



unicoc
Colegio Odontológico

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES A NIVEL
DEL TORNILLO DE FIJACIÓN Y EL TEJIDO ÓSEO
PERIIMPLANTAR, VARIANDO LA RELACIÓN CORONA /
IMPLANTE Y DIÁMETRO DEL IMPLANTE**

INVESTIGADORES

**LIDDA BASTO LIZCANO
NATALY BELTRAN DIAZ
CRISTIAN GONZALEZ MORALES**

PROSTODONCIA IV
Bogotá, Mayo 30 de 2017

ASESORES

Dr. Edgar Meneses

Asesor científico

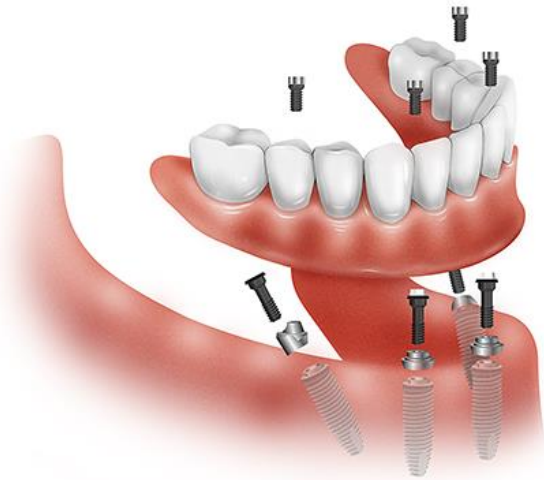
Prostodoncista

Dra: Diana Parra

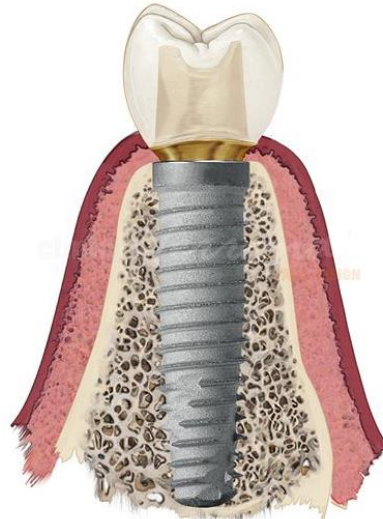
Asesora metodológica

Odontóloga - epidemióloga

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



<http://www.denplant.es/protesis-hibridas/>



<http://www.clinicaferrando.com/portfolio/implante-unitario-posterior-2/>



<http://www.aurident.cl/web/implantologia/>

TRATAMIENTO CON IMPLANTES

- Principal opción de tratamiento.
- Predictibilidad y viabilidad.
- Alta tasa de supervivencia y éxito.
- Complicaciones biológicas, técnicas y mecánicas

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

REHABILITACIÓN CON IMPLANTES DENTALES SECTOR POSTERIOR

LIMITACIONES ANATÓMICAS



<http://www.dentisalut.com/elevacion-seno-maxilar/>



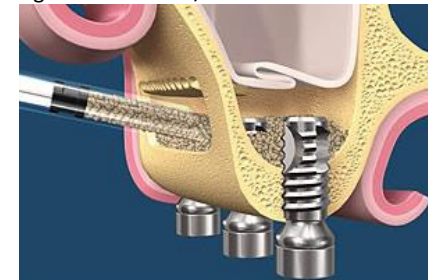
<https://www.saluspot.com/t/nervio-dentario-inferior/>



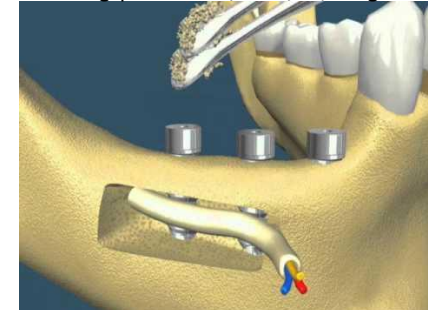
- Tiempo tratamiento.
- Costos.
- Complicaciones posoperatorias.



<http://portal.hollenback.es/portfolio-elementos/regeneracion-osea/>



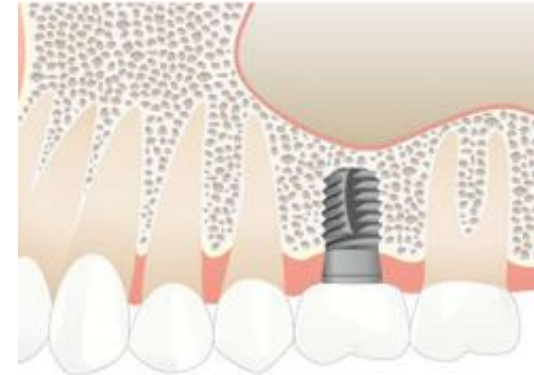
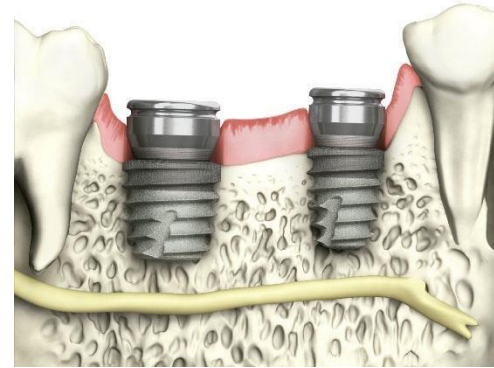
<http://centredentalmarfil.blogspot.com.co/2011/01/cirug-la-cirug-oral-es-la-especialidad.html>



<https://es.slideshare.net/erihenry/implante-sector-posterior>

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

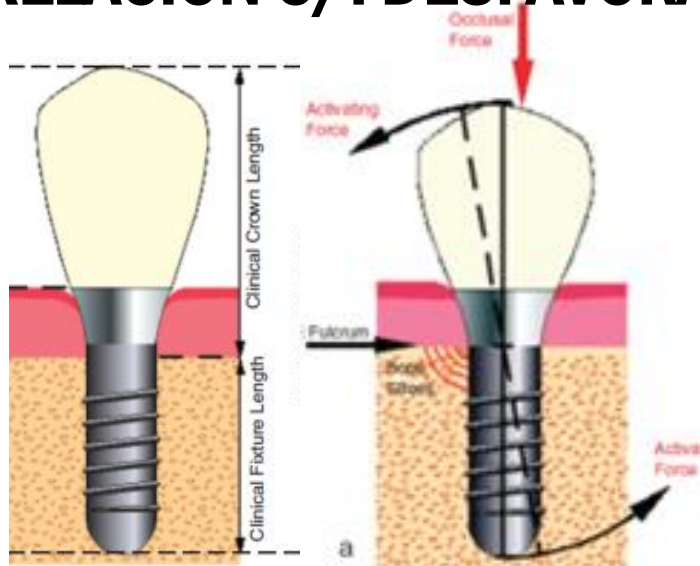
IMPLANTES CORTOS



<https://www.maxillaris.com/noticia-20161004-Tapered-Short-dos-nuevos-implantes-cortos-de-BioHorizons.aspx>

<http://www.radiologiavaldivia.cl/para-profesionales/previous/2>

RELACIÓN C/I DESFAVORABLE



propensos



<http://bicon.com.br/cases/FS.html>

Esfuerzos y deformaciones en componentes protésicos y hueso periimplantar.

- Aflojamiento o fractura del tornillo de fijación.
- Fractura de la restauración.
- Reabsorción ósea
- Movilidad del implante.
- Fractura del implante.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los esfuerzos y deformaciones que se generan en el hueso periimplantar y el tornillo de fijación del implante, al tener implantes cortos de 6 y 8 mm de longitud, y diámetros 4.2, 5 y 6 mm con una relación corona implante de 1:1, 1,5:1, 2:1 y 2.5:1?

JUSTIFICACIÓN

Comportamiento biomecánico y estructural

- Longitud corona e implante.
- Diámetro implante.
- Calidad ósea .

IMPLANTES CORTOS

- Aflojamiento o fx del tornillo
- Fx de la restauración.
- Fx del implante.
- Reabsorción ósea.
- Movilidad implante.
- Reabsorción ósea.

Prevenir estos fracasos actuando sobre los factores que puedan influir en su aparición.

JUSTIFICACIÓN

Bayraktar M. 2013.

La diferencia en la longitud del implante no cambia los valores de tensión en el hueso periimplantar de manera significativa , pero el incremento del diámetro condujo a una reducción notable en los valores de tensión



El diámetro del implante es más importante que la longitud para disminuir los valores de esfuerzos y deformaciones.

$$\text{TENSION} = \frac{F=60}{A \ 3} = 20$$

$$\text{TESION} = \frac{F=60}{A \ 6} = 10$$

PROPÓSITO

Dar a conocer mediante un modelo de elementos finitos, los esfuerzos y deformaciones presentes en el hueso tipo II y en el tornillo de fijación de implantes corto con 3 diámetros y alturas coronales diferentes, ante cargas masticatorias estáticas y funcionales para que éstas sirvan como base y así poder realizar las respectivas modificaciones en el diseño protésico y mitigar dichos efectos que comprometan la viabilidad y longevidad de la restauración.

ANTECEDENTES

IMPLANTES CORTOS

Fugazzotto y col. 2004. 6-8 mm

Renouard y Nisand 2006. 8 mm

Neves y col 2006. < 11mm

Morand y Irinakis. 2007. <10 mm

Telleman y col. 2011. Un implante corto debe ser definido como un implante con una longitud intraósea de 8 mm o menos .

ANTECEDENTES

Baggi y col. 2008. El aumento del diámetro en implantes cortos mejora la distribución de esfuerzos en los tejidos circundantes, y puede llegar a garantizar la estabilidad en la restauración final.

ANTECEDENTES

Fugazzotto y col 2008. Revelo que cuando los implantes de 6 a 9 mm de longitud se utilizaron con un apropiado diámetro, las tasas de supervivencia bajo función fueron similares en comparación con los implantes más largos.

ANTECEDENTES

Pistilli R y col 2012 . Informaron que los implantes cortos (6mm de longitud) con un diámetro convencional de 4 mm lograron resultados similares a los implantes más largos colocados en la zona posterior de la mandíbula.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la relación corona / implante y diámetro que proporciona un mejor comportamiento en la distribución del esfuerzo y deformación a nivel del tornillo de fijación del implante y el tejido óseo periimplantar.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Establecer los esfuerzos y deformaciones



Tornillo de fijación



Tejido óseo

cuando se utiliza implantes corto de 8 y 6 mm de longitud con diámetros de 4.2 mm, 5 mm y 6 mm en coronas implantosoportadas atornilladas en una relación corona / implante de 1:1, 1.5:1, 2:1, 2.5:1, ante una carga de 200 N en dirección axial y 100 N oblicua a 45°.

METODOLOGÍA

TIPO DE ESTUDIO

Experimental por simulación con elementos finitos.

UNIDAD DE OBSERVACIÓN

Tejido óseo periimplantar y el tornillo de fijación del implante.

OBJETO DE ESTUDIO

Esfuerzos y deformaciones.

MUESTRA

24 modelos 3D.

VARIABLES

INDEPENDIENTES	DEPENDIENTES
<ul style="list-style-type: none">• Relación corona /implante	<ul style="list-style-type: none">• Esfuerzos
<ul style="list-style-type: none">• Diámetro del implante	<ul style="list-style-type: none">• Deformaciones

METODOLOGÍA

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Implantes cortos con conexión de hexágono interno de 8mm y 6mm de longitud con diámetros 4,2mm, 5 mm y 6 mm .
- Tornillo de fijación del implante de titanio
- Diseño coronas 3D atornilladas metal-cerámicas de 6mm, 8mm, 9mm, 12mm, 15mm 16mm y 20mm de longitud
- Diseño Hueso tipo II, cortical 2mm

PROCEDIMIENTO

- Convenio con la Universidad Santo Tomas
- 24 modelos 3D

GRUPO A : IMPLANTES 8 MM

	A1	A2	A3	A4
Relación C/I	1:1	1.5:1	2: 1	2.5:1
Diámetro del implante	4.2mm	4.2mm	4.2mm	4.2mm
	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm
	6mm	6mm	6mm	6mm
Longitud del implante	8 mm	8 mm	8 mm	8 mm

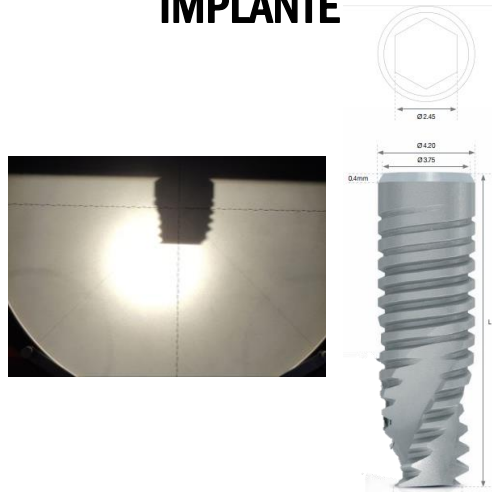
GRUPO B : IMPLANTES 6 MM

	B1	B2	B3	B4
Relación C/I	1:1	1.5:1	2: 1	2.5:1
Diámetro del implante	4.2mm	4.2mm	4.2mm	4.2mm
	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm
	6mm	6mm	6mm	6mm
Longitud del implante	6 mm	6 mm	6 mm	6 mm

PROCEDIMIENTO

METROLOGÍA

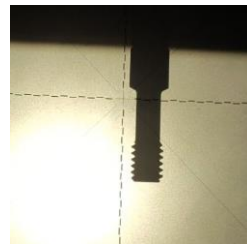
IMPLANTE



LONGITUD	6 mm y 8mm
PLATAFORMA	4,2 mm,5mm y 6mm
HEXÁGONO	2,45 mm

Dimensiones del implante

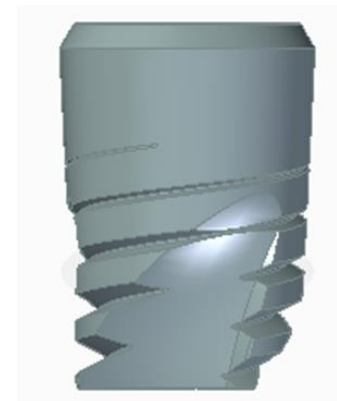
TORNILLO



LONGITUD	6,7MM
DIÁMETRO CABEZA	2,4mm
DIÁMETRO 1	1,7mm
DIÁMETRO 2	1,8MM

Dimensiones del tornillo

IMPLANTE



TORNILLO



Modelos CAD del implante y tornillo

GEOMETRÍA ORGÁNICA

PROCEDIMIENTO

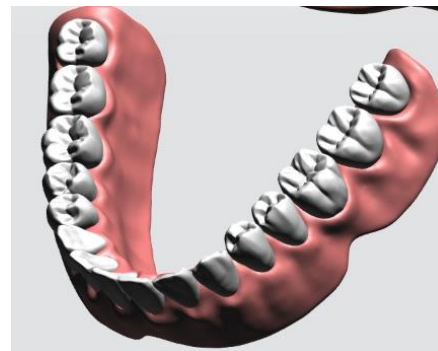
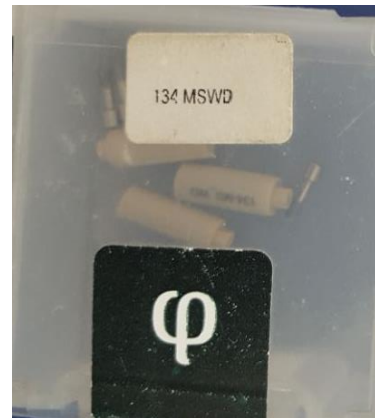
SCANNER 3 SHAPE D700



IMPLANTE



SCAN BODY

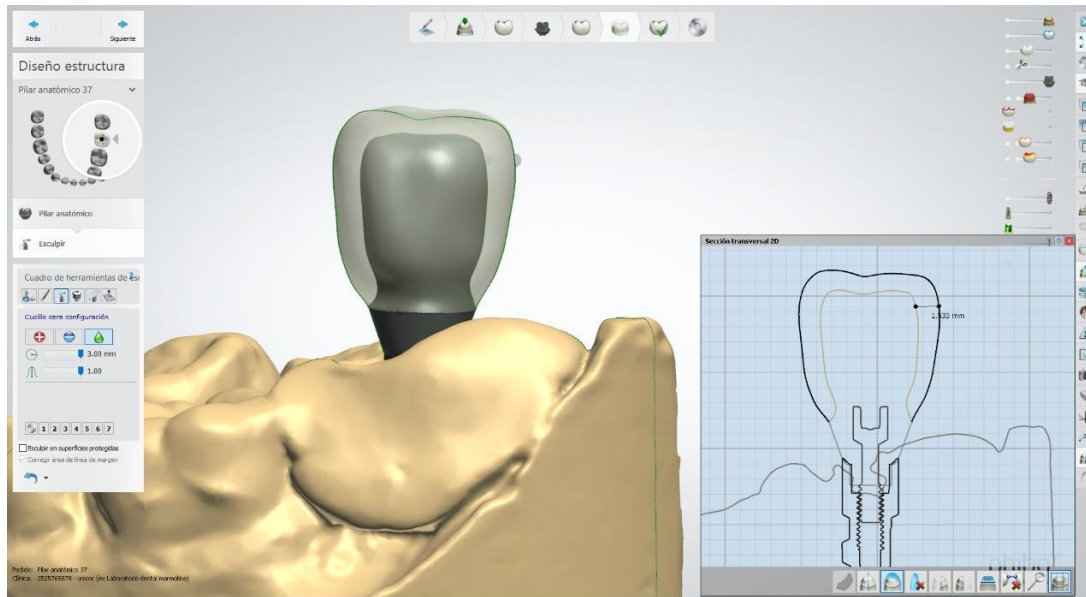


3SHAPE DENTAL SYSTEM SOFTWARE

PROCEDIMIENTO

GEOMETRÍA ORGÁNICA

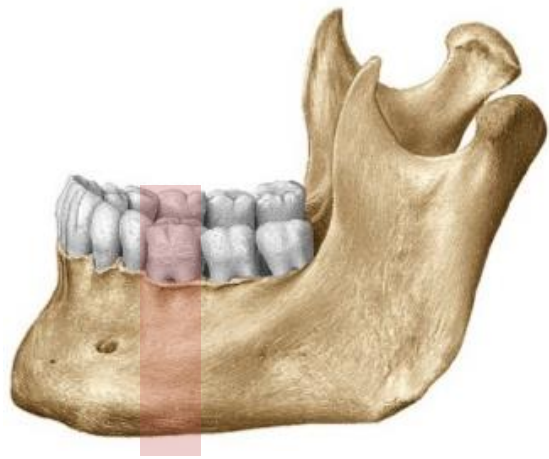
Diseño final de modelos CAD de las coronas



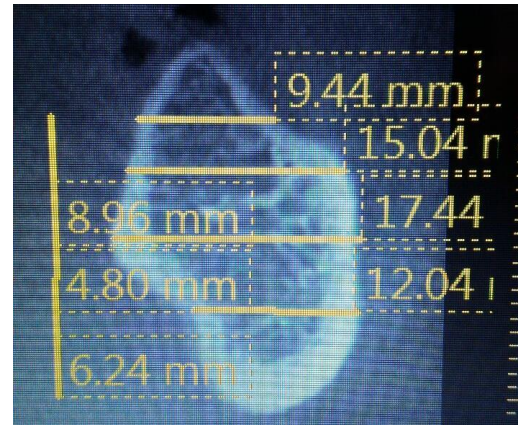
Modelos CAD de coronas

GEOMETRÍA ÓSEA

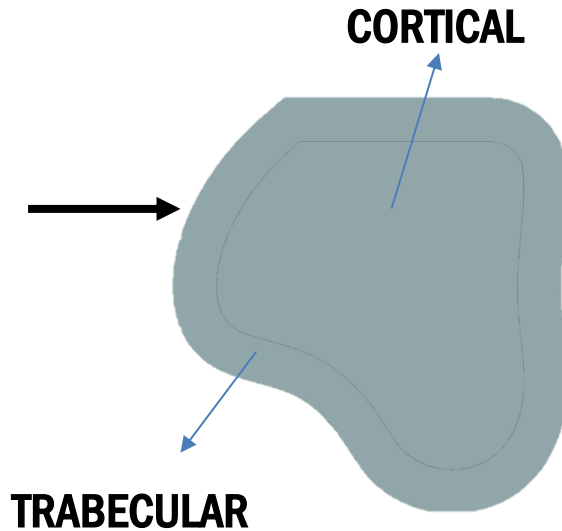
PROCEDIMIENTO



MANDIBULA



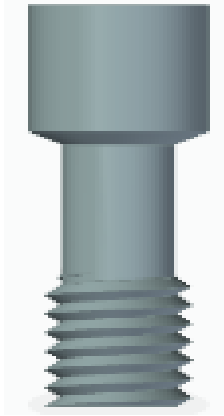
TOMOGRAFÍA



Modelo CAD del hueso cortical y trabecular

PROCEDIMIENTO

- CAD - CAE



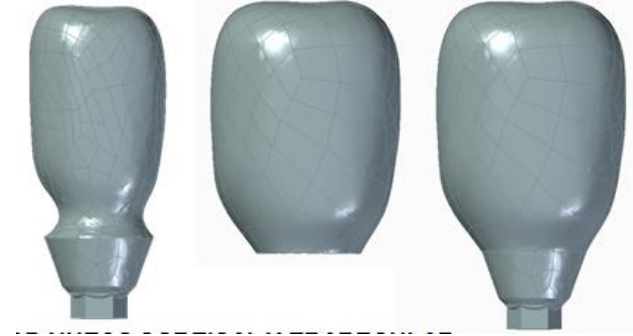
TORNILLO



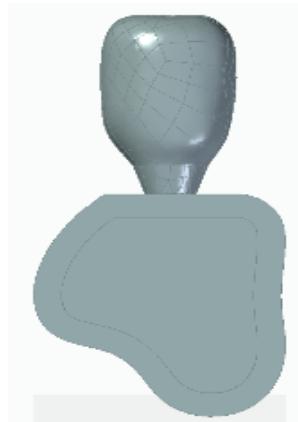
IMPLANTE



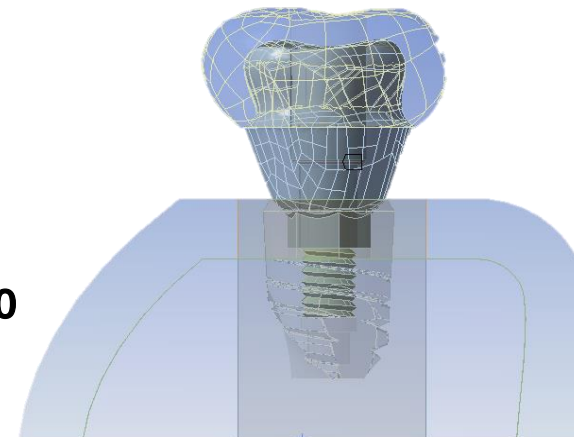
HUESO



PILAR Y CORONA



MODELO ENSAMBLADO

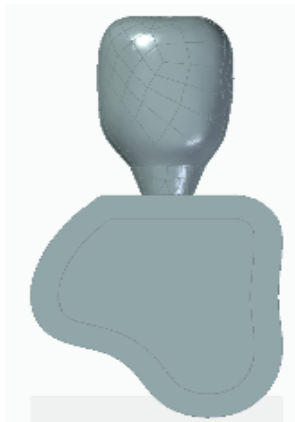


PROCEDIMIENTO

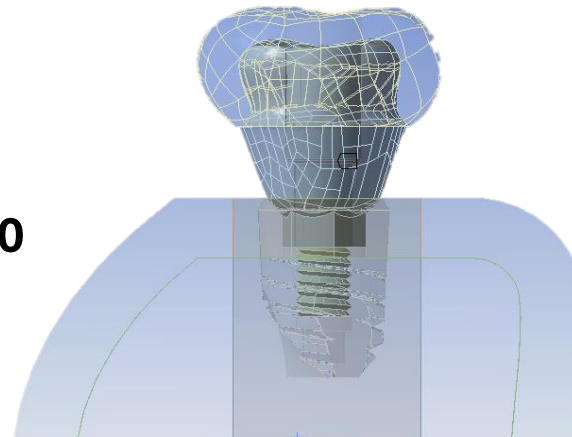
ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS

CAD AL PROGRAMA ANSYS WORKBENCH

MATERIAL	Módulo de Young E	Módulo de Poisson (ν)
Hueso cortical	13700 Mpa	0.3
Hueso esponjoso	1370 Mpa	0.3
Titanio	110000 Mpa	0.3
Aleación Co-Cro	218000 Mpa	0.30
Cerámica feldespática	69000 MPa	0.35

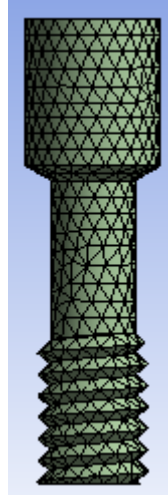


MODELO ENSAMBLADO

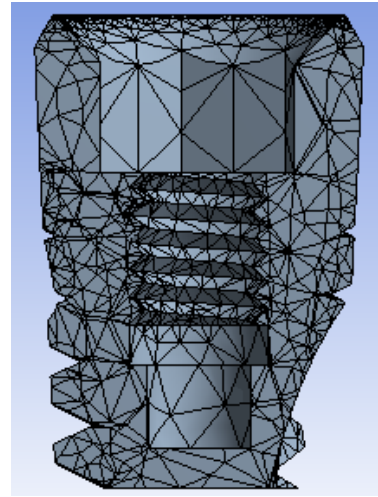


ENMALLADO

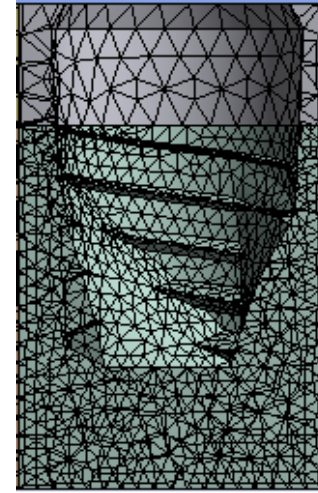
PROCEDIMIENTO



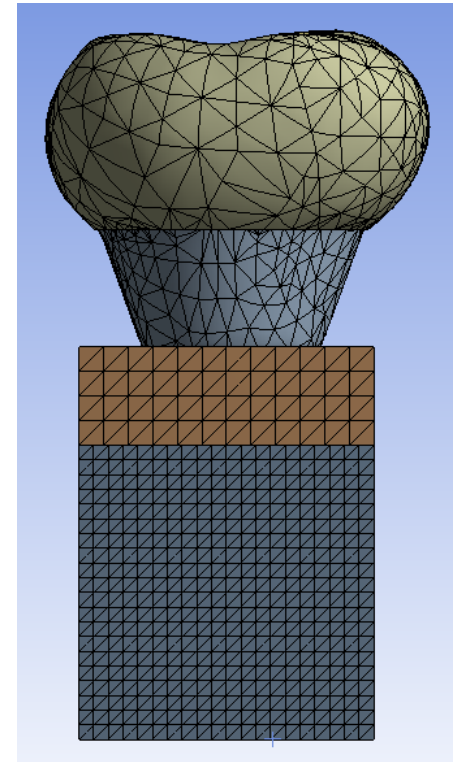
TORNILLO



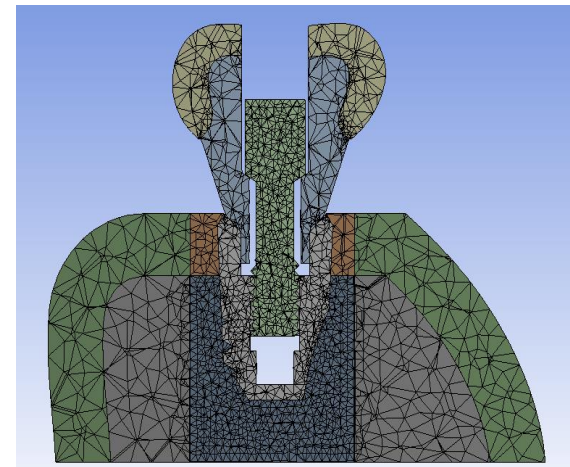
IMPLANTE



HUESO CORTICAL Y TRABECULAR

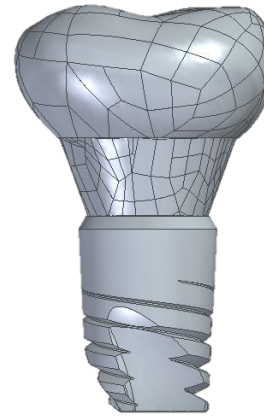
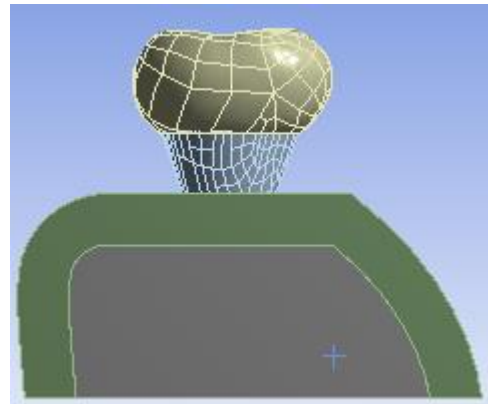
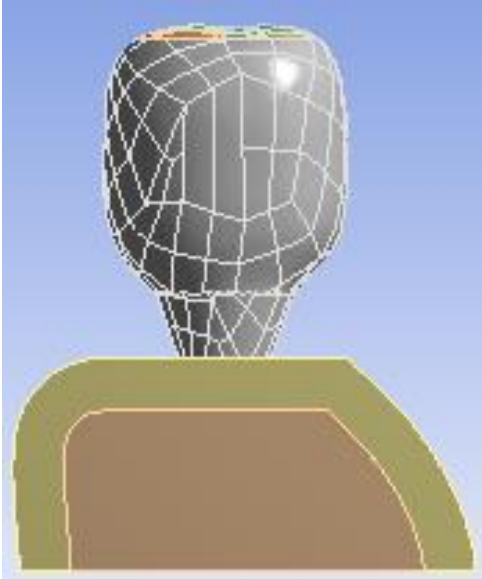


	Tamaño del elemento
Tornillo	0,3 mm
Implante	0,3-0,5 mm
Cortical	0,5 mm
trabecular	0,3 mm



ENMALLADO

PROCEDIMIENTO

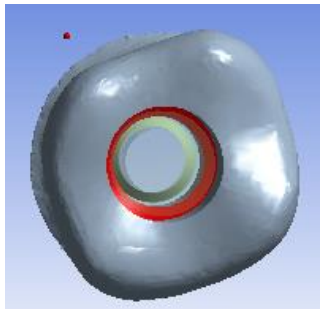
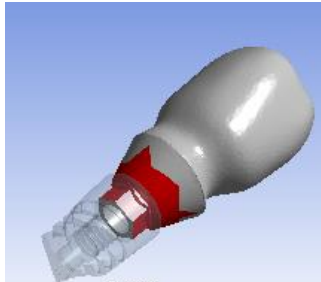
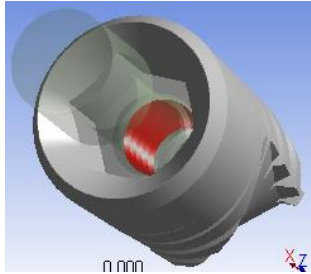


1:1



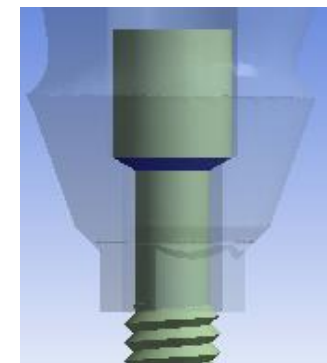
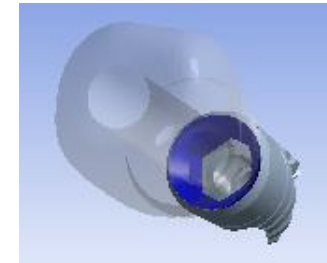
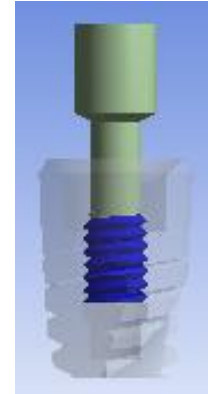
2:1

CONTACTOS

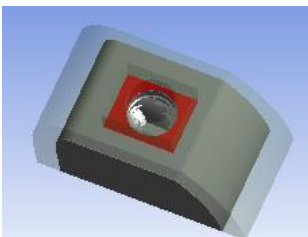
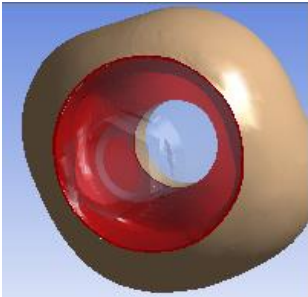
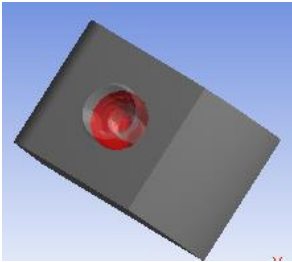
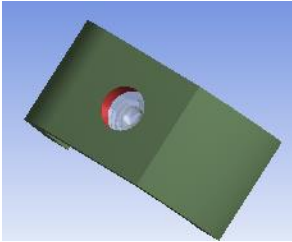


PROCEDIMIENTO

Contacto	
<u>Interfase</u>	<u>Tipo de contacto</u>
Implant e - tornillo	Fricción ($\mu= 0,4$)
Pilar - implante	Fricción($\mu= 0,14$)
Pilar - tornillo	Fricción ($\mu= 0,14$)

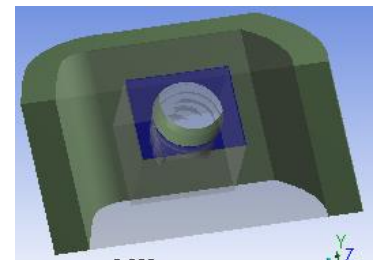
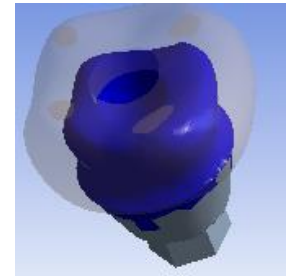
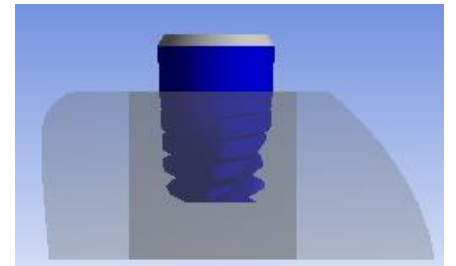
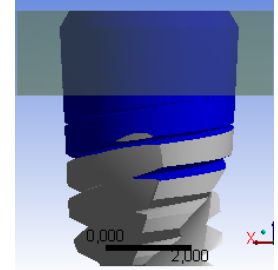


CONTACTOS



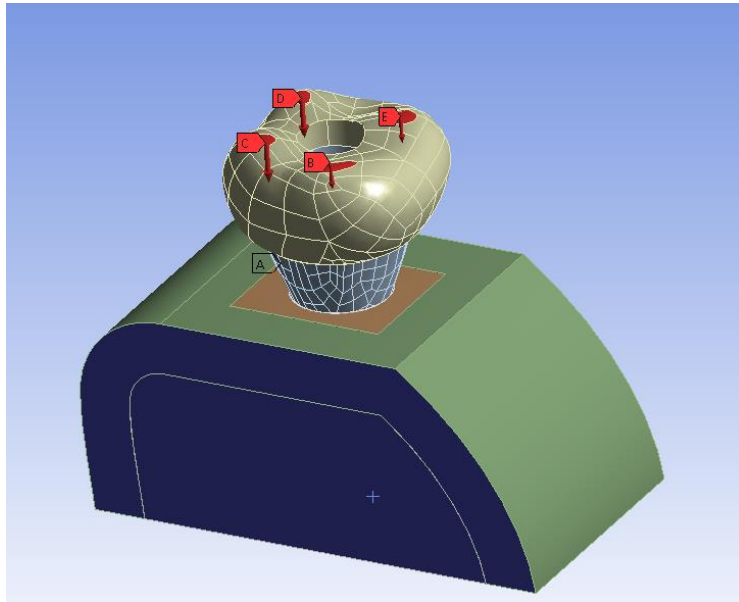
PROCEDIMIENTO

Contactos	
<u>Interfase</u>	<u>Tipo de Contacto</u>
Cortical - Implante	Bonded
Trabecular - Implante	Bonded
Pilar - cerámica	Bonded
Trabecular-Cortical	Bonded

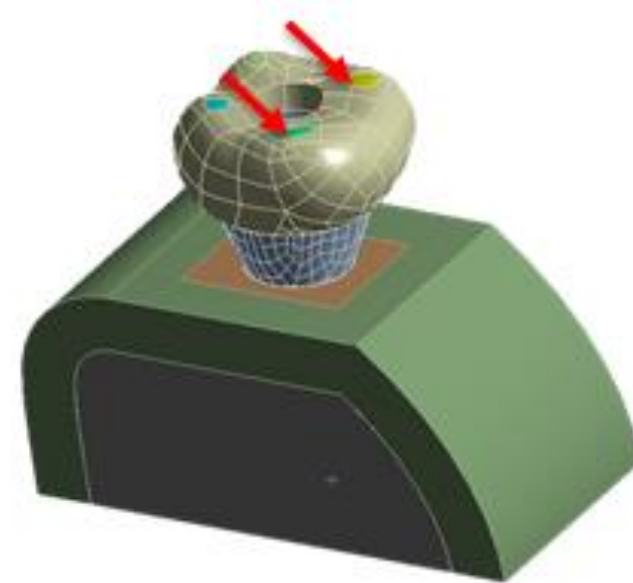


PROCEDIMIENTO

CONDICIONES DE CARGA



Carga axial 200 N con 50 N en cada vértice de la cúspide.



Carga oblicua 100 N con 50 N en cada vértice de la cúspide lingual A 45°

DISCUSIÓN PARCIAL

Ramos Y col 2014

- 3 alturas coronales: 10, 12.5 y 15mm
- Implantes hexágono interno
- 3.5x10mm



Aumento de esfuerzos y deformaciones durante carga oblicua



La carga produce en el hueso una respuesta fisiológica



LEY DE WOLF

Ramos y col 2015

- 3 alturas coronales: 10, 12.5 y 15mm
- Implantes hexagono interno
- 4x8.5mm



DISCUSIÓN PARCIAL

Bulaqi y col 2015

Bajo fuerzas axiales el aumento de la altura de la corona no influye en la disminución o aumento de los esfuerzos y deformaciones.



Contribuye al aflojamiento y fatiga del tornillo

Relación C/I 2:1 aumenta la probabilidad de reabsorción ósea

DISCUSIÓN PARCIAL

Quarante y col 2014

Revisión sistemática



Sugiere que el clínico debe tener precaución al rehabilitar implantes individuales con relación C/I desfavorable

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla matriz
microsoft Excel

software RV3.3
2016 y real
Statistics V5.5
2017

Prueba Shapiro
wilk

Prueba Levene

Teorema central
del limite

ANOVA 3 VIAS

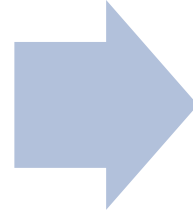
- Determinar la diferencia en esfuerzo y deformación a nivel de la longitud del implante, relación C/I y dirección.
- Determinar la diferencia en esfuerzo y deformación a nivel de la longitud del implante, relación C/I en punto mesial o distal

ANOVA 2 VIAS

- Determinar diferencia en esfuerzo y o deformación a nivel de la longitud del implante y punto.

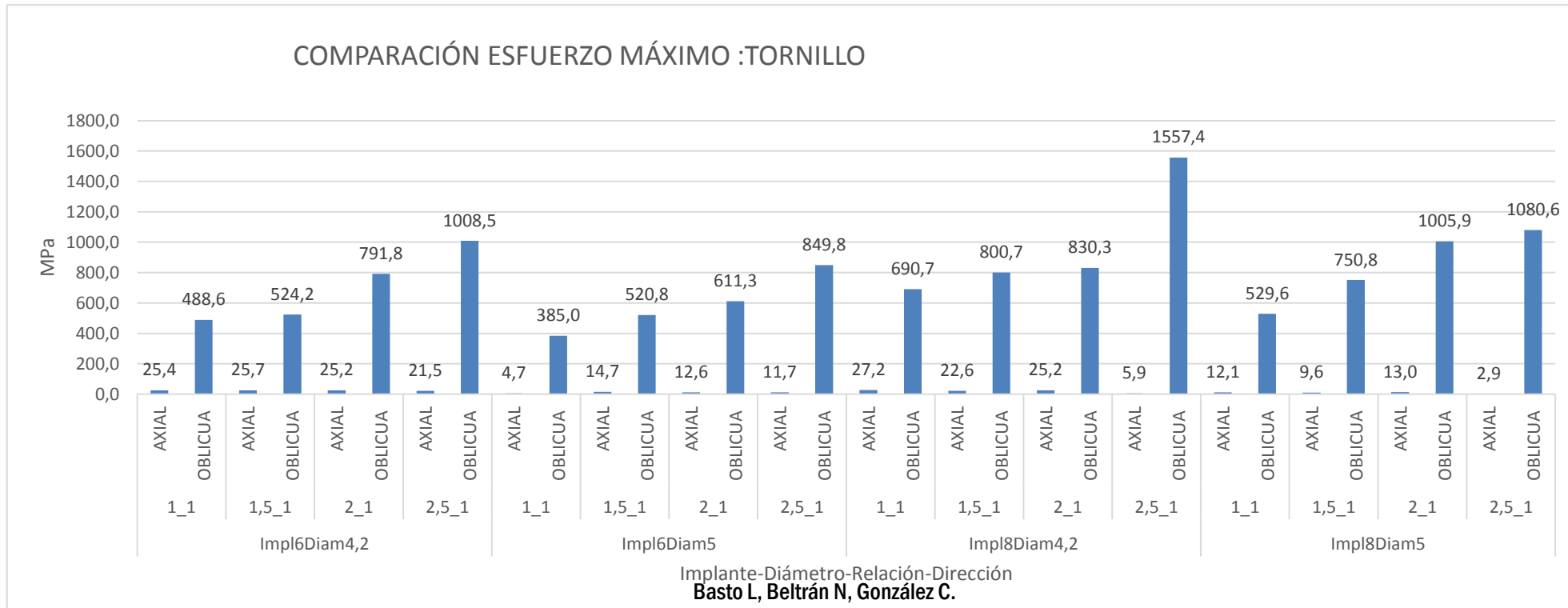
RESULTADOS

32 MODELOS



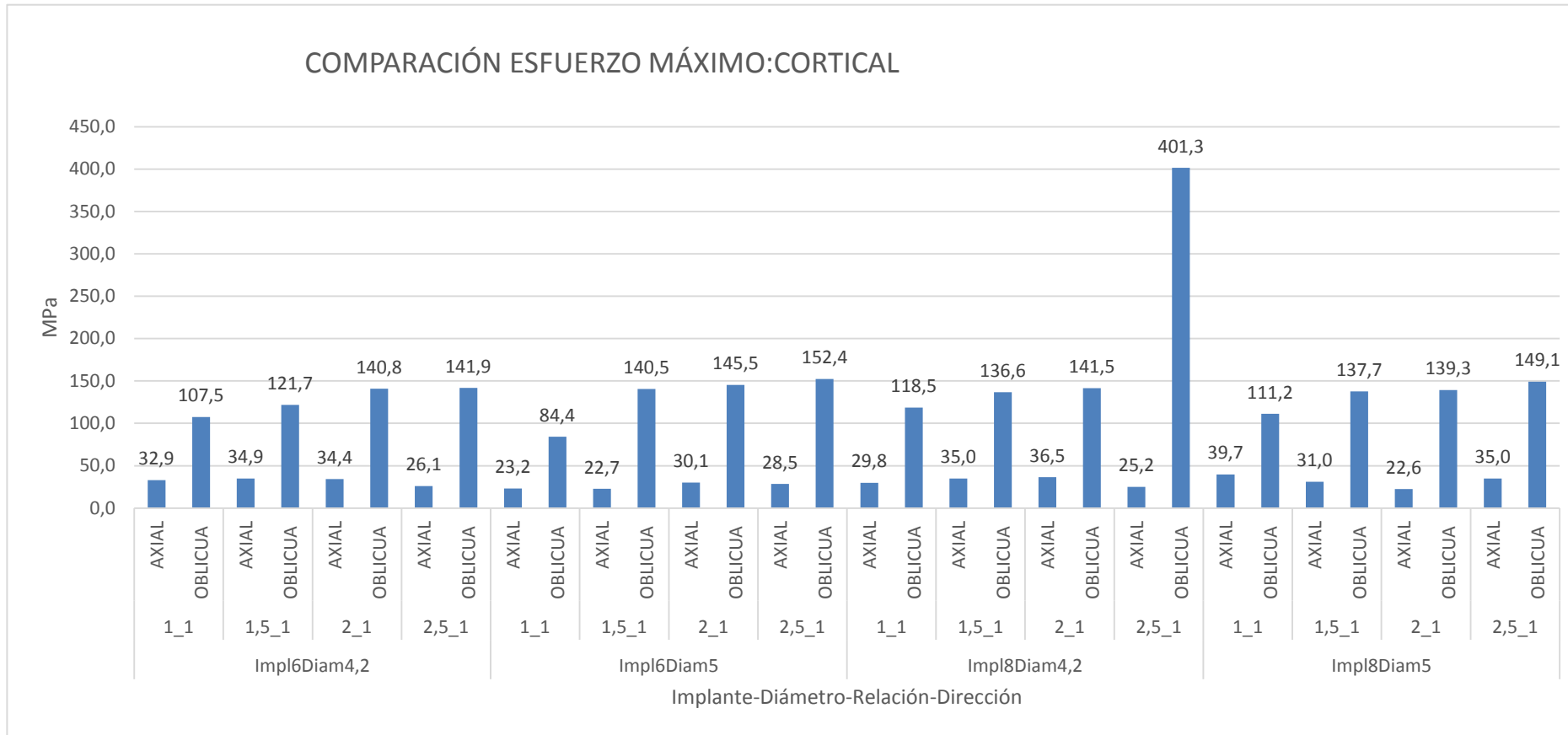
software ANSYS
Workbench versión 16.2.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO ESFUERZO MÁXIMO DEL TORNILLO



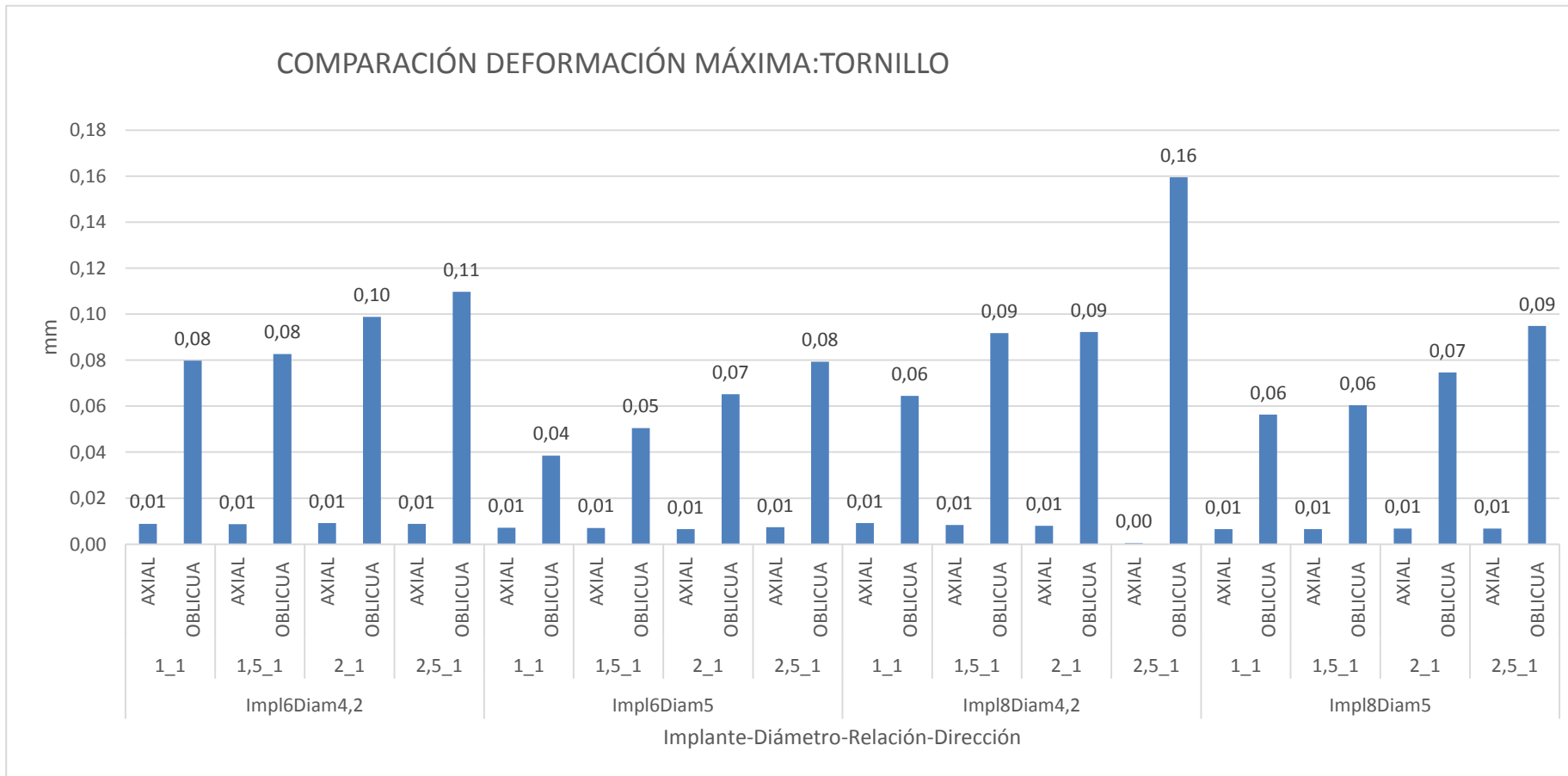
RESULTADOS

ANÁLISIS DESCRIPTIVO ESFUERZO MAXIMO CORTICAL



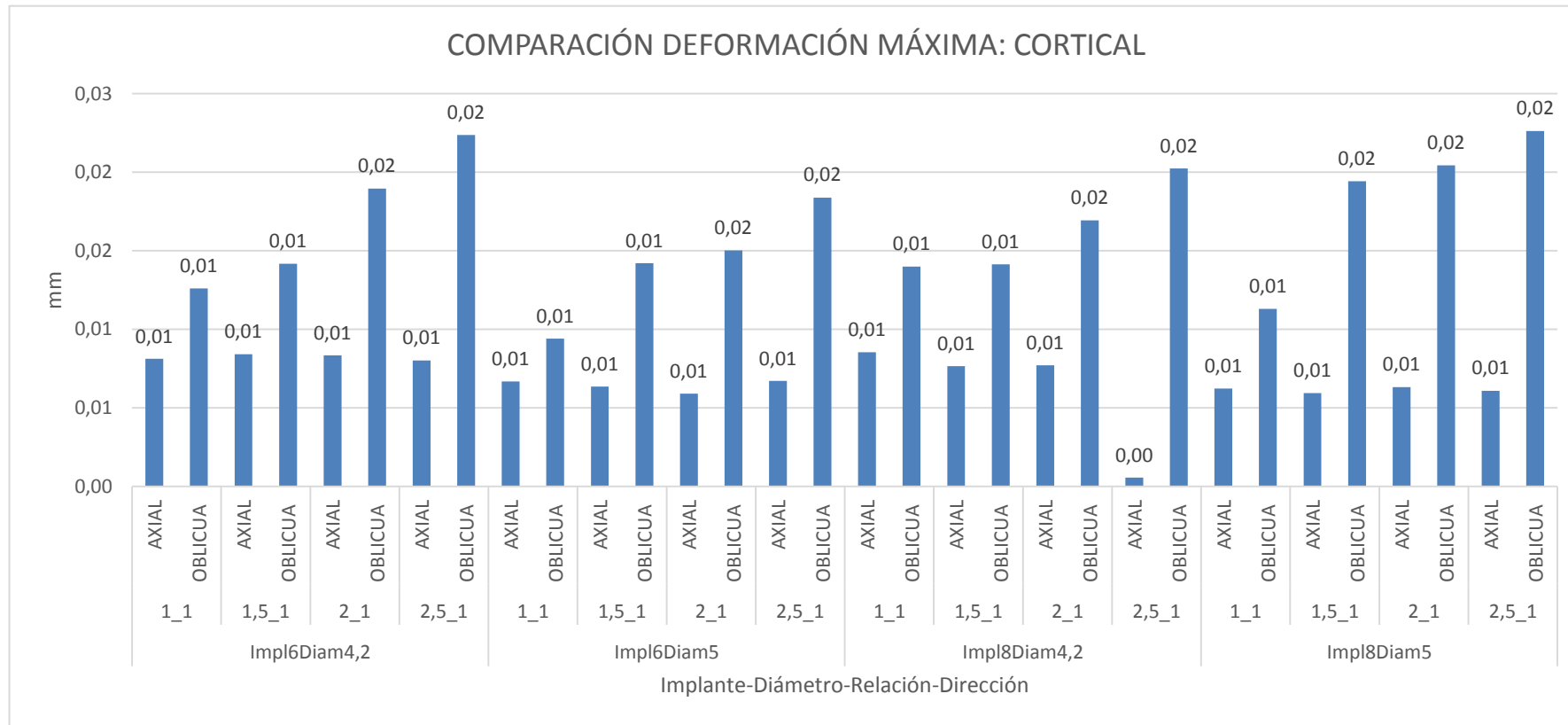
RESULTADOS

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEFORMACIÓN MÁXIMA DEL TORNILLO



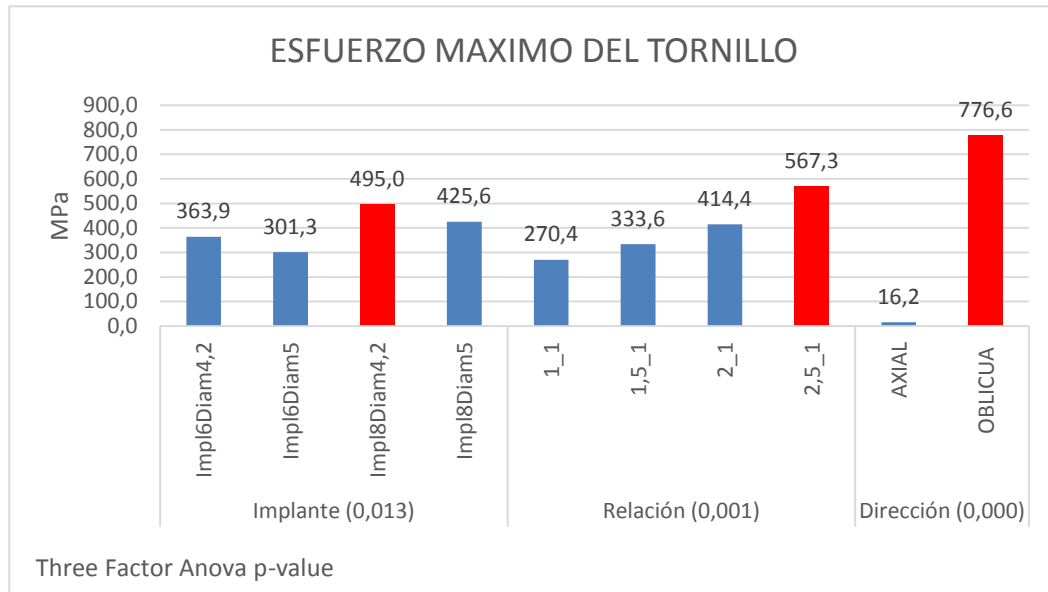
RESULTADOS

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEFORMACIÓN MÁXIMA CORTICAL

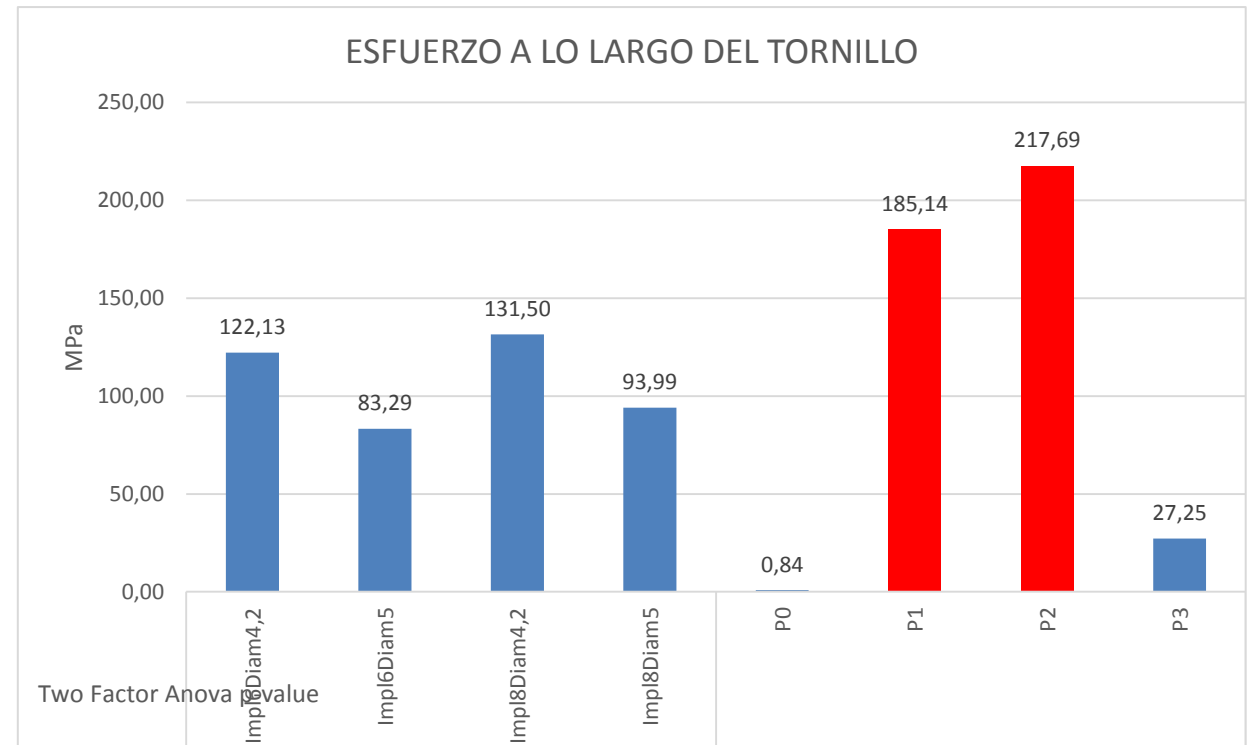


RESULTADOS TORNILLO

ESFUERZO MAXIMO DEL TORNILO (RELACIÓN C/I, IMPLANTE , DIRECCIÓN CARGA)

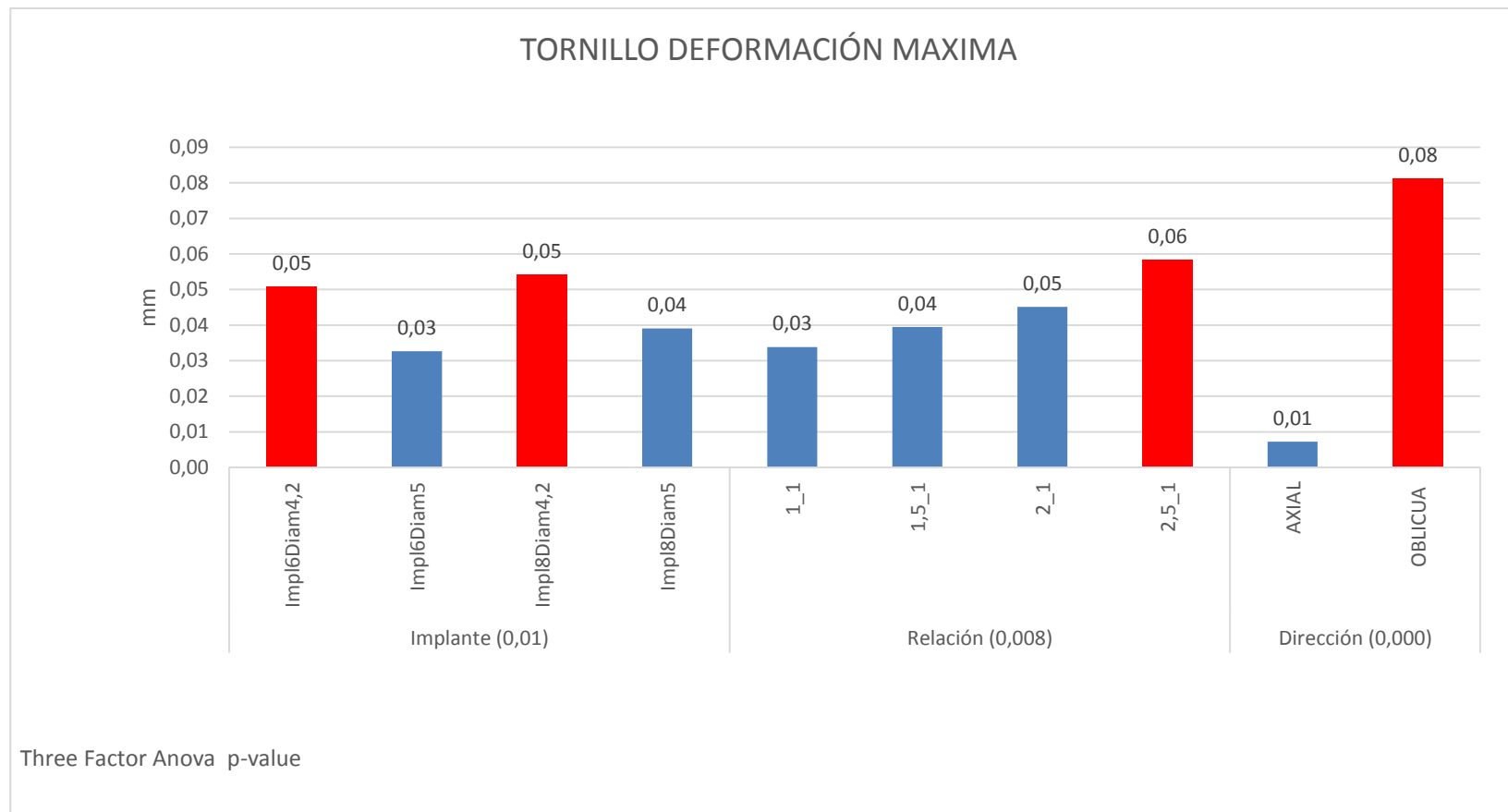


ESFUERZO A LO LARGO DEL TORNILLO



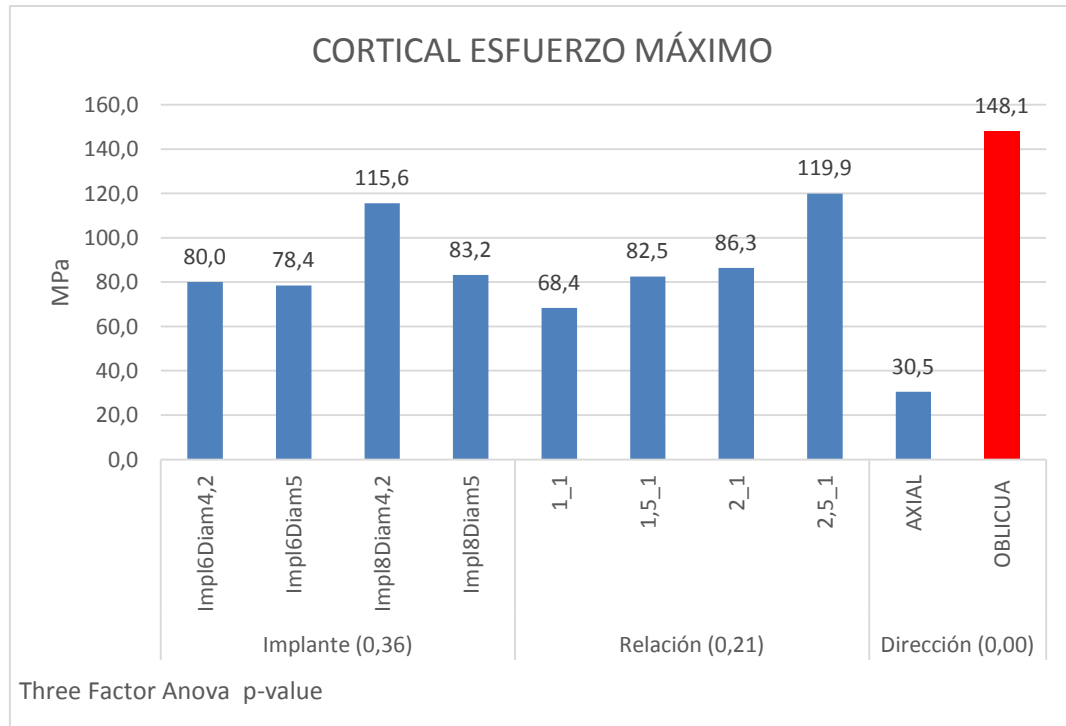
RESULTADOS TORNILLO

DEFORMACIÓN MÁXIMA DEL TORNILLO (RELACIÓN C/I, IMPLANTE, DIRECCIÓN CARGA)

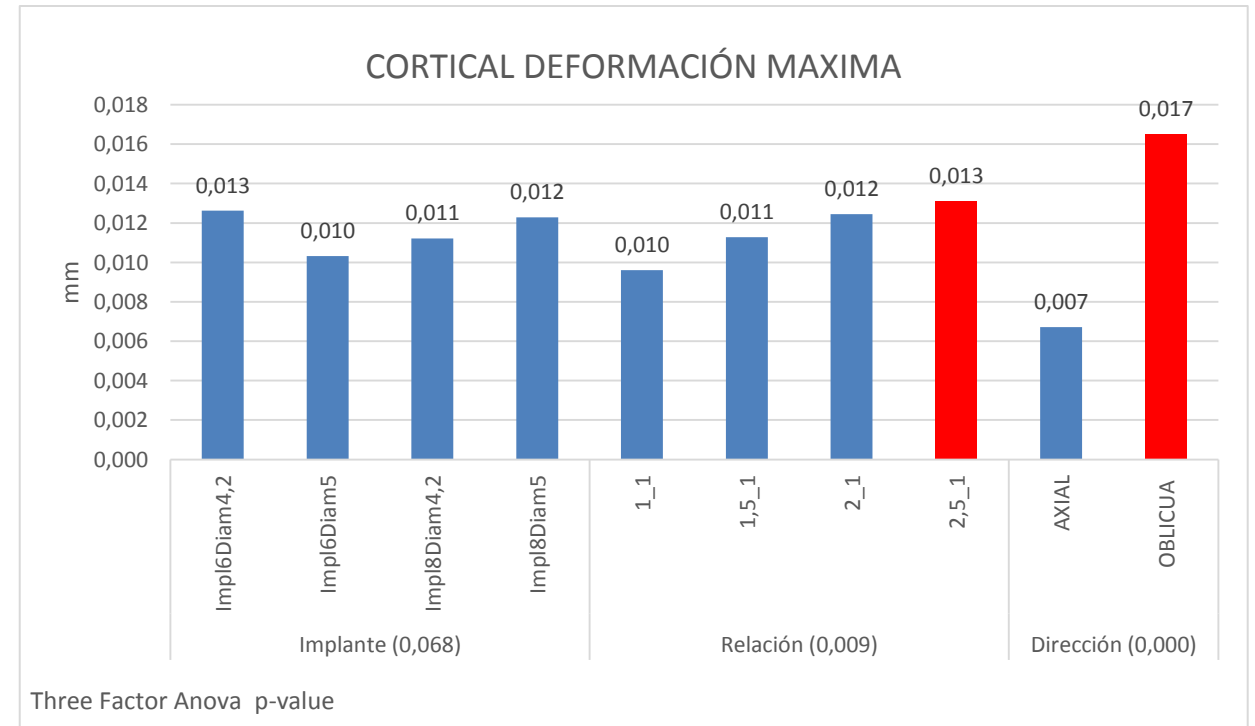


RESULTADOS HUESO CORTICAL

ESFUERZO MAXIMO CORTICAL (RELACIÓN C/I, IMPLANTE , DIRECCIÓN CARGA)

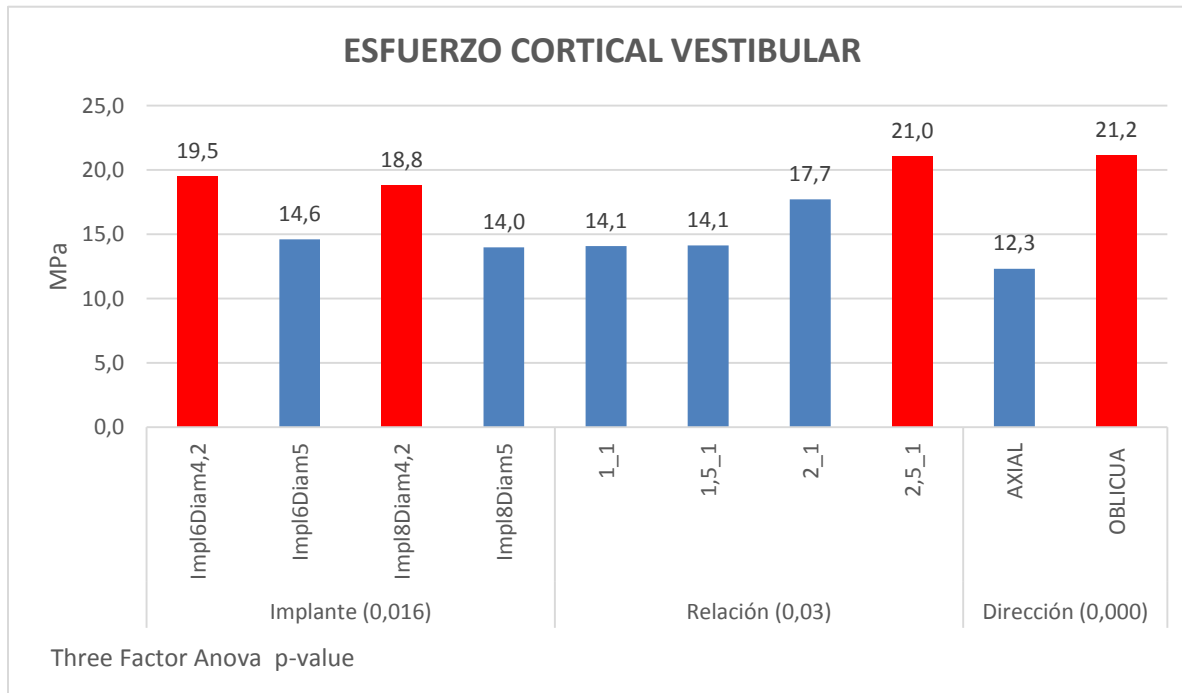


DEFORMACIÓN MAXIMA CORTICAL (RELACIÓN C/I, IMPLANTE , DIRECCIÓN CARGA)

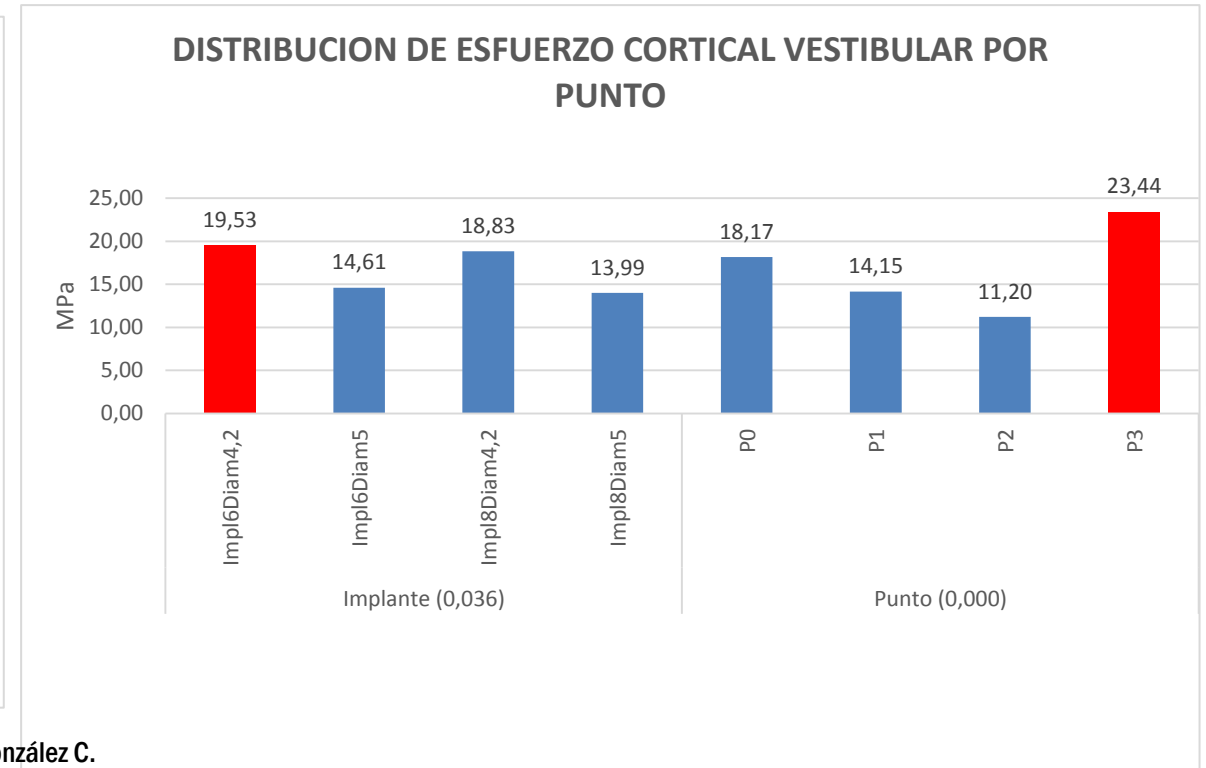


RESULTADOS HUESO CORTICAL

ESFUERZO CORTICAL VESTIBULAR (RELACIÓN C/I, IMPLANTE , DIRECCIÓN CARGA)

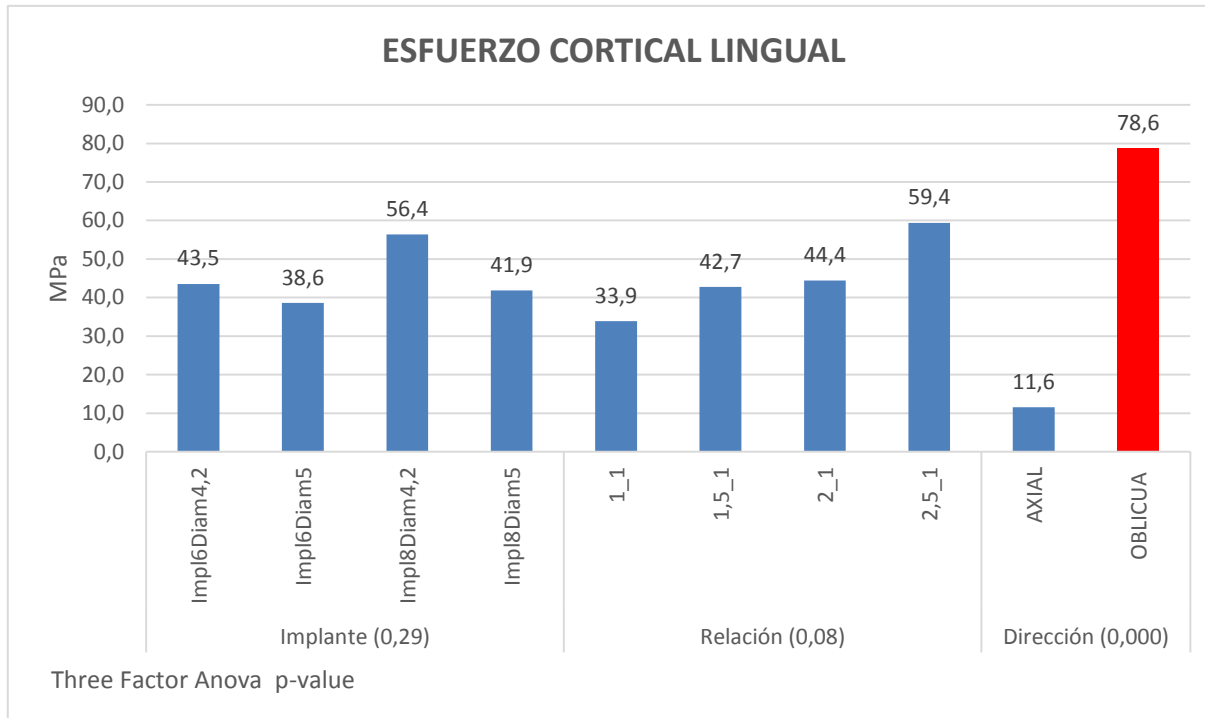


ESFUERZO CORTICAL VESTIBULAR POR PUNTO

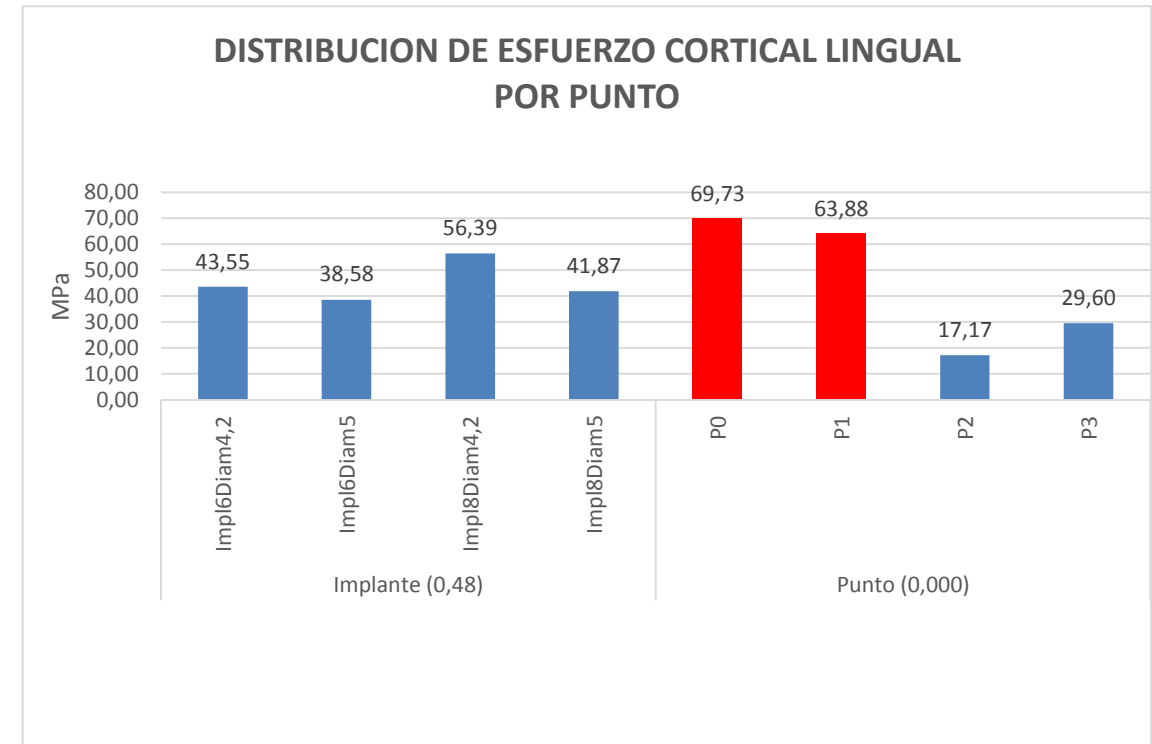


RESULTADOS HUESO CORTICAL

ESFUERZO CORTICAL LINGUAL (RELACIÓN C/I, IMPLANTE, DIRECCIÓN CARGA)

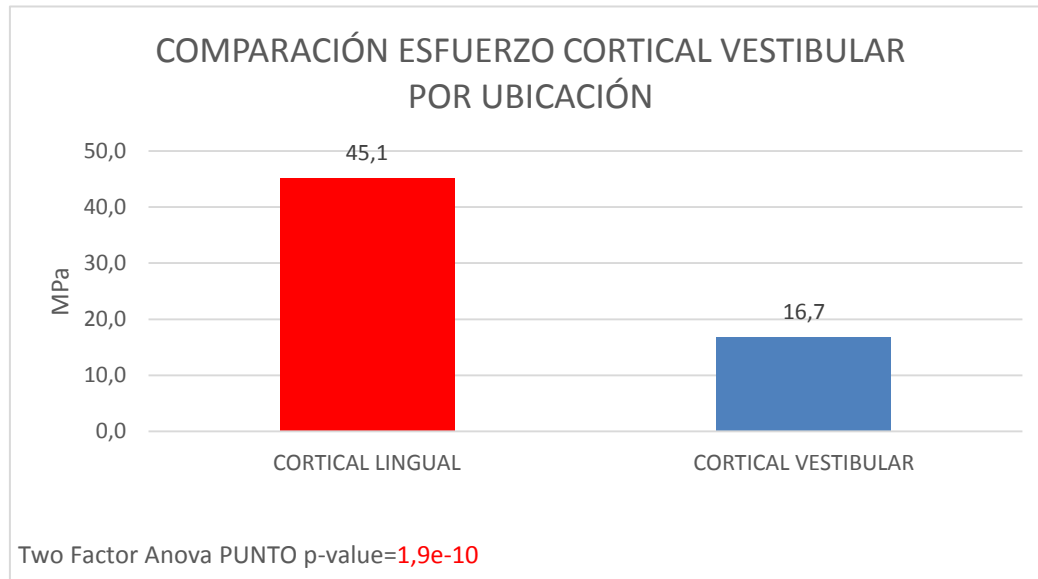


ESFUERZO CORTICAL LINGUAL POR PUNTO

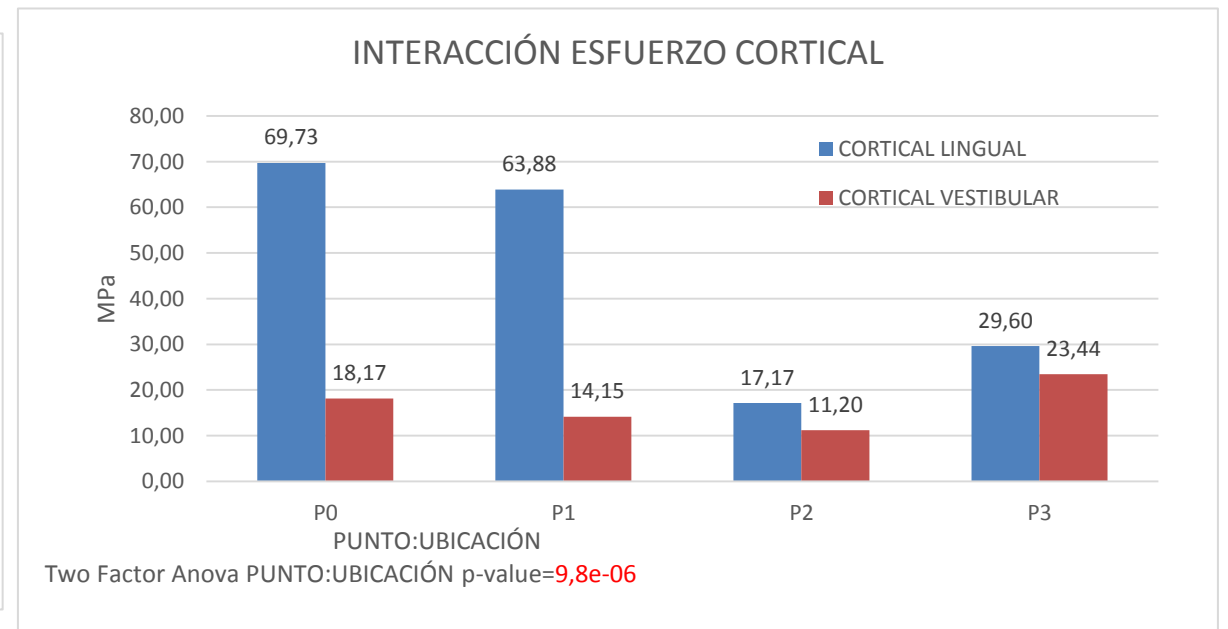


RESULTADOS HUESO CORTICAL

COMPARACIÓN ESFUERZO CORTICAL VS LINGUAL



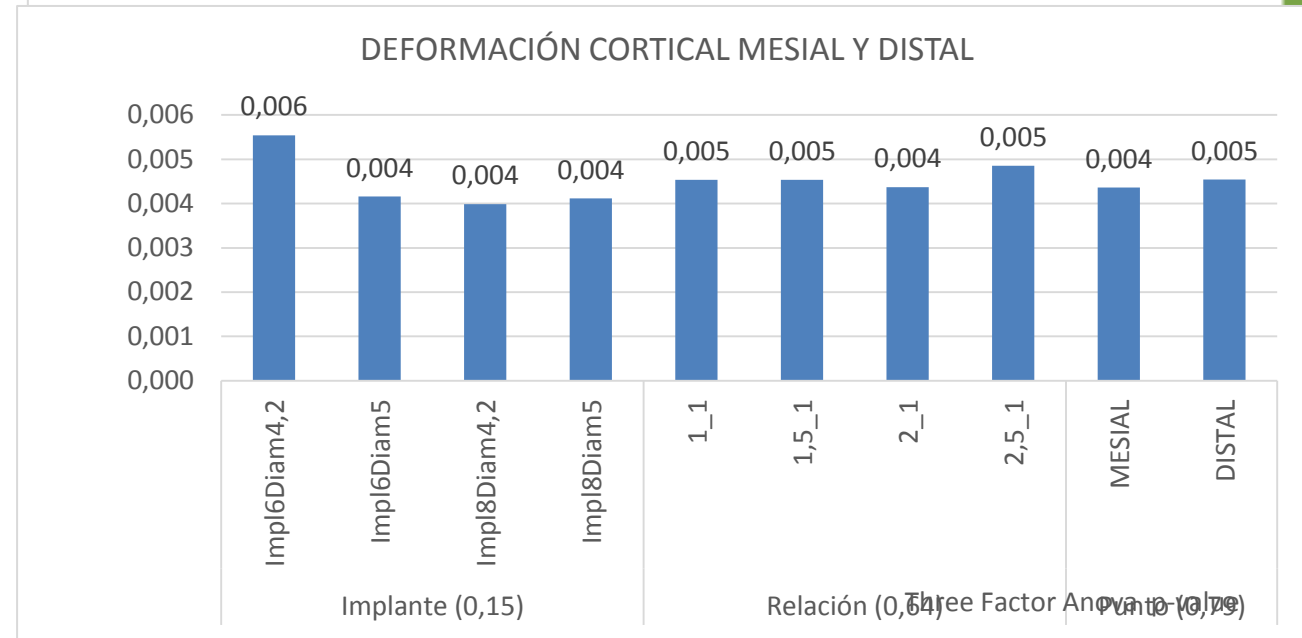
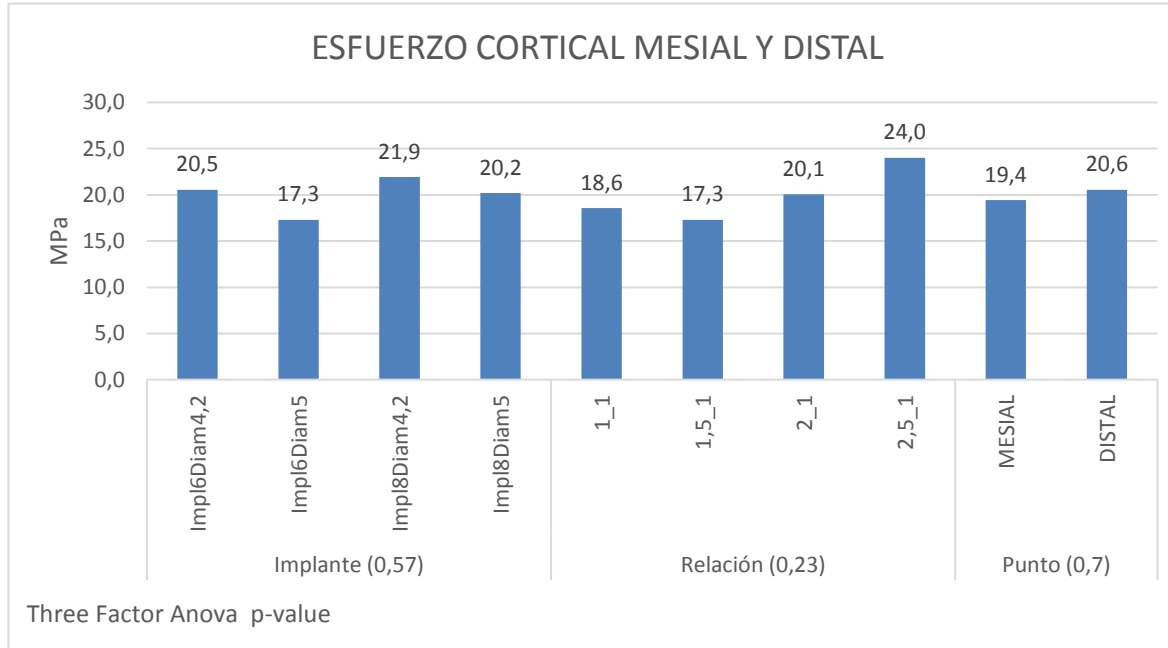
INTERACCIÓN ESFUERZO CORTICAL VESTIBULAR PUNTO: UBICACIÓN



RESULTADOS HUESO CORTICAL

PUNTO ESFUERZO CORTICAL MESIAL Y DISTAL

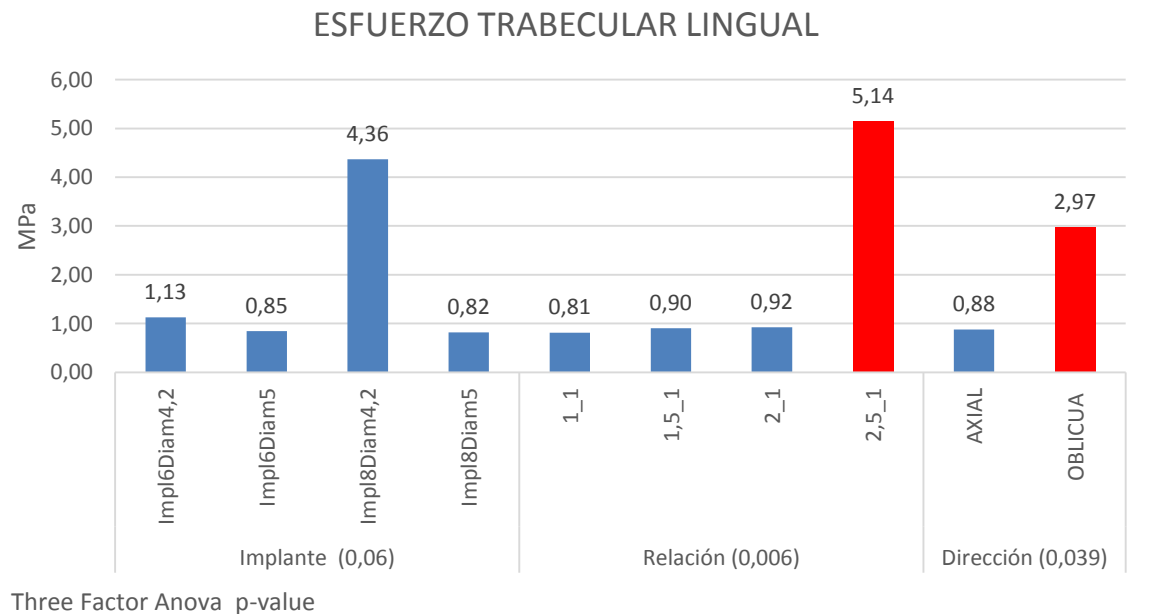
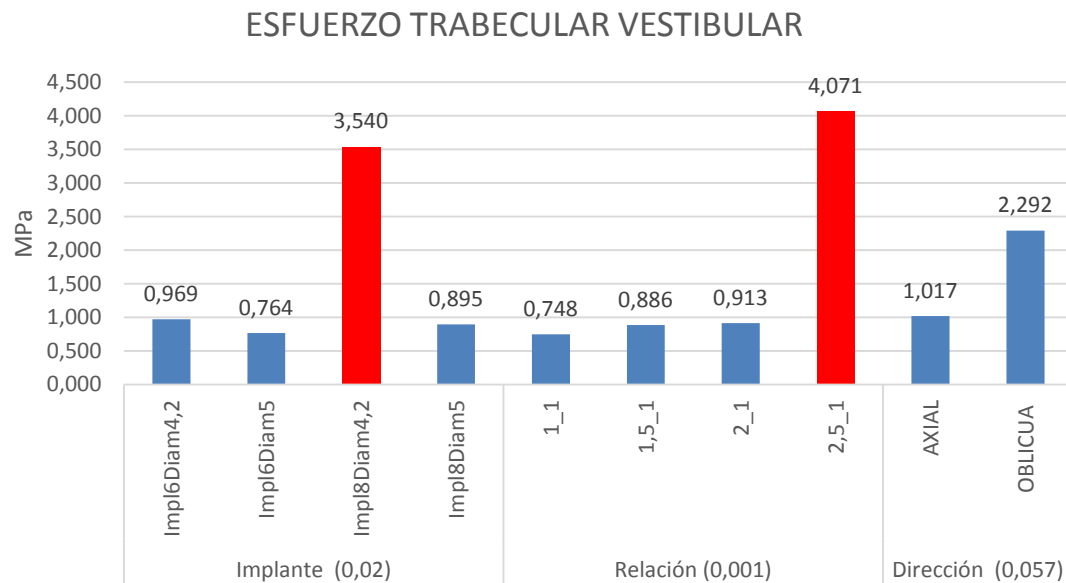
PUNTO DEFORMACIÓN CORTICAL MESIAL Y DISTAL



RESULTADOS HUESO TRABECULAR

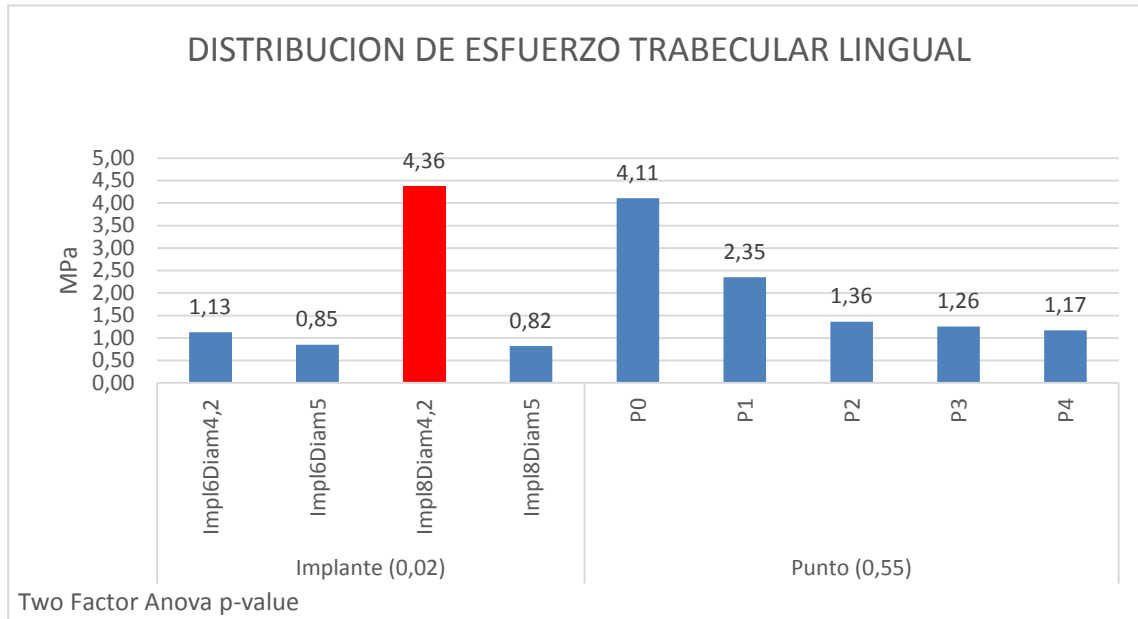
ESFUERZO TRABECULAR VESTIBULAR (RELACIÓN C/I, IMPLANTE , DIRECCIÓN CARGA)

ESFUERZO TRABECULAR LINGUAL (RELACIÓN C/I, IMPLANTE , DIRECCIÓN CARGA)

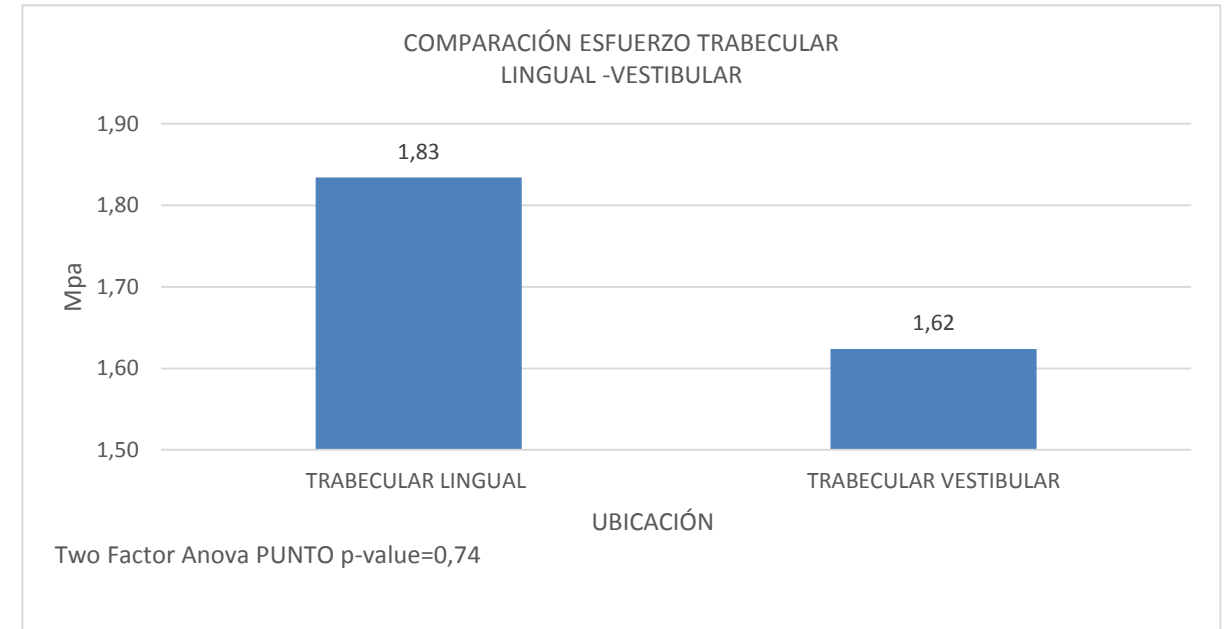


RESULTADOS HUESO TRABECULAR

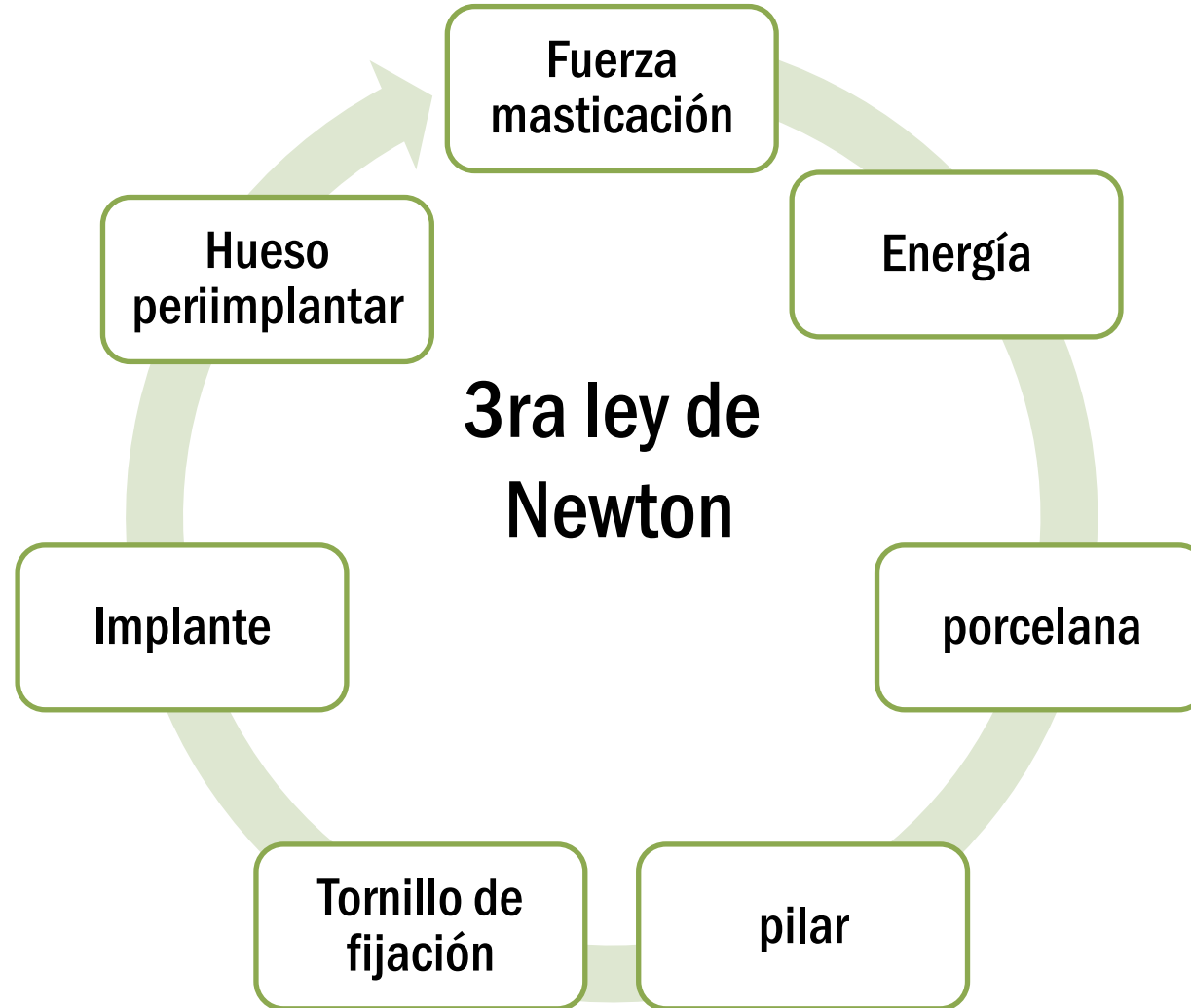
ESFUERZO TRABECULAR LINGUAL IMPLANTE PUNTO



COMPARACIÓN ESFUERZO TRABECULAR LINGUAL VS VESTIBULAR



DISCUSIÓN



DISCUSIÓN

↑
Altura
corona



Factor nocivo en la distribución de esfuerzos sobre prótesis implantosoportadas

MORALES S Y COL 2013-2015

implantes de hexágono externo (3,75x10mm) con coronas de 10mm, 12,5mm y 15mm,

Hueso cortical

Tornillo de fijación

Esfuerzos insignificantes altura coronal 10-15mm carga axial.

Esfuerzo doble corona 15mm carga oblicua.

El aumento de la corona era perjudicial para la distribución de esfuerzos en el tornillo y esto ocurría principalmente durante la carga oblicua

aumenta la concentración de esfuerzo en el tejido óseo periimplantar y el aumento del desplazamiento en el tejido óseo, principalmente bajo carga oblicua

DISCUSIÓN

RAMOS VERRI F Y COL

Hexágono interno con diferente relación C/I (10, 12,5 y 15 mm - relación C / I 1: 1, 1,25: 1, 1,5: 1

2014
3,75X10mm

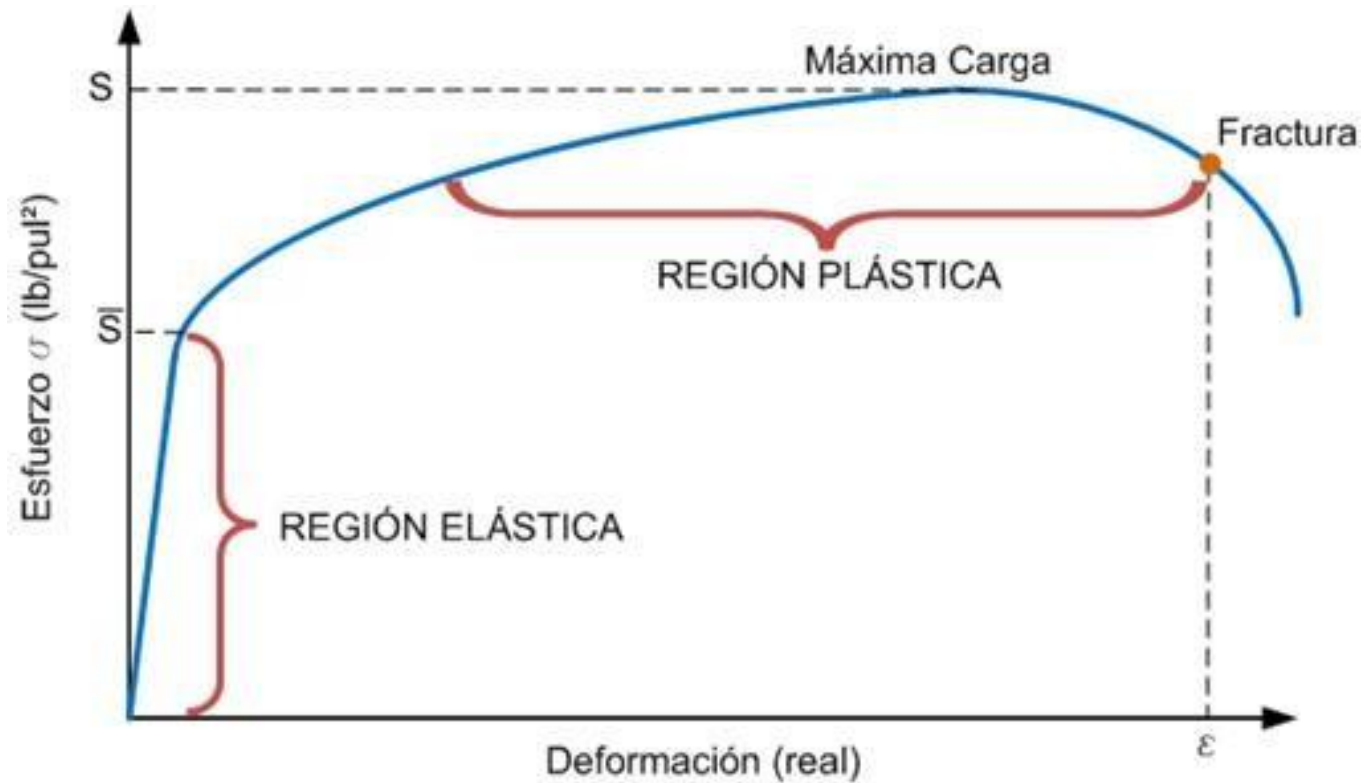
carga oblicua indujo mayor estrés al tornillo de fijación, principalmente cuando la relación C / I fue de 1,5: 1

2015
4.0X8,5mm

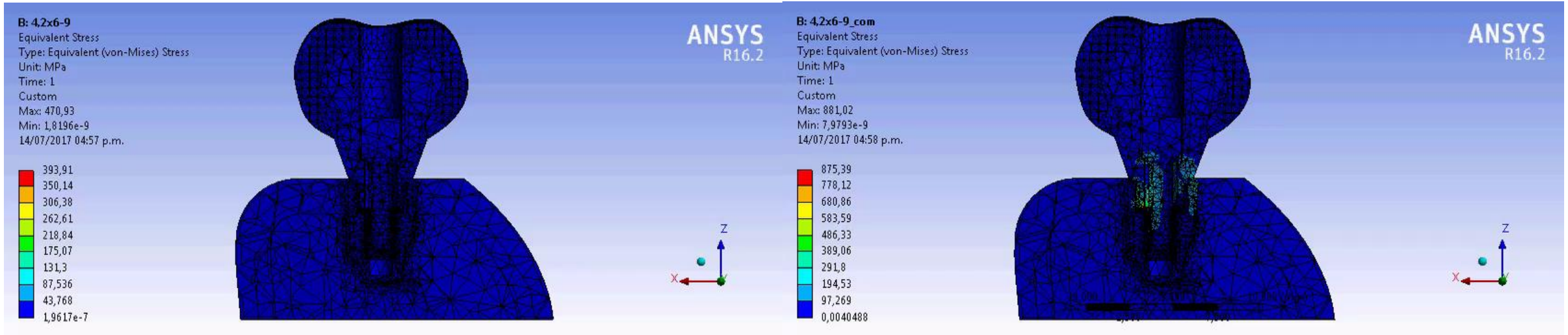
el aumento de la altura de la corona no influyó en la distribución de esfuerzos en el tornillo protésico axial ($p > 0,05$)

Corona 12,5 y 15 mm causaron daño estadísticamente significativo en la distribución de tensión de los tornillos y al hueso cortical ($p < 0,001$) bajo carga **oblicua**

DISCUSIÓN



DISCUSIÓN



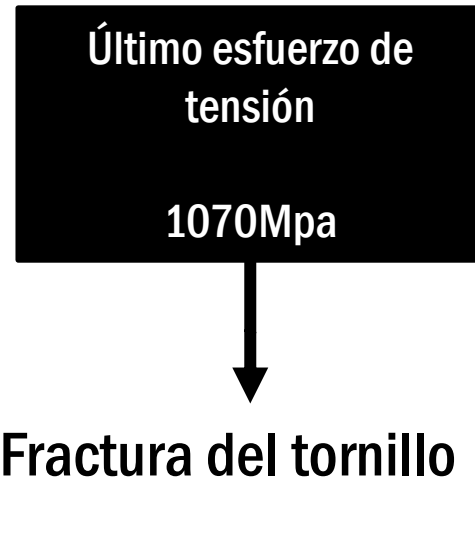
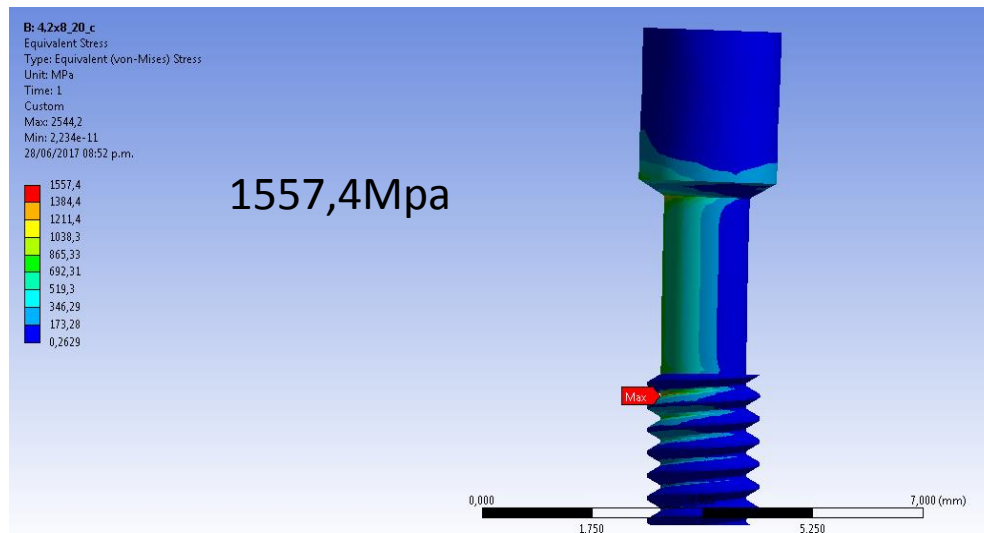
DISCUSIÓN

RELACIÓN C/I 2.5:1

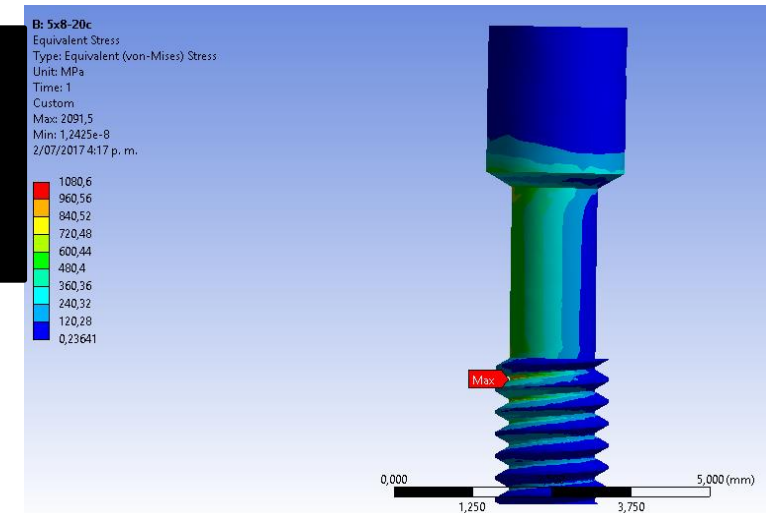
Indujo a mayores concentraciones de esfuerzos en el hueso cortical utilizando implantes con relación P(0,00)

Tornillo de fijación mayores esfuerzos a aumento relación C/I **OBLICUA**

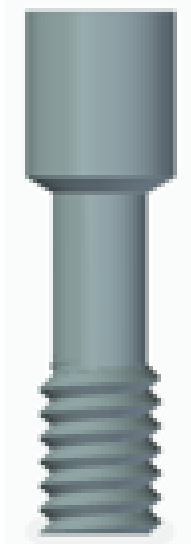
8mm y diámetro 4,2 relación C/I 2,5:1



8mm diámetro 5 relación C/I 2,5:1



DISCUSIÓN



6mm y diámetro 4,2
relación C/I 2,5:1

8mm diámetro 5mm
relación C/I 2:1

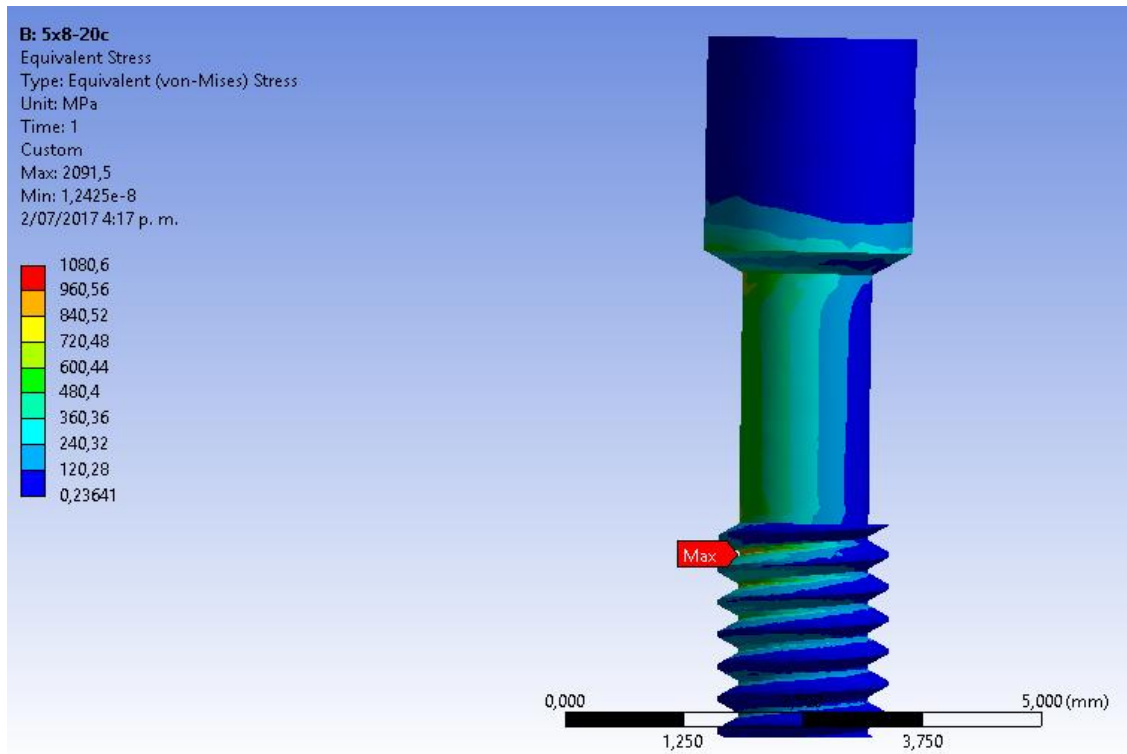
1008,5 Mpa y 1005,9 Mpa

Modulo de
fluencia 930Mpa



Deformación plástica

DISCUSIÓN



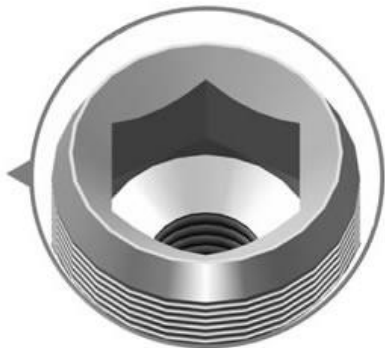
Neumann 2014

Las fallas se presentan a nivel del cuello del tornillo.

DISCUSIÓN



CONEXIÓN HESAGONO INTERNO



Menor incidencia de aflojamiento y fractura del tornillo de fijación y mayor absorción de la carga

DISCUSIÓN

HUESO CORTICAL

4,2mm y longitud 8mm
C/I 2,5:1

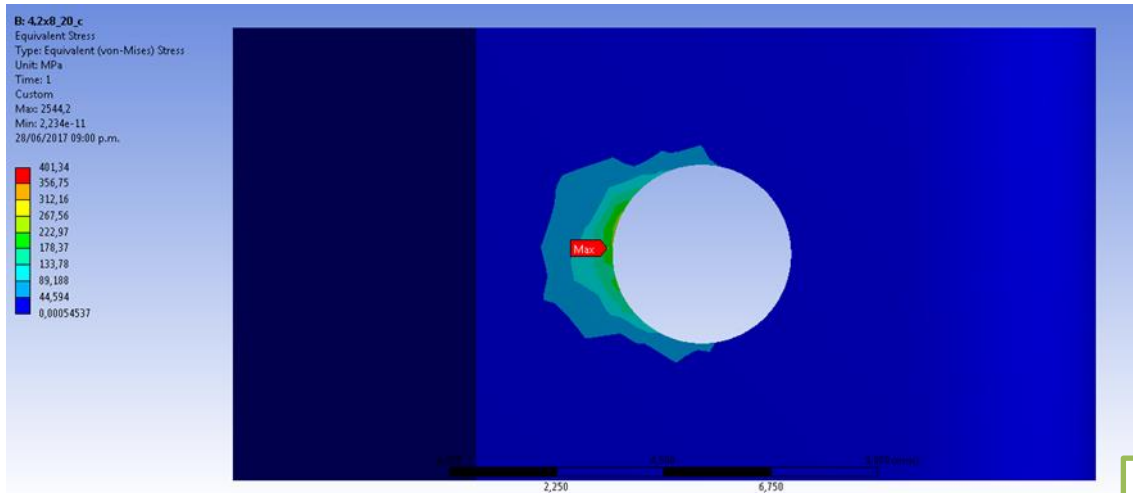
401,3Mpa



Fluencia 133,1



Deformación plástica



VESTIBULAR VS LINGUAL

diferencia estadísticamente significativa P (1,9E-10)

DISCUSIÓN

HUESO CORTICAL

6mm X5mm

8mm x 4,2

8mmx 5mm

6mm x 4,2

RELACIÓN
C/I
1:1

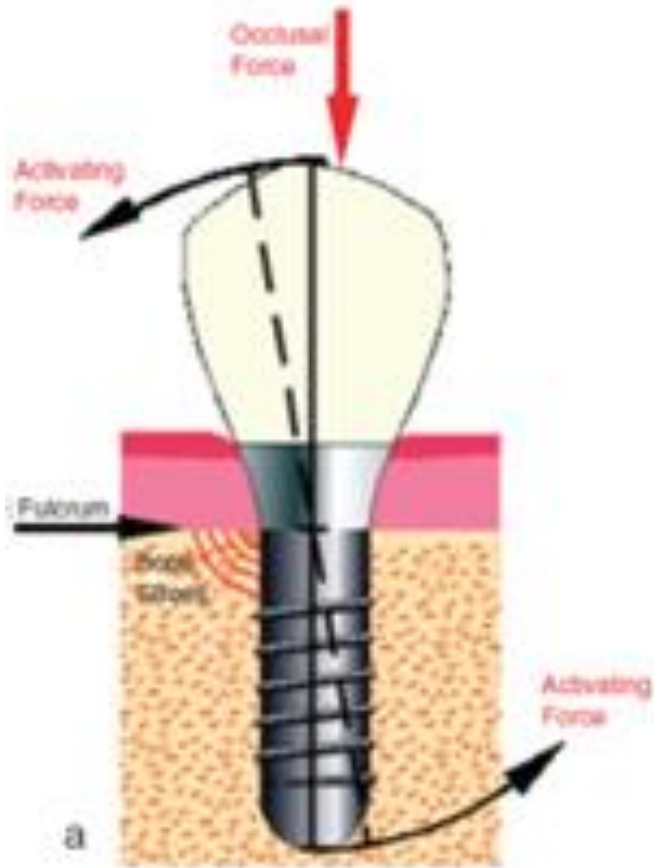
esfuerzos máximos eran inferiores al esfuerzo de fluencia presentando una deformación elástica sin riesgo de presentar reabsorción ósea

Urdaneta y col. 2010 y Birdi y col. 2010 relacionaron que el aumento de la relación C / I no aumentó el riesgo de pérdida de hueso crestal ($p = 0,37$) o fracasos de implantes.

DISCUSIÓN

OBLICUA

Aumento de esfuerzo y deformación hueso periimplantar



FLEXIÓN

DISCUSIÓN

DIAMETRO DEL IMPLANTE

los elementos expuestos al esfuerzo máximo se localizan alrededor del cuello del implante y, por lo tanto, el área más amplia en la porción cervical del implante puede disipar mejor las fuerzas masticatorias

DISCUSIÓN

CONCENTRACIÓN DE
ESFUERZOS



CONCLUSIONES

El aumento de la altura coronal con una relación de 2:1 y 2.5:1 puede ser perjudicial para los componentes protésicos y el hueso periimplantar.

El diámetro del implante influye mucho más que la longitud sobre la biomecánica del complejo proporcionando una mejor distribución de esfuerzos y deformaciones.

RECOMENDACIONES

realizar estudios clínicos que nos permitan dar mayor evidencia científica en cuanto a la relación corona/ implante ideal y manejar de manera cautelosa las proporciones C/I desfavorables en restauraciones individuales en el sector posterior.

