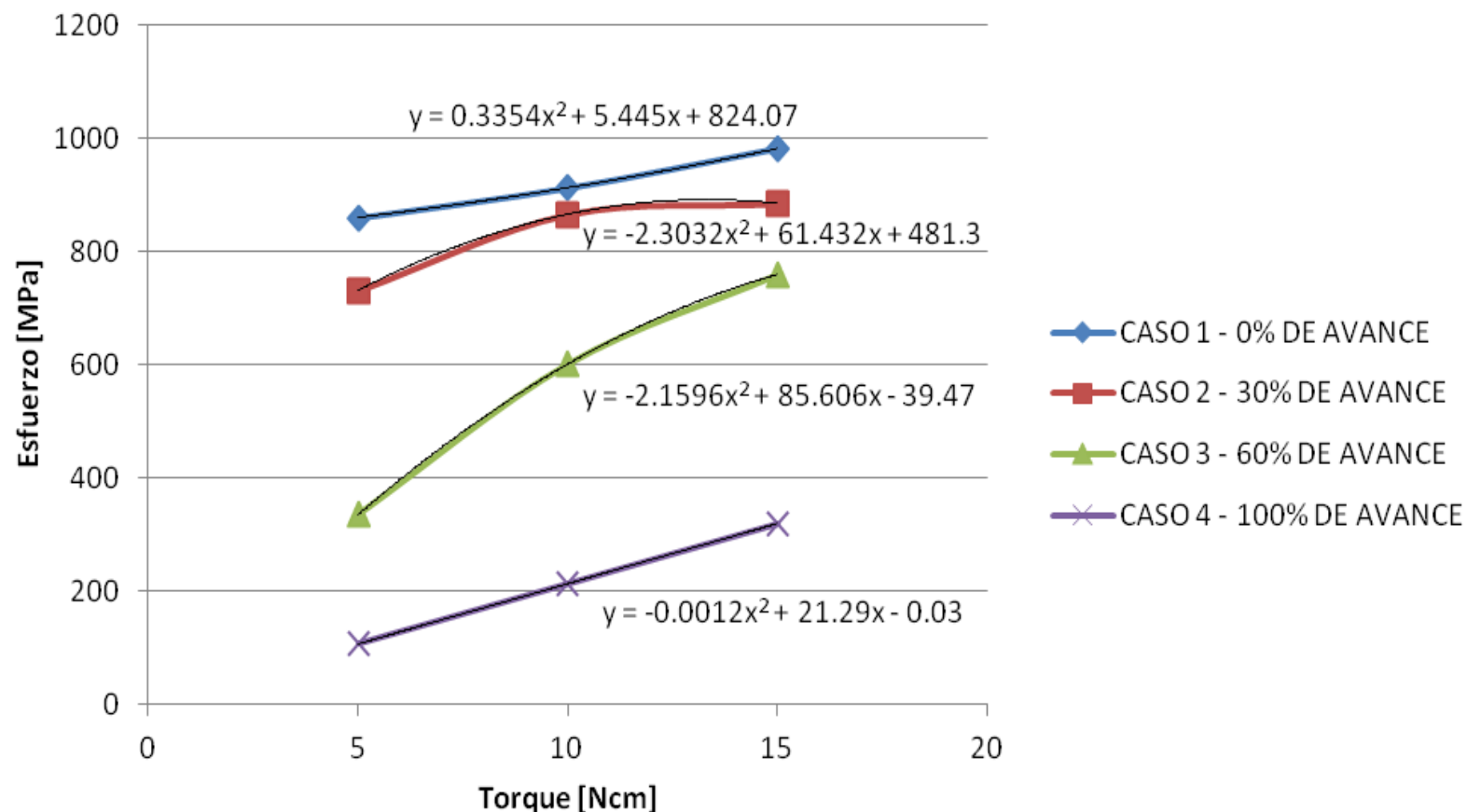


Figura 21. Comportamiento del esfuerzo en el minimplante para cada torque aplicado en función del avance de inserción

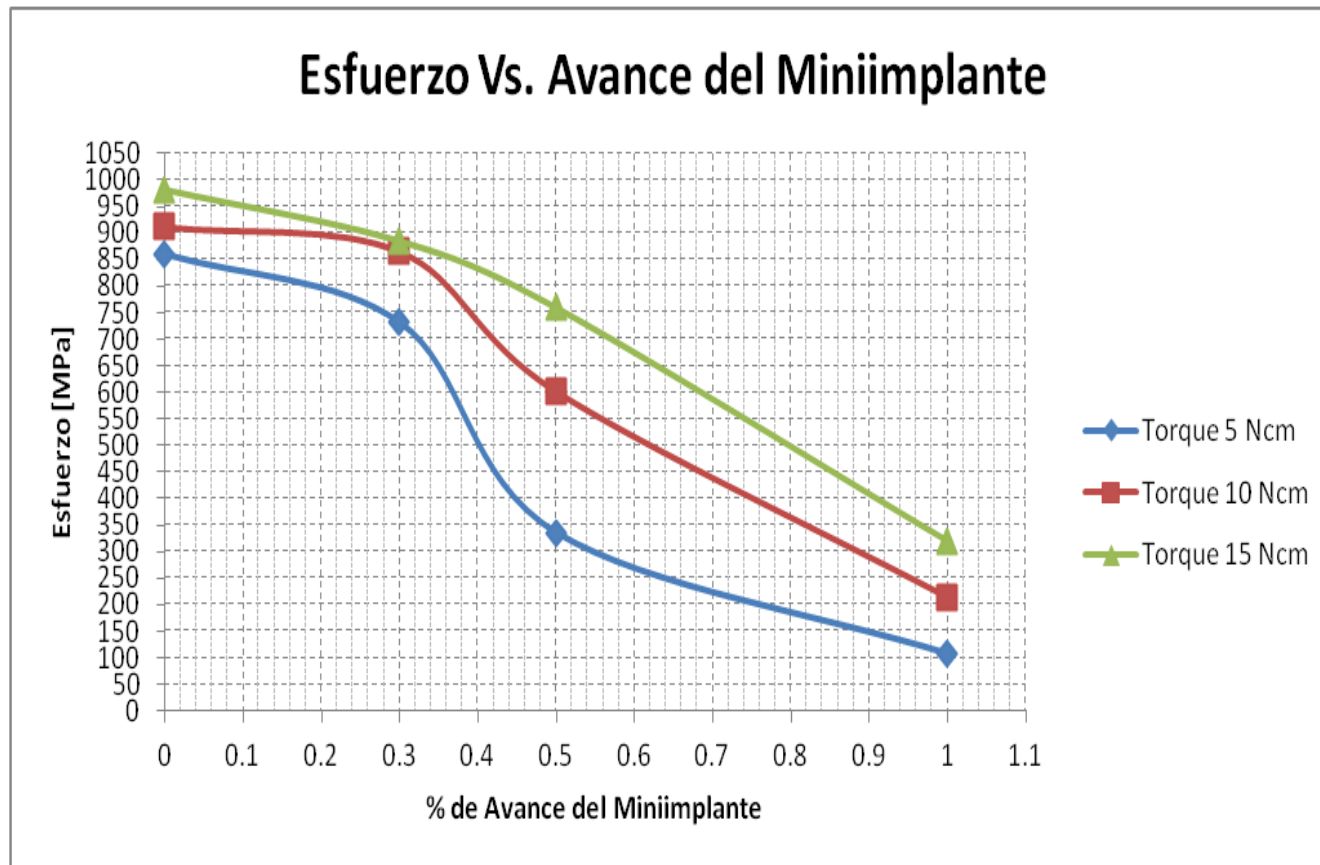


Figura 22. Proyección de esfuerzos Vs Torque aplicado

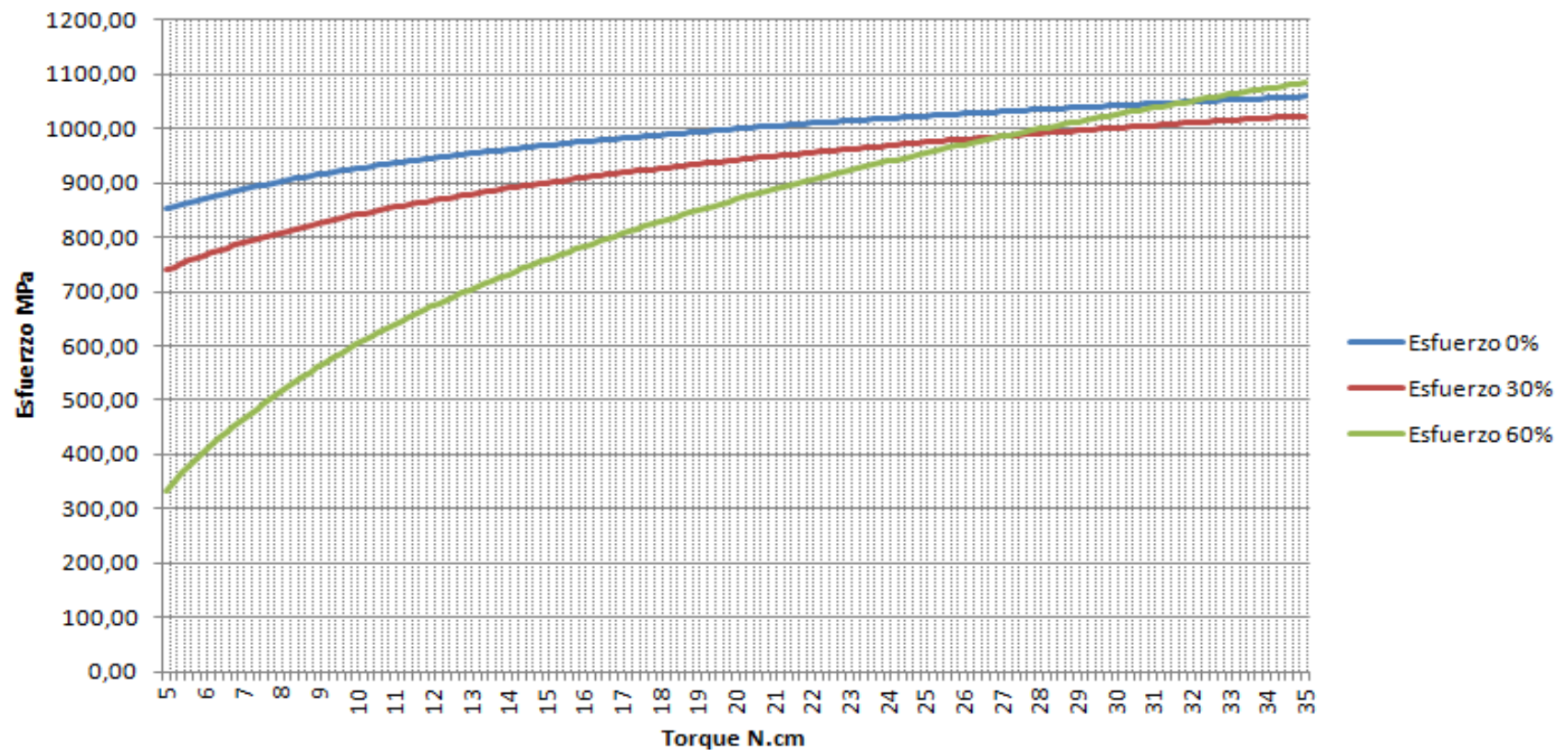
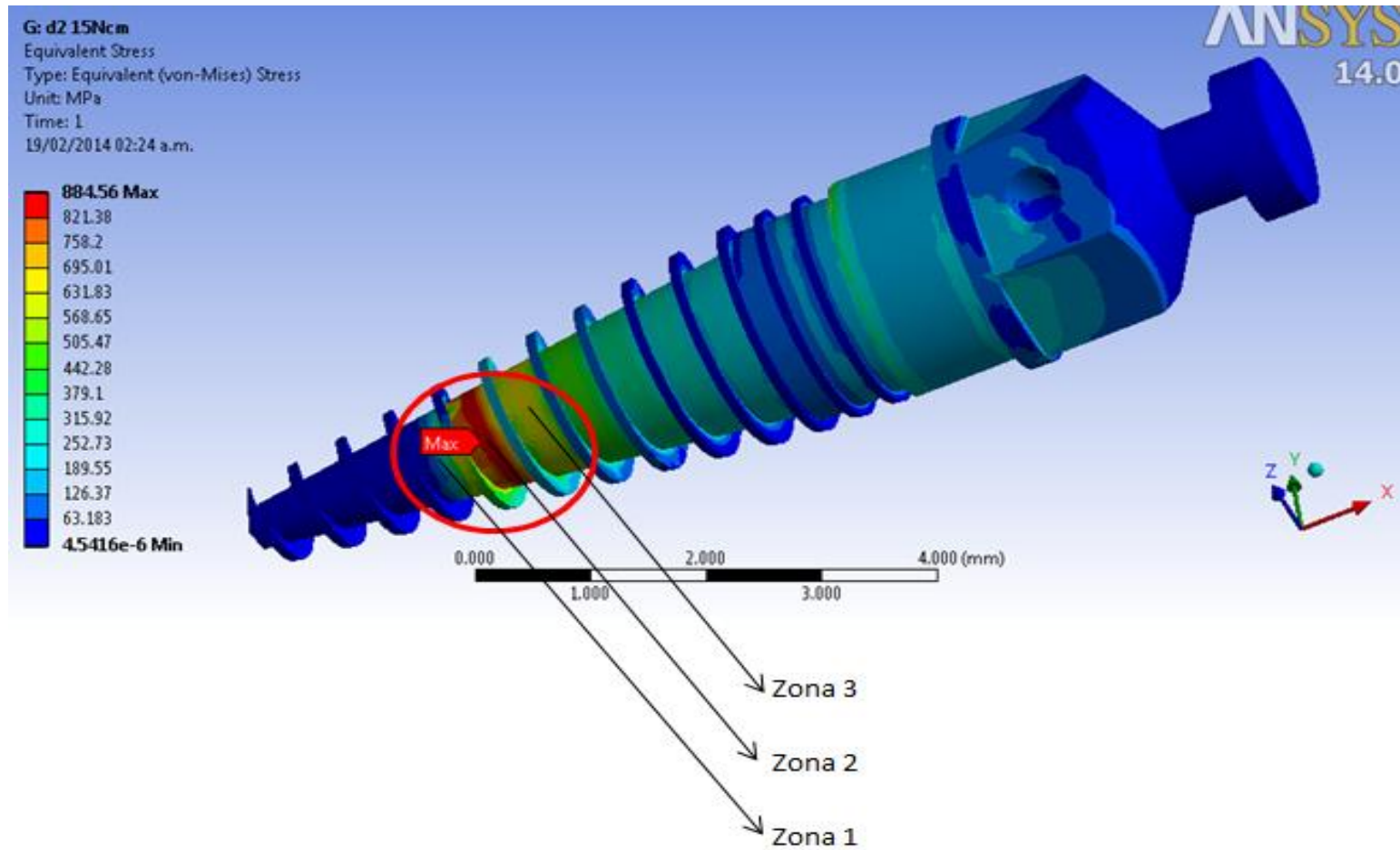


Figura 23. Zona crítica: deformación permanente



DISCUSIÓN

Melsen y
colaboradores en 2000

Lima en 2011
Niveles de fractura de
torque por torsión :

Zona critica de el minimplante:
884.56 MPa de esfuerzo ante un torque
de 21.5 Ncm/ 26.6Ncm,y aun valor de
esfuerzo de 979.10 MPa

torque de inserción
25,4 Ncm y 32.8 N.cm

7:
torque de ruptura (TR)
26.4 N.cm

Morais en 2007,
Ferreira en 2013:
torque de inserción
4Ncm y los 15 Ncm

CONCLUSIONES

Se puede sugerir que la inserción de minimplante a un torque inferior de 21.5 Ncm, disminuiría las probabilidades de fallo del dispositivo y propiamente del material, ya que es a partir de este nivel de torque donde comienza la deformación permanente.

RECOMENDACIONES

Se sugiere continuar con el análisis de elementos finitos pero comparando este con una muestra de ruptura de minimplantes invitro y un consecuente análisis dinámico con FEA de estos resultados; basándose en los datos de metalografía recopilados en este estudio, lo cual permitiría establecer con mayor aproximación y una mayor exactitud las normas y tendencia propias del evento de fractura del minimplante ortodóntico.

GRACIAS