

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE MEDICINA**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS
DELEGACIÓN DF SUR
HOSPITAL GENERAL REGIONAL No. 2 VILLA COAPA**

**CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN
TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA
2010-2014**

**“CORRELACIÓN ENTRE LA PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA Y LA
MEDICIÓN RADIOGRÁFICA DIGITAL POSTQUIRURGICA DE
TORNILLOS EN PACIENTES CON FRACTURA DE TOBILLO DEL
HOSPITAL GENERAL REGIONAL NO. 2 VILLA COAPA”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA**

PRESENTA:

DR. GASPAR ALBERTO MOTTA AVILA

ASESORES:

DR. MIGUEL ANGEL OCEGUEDA SOSA

Médico especialista en Traumatología y Ortopedia

LIC. DANIEL IVAN UGALDE GUTIERREZ

Lic en Actuaría. Especialista en Estadística y en Negocios

MÉXICO, D. F. 11 DE NOVIEMBRE DE 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorización



Dr. Manlio Favio Ochoa Cazares
Jefe de la Coordinación Clínica de
Educación e Investigación en Salud
Hospital General Regional No. 2 Villa Coapa
Instituto Mexicano del Seguro Social



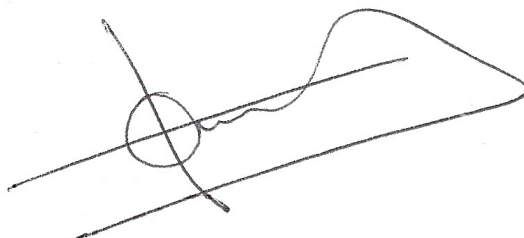
Dr. Guillermo Alejandro Salas Morales
Profesor Titular del Curso de
Especialización de Traumatología y Ortopedia
Hospital General Regional No. 2 Villa Coapa
Instituto Mexicano del Seguro Social



Dr. Gilberto Ríos Ruiz.
Profesor Adjunto del Curso de
Especialización de Traumatología y Ortopedia
Hospital General Regional No. 2 Villa Coapa
Instituto Mexicano del Seguro Social

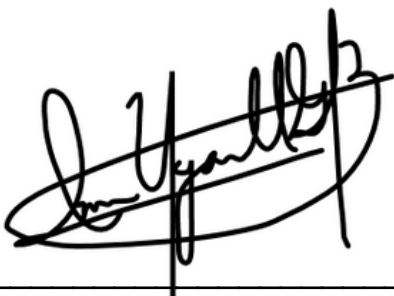
Asesores

Asesor Médico



Dr. Miguel Angel Ocegueda Sosa
Profesor Adjunto del Curso de Especialización de
Traumatología y Ortopedia
Hospital General Regional No. 2 Villa Coapa
Instituto Mexicano del Seguro Social

Asesor Metodológico



Lic. Daniel Iván Ugalde Gutiérrez
Especialista en Estadística y en Negocios.
Actuario Senior. Seguros Metlife.
Depto. Temas de Solvencia II

COLABORADORES



Dr. DAVID RAMON CAMACHO ANIDES
Residente en Traumatología y Ortopedia
Instituto Mexicano del Seguro Social



Dr. CLEMENTE HERNANDEZ GOMEZ
Residente en Traumatología y Ortopedia
Instituto Mexicano del Seguro Social



Dr. GASPAR ALBERTO MOTTA AVILA
Residente en Traumatología y Ortopedia
Instituto Mexicano del Seguro Social



Dr. HARIN ARIAS GUTIERREZ
Residente en Traumatología y Ortopedia
Instituto Mexicano del Seguro Social

**"La Medicina es la más humana de las artes, la más artística
de las ciencias y la más científica de las humanidades"**

- Edmund D. Pellegrino

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Mexicano del Seguro Social y a la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme las oportunidades para una formación de calidad.

Al Dr. Miguel Angel Ocegueda Sosa por su invaluable tiempo y disposición. Gracias por haber sido quien confió en el hospital y en un servidor desde el principio de esta travesía.

Al Dr. Luis Edgardo Ramos Maza y al Dr. Gabriel Chávez Covarrubias por mostrarme el arte dentro de la ciencia traumatológica.

A la Dra. María del Carmen Avila Vázquez por haberme mostrado mi primer molde de yeso.

A los profesores de especialidad por transmitir sus enseñanzas, experiencias y por su dedicación.

A mis padres, Gaspar Motta Aviles y Martha Alicia Avila Vázquez.

A mi hermano Carlos Alberto Motta Avila.

A quienes amo y les debo absolutamente todo.

Jamás terminaría de agradecer todo lo que han hecho por mí.

Finalmente a la cofradía médica que me enseñó que *permaneciendo unidos*, las amistades durarán por siempre.

ÍNDICE

1. Resumen	1
2. Marco Teórico	2
3. Planteamiento del problema	12
4. Justificación	14
5. Objetivos	16
6. Hipótesis	17
7. Material y método	18
8. Plan general	28
9. Análisis estadístico	29
10. Resultados	31
11. Discusión	33
12. Conclusión	40
13. Bibliografía	41
14. Anexos	44
1. Tabla General de Captura de Datos	45
2. Tabla De Medidas De Tornillos Para Hueso Cortical	48
3. Tabla De Medidas De Tornillos Para Hueso Esponjoso	50
4. Tabla De Medidas De Tornillos Para Hueso	52
5. Programas informáticos (software) Utilizados	55
6. Cronograma de Gantt	58
7. Consideraciones Éticas	59
8. Carta De Responsabilidad	60

1. RESUMEN

Título: CORRELACIÓN ENTRE LA PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA Y LA MEDICIÓN RADIOGRÁFICA DIGITAL POSTQUIRURGICA DE TORNILLOS EN PACIENTES CON FRACTURA DE TOBILLO DEL HOSPITAL GENERAL REGIONAL NO. 2 “VILLA COAPA”

Motta Avila, GA.; Ocegueda Sosa, MA.; Ugalde Gutierrez, DI

Objetivo: Comparar la certeza de la medición y planificación en imágenes radiográficas digitales con la medición postoperatoria de tornillos de pacientes con fracturas de tobillo susceptibles a manejo quirúrgico en pacientes del HGR 2 Villa Coapa.

Material y método:

Se trata de un estudio transversal, comparativo, retrospectivo, observacional, exploratorio mixto. El estudio comprende a pacientes internados con el diagnóstico de fractura de tobillo, en el periodo de marzo de 2012 hasta septiembre de 2012.

Se buscaron estudios radiográficos en el sistema archivo y procesamiento de imágenes radiográficas hospitalario (PACS). Se midió el tamaño de los tornillos de cortical y de esponjosa postoperatorios con ayuda de un programa computarizado de edición de imágenes, asimismo se midió en los sitios en donde se colocarían los tornillos en la placa simple preoperatoria. De esta forma contamos con los valores de la predicción realizada con el editor y de resultados postoperatorios. A modo de determinar si la planificación digital es estadísticamente confiable.

Resultado:

Las variables se sometieron a un análisis descriptivo univariado, para explorar las características distribucionales de las observaciones tanto para el tornillo de cortical como para el de esponjosa. Se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión. Las variables de razón se compararon usando la prueba estadística no paramétrica *de signos*. Las medidas de tornillos de cortical y esponjosa, presentaron respectivamente un coeficiente de variación de 0.57 y 0.92; media de 3.32 y 3.08mm; mediana de 3.30 y 3.6mm con coeficiente de asimetría de 0.96 y -1.84. Se obtuvo el *valor p* de la prueba estadística de 2.7×10^{-21} y de 9.2×10^{-6} con intervalos de confianza de 100% y 99.99% respectivamente. Concluyendo que este método de medición digital no es estadísticamente confiable para planificar tamaño de tornillos para hueso.

Palabras clave: Planificación preoperatoria, imágenes digitales, PACS, medición de imágenes, osteosíntesis tobillo

2. MARCO TEÓRICO.

Previo a cualquier procedimiento quirúrgico en traumatología y ortopedia, es necesario contar con una planificación preoperatoria. En caso de requerir distintos tipo de implantes es necesario contar con ellos en cantidad y medida adecuada.

Son dos objetivos primordiales de contar con una planificación previa. Determinar el resultado deseado con un calco preoperatorio de la placa radiográfica y en segundo término desarrollar una táctica quirúrgica que define los pasos transoperatorios y el orden de los mismos.⁽¹⁾

Con una planificación adecuada es posible:

- Elegir correctamente los implantes
- Determinar la posición del paciente
- Valorar accesos quirúrgicos
- Visualizaremos la secuencia de la reducción y fijación
- Prevenir soluciones ante dificultades y riesgos.

PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA TRADICIONAL

Técnica de Superposición de Calcos

Para realizar una planificación preoperatoria con estudios radiográficos impresos se requiere además, un negatoscopio, papel tipo albanene (o mantequilla), un goniómetro y marcadores de colores.

Para fines de comparación se requieren estudios radiográficos simples tanto del lado afectado, como del lado sano. Se debe utilizar la proyección que ofrezca mayor claridad de la deformidad y desplazamiento de la fractura. Usualmente el plano anteroposterior, aunque también se puede utilizar otra proyección.

Técnica de Planificación con el Lado Sano

Primero se ha de realizar un calco del estudio del lado afectado, copiando los fragmentos principales y diferenciando planos. Marcando con líneas punteadas los contornos correspondientes a porciones posteriores, o en planos distintos de cada fragmento. (Fig.1.A)

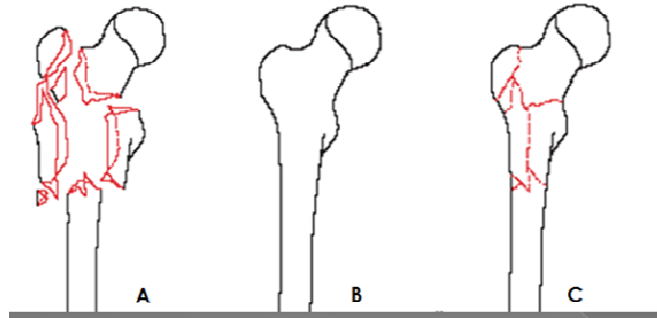


Fig.1. A) Calco del Lado Afectado. B) Calco del Lado sano y reconstrucción final.

Tomado de Ruedi T, Buckley R, Moran C. AO Principles of Fracture Management: Specific fractures. 2 Har/Dvdr edition. Thieme

Mientras tanto se debe realizar otro calco del lado sano, simplemente delimitando sus contornos. Finalmente se ha de “reducir” la fractura colocando los fragmentos en el sitio correspondiente utilizando el calco del lado sano copiando los fragmentos del calco del lado afectado.⁽²⁾ (Fig.1B, 1C, Fig 2)

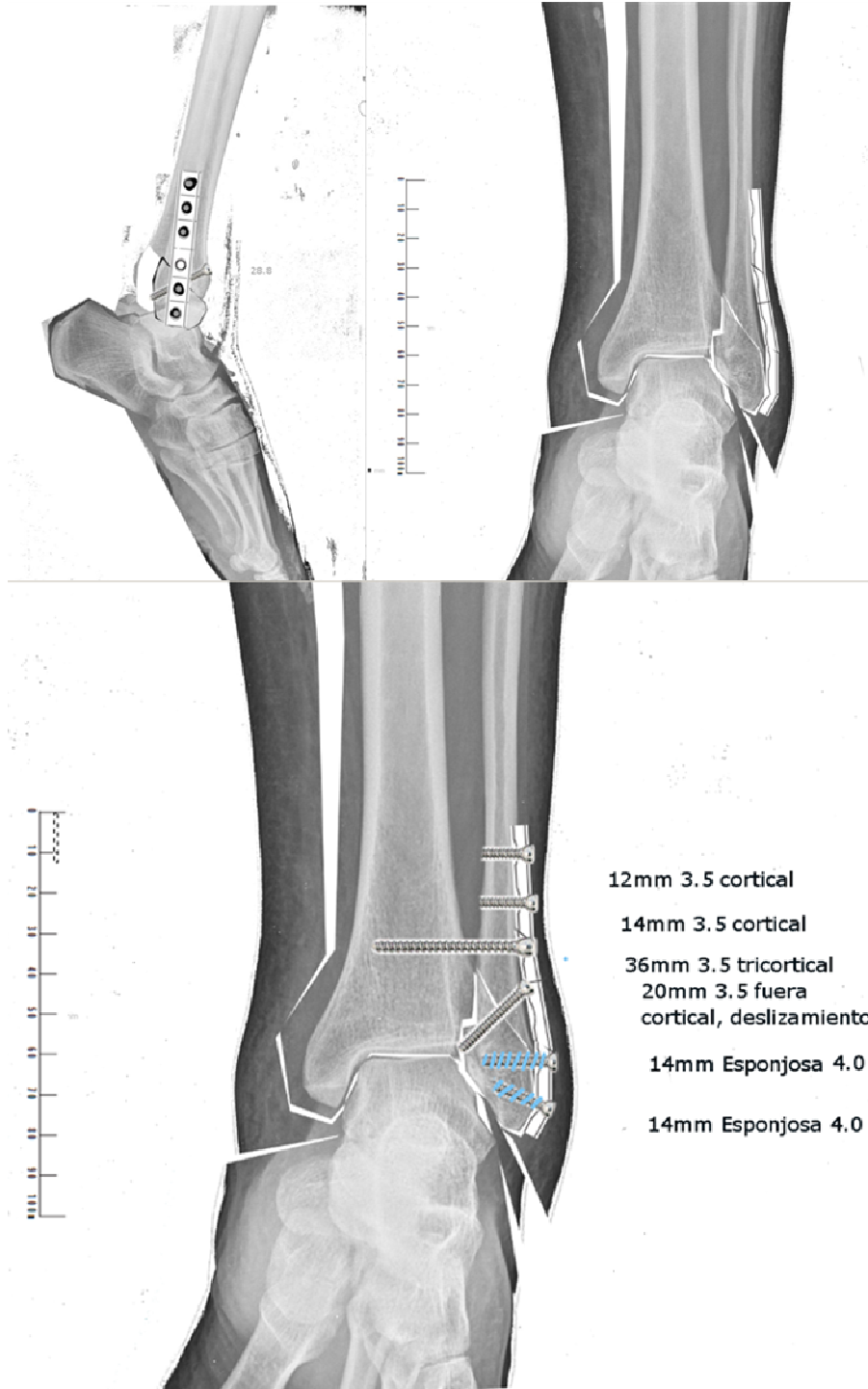


Fig.2. Calco sobre imagen digital. Reconstrucción y medición final. Tomado de Ruedi T, Buckley R, Moran C. AO Principles of Fracture Management: Specific fractures. 2 Har/Dvdr edition. Thieme

Técnica de Calco Directo

Simplemente se ha de calcar los fragmentos principales de la fractura en varias hojas de papel a fin de armar y manipular cada pieza por separado.

Con ambas técnicas, se selecciona la plantilla del implante a ser utilizado, usualmente en acetato con bordes de diferente medida a fin de determinar el tipo óptimo y longitud del implante, así como la mejor posición de los tornillos.

Müller *et al*, concluyen que la planificación preoperatoria disminuye la duración de la cirugía y el nivel de frustración. Usando calcos, el equipo quirúrgico, puede comprender los pasos del procedimiento y asegurarse que el equipo correcto, incluyendo el implante, se halla disponible.⁽¹⁾

PLANIFICACIÓN EN UN MUNDO DIGITAL

Actualmente en la mayoría de las unidades hospitalarias así como en unidades de medicina familiar y de primer nivel de atención del Instituto Mexicano del Seguro Social; el uso de estudios radiográficos impresos ha quedado en desuso, cediendo el paso a estudios radiográficos digitales administrándolos con sistemas⁽³⁾ Y visores en medios extraíbles, tales como CD, DVD o unidades de memoria flash USB.

Los sistemas visores son conocidos como PACS ⁽⁴⁾ por sus las siglas anglosajonas *picture archiving and communication system* (sistema de archivado y transmisión de imágenes). Se trata de un sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas (medicina nuclear, tomografía computada, ecografía, mamografía, etc.) y para la transmisión de éstas a estaciones de visualización especializadas o entre diversas estaciones a través de una red informática.

Como tecnología sanitaria está regulada en Europa por la directiva 93/42/EEC.

Al momento de pasar de un medio análogo a digital, se abrió paso a la era de la planificaciones preoperatorias mediante el uso de dispositivos electrónicos.^(5,6)

En un inicio las grandes casas comerciales desarrollaron programas computacionales amigables para el usuario⁽⁷⁾; sin embargo a pesar de esfuerzos de ciertas compañías para incluir diferentes plantillas para diferentes implantes⁽⁸⁾, el costo de desarrollo y venta de este tipo de programas representa una limitación para países en vías de desarrollo.

Se han publicado trabajos que han comparado la efectividad de ambos tipos de planificación^{(9,10)(11)} ante la difícil transición de un medio francamente físico, analógico a uno completamente abstracto y digital. Demostrando prácticamente la misma tasa de éxito con ambos métodos.⁽¹²⁾

Se han realizado análisis de efectividad de la planificación preoperatoria digital en cirugías que requieren de una cuidadosa planificación previa, tales como artroplastias de cadera y de rodilla⁽⁶⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾, osteotomías⁽¹⁵⁾ y de análisis biomecánico.⁽¹⁶⁾

Reportando resultados satisfactorios comparándolos con la planificación preoperatoria tradicional así como al tamaño y cantidad de implantes utilizados en los procedimientos antes mencionados.

No todos los centros hospitalarios cuentan con una infraestructura computacional⁽¹⁷⁾ de redes y de inter fase entre usuarios necesarios para implementat un PACS.⁽¹⁸⁾

Ramirez y Coto⁽¹⁹⁾ desarrollaron un método en que se pretendió estandarizar la conversión de estudios radiográficos análogos a digitales mediante el uso de una cámara digital y un tripie a una distancia con angulación conocida.

Colocación de una placa de Rayos-X sobre un negatoscopio para ser fotografiada

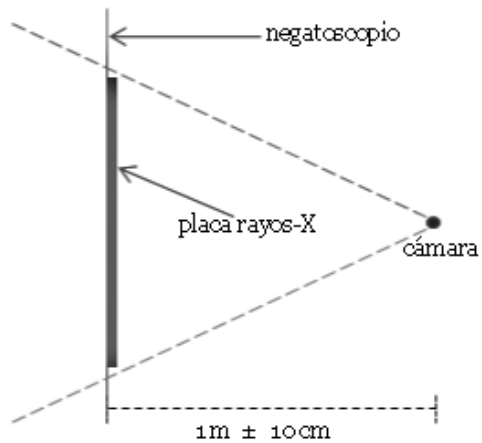


Fig.3 Método de conversión de imágenes a medio digital. Tomado de Ramirez E, Coto E. Enl@ce TRAUMAPLAN: para la planificación preoperatoria en traumatología. Rev. Venez. Inf. Tecnol. Conoc. 9 de febrero de 2013;8(2):61-78

Es importante compensar la discrepancia entre el tamaño de las imágenes al momento de digitalizar, Ramirez y Coto ⁽¹⁹⁾ lo resolvieron utilizando un parámetro estándar. En este caso, la marca de una perforadora de documentos con una distancia conocida. Este tipo de soluciones surgen a raíz de la dificultad técnica de contar con un PACS en un sistema completo de redes intrahospitalaria, una paquetería informática ⁽²⁰⁾ adecuada para la planificación preoperatoria y finalmente contar con las plantillas digitales de los implantes con los que se cuente. ⁽⁵⁾

De este modo se decidió tomar en cuenta a las fracturas de tobillo que involucren al peroné, independientemente de la situación del maléolo tibial, sindesmosis tibioperonea o ligamento deltoideo; al tratarse de fracturas de alta incidencia y comunes. Aproximadamente del 75-80% de las fracturas de tibia junto con el peroné ⁽²¹⁾. Se refiere que el 70% son unilateral predominantemente del maléolo lateral y 7% trimaleolares. ⁽²²⁾

Independientemente del principio biomecánico a utilizarse directamente sobre el peroné, se requiere el uso de implantes para el tratamiento quirúrgico y fijación definitiva ⁽²³⁾.

En general este tipo de fracturas se asocian a mecanismos de mediana energía con

pocas lesiones asociadas⁽²⁴⁾. Del mismo modo, no se requieren de implantes de última generación, ni constituye una complejidad técnica su adecuada colocación como para limitar el tratamiento quirúrgico.

VALORACIÓN RADIOGRÁFICA POSTOPERATORIA

En términos generales podemos establecer una serie de parámetros para valorar los resultados postoperatorios de una fractura de tobillo.

A) Reducción.

La reducción de la fractura ha de ser anatómica al tratarse de una fractura articular a fin de disminuir el riesgo de artrosis post traumática.

B) Principio Biomecánico:

Es posible aplicar prácticamente cualquier principio biomecánico.

v.gr. **Compresion**, al usar tornillos entre fragmentos de una fractura con ángulo oblicuo del peroné, **protección** al colocar una placa adicional, sostén con placa en caso de multifragmentación no reductible, **tirante** al usar un obenque de alambre con agujas Kirschner y finalmente **tutor** si se utilizan clavillos Kirschner o Steinman endomedulares.

C) Técnica

En el caso de utilizar tornillos para hueso hemos de señalar los siguientes lineamientos:

1) El tornillo de hueso cortical requiere ser del largo suficiente como para fijarse en ambas corticales del peroné. Creando una presa eficiente entre la cabeza del tornillo y placa o el hueso según el caso. Sin embargo no debe ser de un largo excesivo a fin de que interfiera con la función articular tipo pistón entre la tibia y el peroné.

De este modo contamos con un intervalo de medidas aceptables **máximas y mínimas** para la longitud de los tornillos.

2) El tornillo de hueso esponjoso metafisario deben ser siempre más cortos, a fin de no pasar la segunda cortical del peroné interferir con la función articular tipo cardán al quedar intra articular. De este modo contamos con un intervalo de medidas aceptables **máximas** para la longitud de los tornillos.

3) En caso de requerirlo, el tornillo situacional para la sindesmosis tibioperonea basta con ser tricortical para ser funcional.

El hecho de contar con intervalos en los que tengamos cifras **máximas y mínimas** para la longitud de los tornillos hace la planificación flexible a fin de adaptarla a disponibilidad de implantes.

En el caso de osteosíntesis bajo principio biomecánico de sostén o protección con placa de tercio de tubo con tornillos para hueso consideraremos **inaceptable**:

- Tornillos que interfieran con la función articular, limitando los arcos de movilidad.
- Tornillos que se hallen intra articulares con potencial daño condral.
- Tornillos para hueso cortical que no sean lo suficientemente largos como para alcanzar la segunda cortical ósea, aumentando considerablemente el riesgo de aflojamiento de implantes.

Este estudio, más que enfocarse en el análisis de la táctica quirúrgica en el tratamiento de las fracturas de tobillo, enfatizará los requerimientos técnicos en materia de implantes que se requieren para realizar una osteosíntesis satisfactoria. En caso de obtener resultados ventajosos, sería viable extrapolar dichas técnicas de medición para la planificación preoperatoria en otras regiones y extremidades.

DESCRIPCION DEL MATERIAL DE OSTEOSINTESIS

En el HGR No. 2 Villa Coapa contamos con tornillos para hueso cortical 3.5mm, tornillos para hueso esponjoso 4.0mm así como placas tercio de tubo tipo AO para tales fines. La función de los tornillos radica en fijar placas, o dispositivos similares, en el hueso; o bien sostener dos fragmentos óseos en el caso de tornillos de esponjosa⁽¹⁾.

Los tornillos se diferencian ya sea por la forma en que se insertan al hueso, como por su función, su forma, su tamaño y al tipo de hueso para el cual se destinan. También se diferencian entre tornillos autoroscantes, no autoroscantes; de cortical, de esponjosa con rosca continua o discontinua.

Los tornillos autoroscantes están diseñados de tal forma que, una vez realizada la perforación en el hueso con la broca correspondiente, se labra el paso de rosca en el momento en que se colocan. Caso contrario con los no autoroscantes, los cuales requieren de una terraja macho para labrar tal paso de rosca así como de una perforación de mayor diámetro en el hueso.⁽¹⁾

Para fijar el peroné se utilizan tornillos de cortical de 3.5mm, de esponjosa 4.5mm en región metafisaria así como una placa 1/3 de tubo 3.5mm.⁽²⁾

Estos tornillos comparten una serie de similitudes, entre las que consideramos más importantes:

- Cuentan con una cabeza con diámetro de 6mm, suficiente para sujetar una placa tercio de tubo cuyos orificios ovales son de 4x5mm.
- Es un error común considerar que la medida del tornillo proporcionada por el fabricante se mide en su totalidad, desde la cabeza hasta la porción final.
- Sin embargo la longitud correcta de un tornillo se mide desde porción en que inicia la rosca del tornillo y termina la cabeza del mismo, la cual mide 2.5mm.

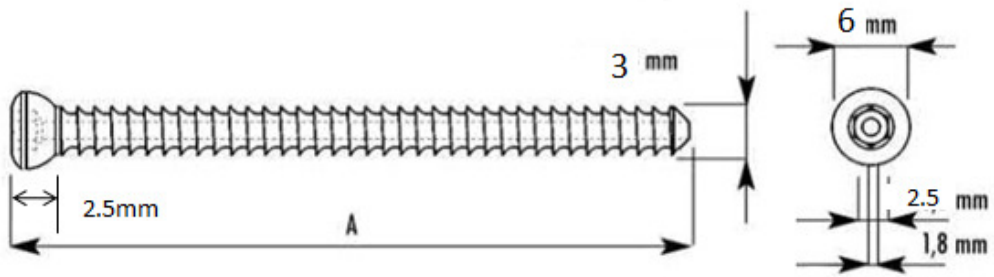


Fig. 4 Dimensiones de un tornillo de cortical AO

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde inicios del desarrollo de la osteosíntesis con placas y tornillos, se consideró de extrema importancia el homologar instrumental, tipo de implantes y técnicas de colocación. Lo anterior con el fin de simplificar el tratamiento integral del paciente.

En el HGR 2 se utilizan implantes desarrollados por el Grupo de Trabajo para el Estudio de la Osteosíntesis AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*) fundada en 1958, los cuales cuentan con instrumental especializado estandarizado con medidas ya conocidas.

Cabe señalar que las necesidades de instrumental y material quirúrgico del HGR 2 aumentan cada día, asimismo las capacidades físicas de la Central De Esterilización Y Equipos (CEYE) son rebasadas por la gran cantidad de cirugías realizándose simultáneamente en el hospital.

Uno de los problemas más frecuentes que encontramos en el HGR 2 se relaciona con el suministro de implantes en tamaño y número correctos. No siempre se cuenta con la disponibilidad inmediata de cualquier implante durante el transquirúrgico; ya sea por falta de insumo, porque los implantes aún no completan el proceso de esterilización, porque los implantes se hallan en el equipo de osteosíntesis de otra sala, porque los criterios de medición de implante varían dependiendo del personal de CEYE, regletas medidoras de diferentes magnitudes; solo por mencionar algunos.

De esta forma, el cirujano del HGR 2 ha de ser cuidadoso con el tamaño y número de implantes que solicita previo al procedimiento quirúrgico durante la programación de la cirugía. Debe solicitar el tamaño y cantidad correctos de los implantes requeridos.

Con la introducción de la tecnología de imágenes digitales al HGR 2, cambia radicalmente el método tradicional para medir un estudio radiográfico y planificar un implante específico al que se llevaba a cabo utilizando estudios impresos sobre un negatoscopio, con plantillas de acetato y un goniómetro análogo.

Cualquier método novedoso que se introduzca al HGR 2 ha de cumplir con las cualidades mínimas de confiabilidad con las que el método previo contaba. La confiabilidad y la precisión del método se verán reflejadas en menores tiempos quirúrgicos al contar con los implantes precisos antes del procedimiento.

Se utilizarán solamente los implantes mínimos necesarios para cada paciente, evitando el recambio y desperdicio de implantes y se disminuiría el volumen de implantes que CEYE requiere esterilizar, almacenar y distribuir.

Lo anterior obliga a que el método digital otorgue una medición precisa y tan confiable como la análoga. Así es que planteamos el siguiente problema.

¿Es estadísticamente confiable el uso de un programa computacional de edición de imágenes para realizar la medición preoperatoria de tornillos en fracturas de tobillo en el HGR 2 del Instituto Mexicano del Seguro Social?

4. JUSTIFICACIÓN

Previo a cualquier procedimiento quirúrgico en traumatología y ortopedia, es necesario contar con una planificación preoperatoria. En caso de requerir distintos tipos de implantes es necesario contar con ellos en cantidad y medida adecuada.

Son dos objetivos primordiales de contar con una planificación previa. Determinar el resultado deseado con un calco preoperatorio de la placa radiográfica y en segundo término desarrollar una táctica quirúrgica que define los pasos transoperatorios y el orden de los mismos. ⁽¹⁾

Con una planificación adecuada es posible:

- Elegir correctamente los implantes
- Determinar la posición del paciente
- Valorar accesos quirúrgicos
- Visualizaremos la secuencia de la reducción y fijación
- Prevenir soluciones ante dificultades y riesgos.

Los resultados de esta investigación ubicarán al IMSS en la vanguardia en cuanto a la planificación preoperatoria digital, de lo cual existe poca información en este país. Los hallazgos pueden ser útiles para la toma de decisiones en cuanto a la compra y uso de implantes.

Beneficios:

A los pacientes:

Disminuirá tiempo quirúrgico al contar, de antemano con los implantes del tamaño requerido.

En forma global permitirá mejorar su tratamiento en el IMSS al facilitar la preparación pre quirúrgica del ortopedista

Identificación de necesidades de capacitación y salud.

A la institución:

Disminuirá el tiempo transoperatorio empleado en la medición individual de implantes

Disminuirá la toma de estudios radiográficos transoperatorios para corroborar tamaño adecuado de tornillos.

Identificará las necesidades de implantes mucho tiempo antes del procedimiento quirúrgico programado.

5. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Comparar la certeza de la medición y planificación en imágenes radiográficas digitales con la medición postoperatoria de tornillos de pacientes con fracturas de tobillo susceptibles a manejo quirúrgico en pacientes del HGR 2 Villa Coapa.

OBJETIVO ESPECIFICO

- Conferir al cirujano de una noción de los implantes que se requerirán para la realización de un procedimiento quirúrgico a fin de adaptarla a disponibilidad física y principio biomecánico.

6. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

¿Es estadísticamente confiable el uso de un programa computacional de edición de imágenes para realizar la medición preoperatoria de tornillos en fracturas de tobillo?

HIPÓTESIS NULA

Es estadísticamente confiable. Existe relación entre la medición de la planificación preoperatoria y la medición postoperatoria de los implantes.

HIPÓTESIS ALTERNA

No es estadísticamente confiable. No existe relación entre la medición de la planificación preoperatoria y la medición postoperatoria de los implantes.

7. MATERIALY METODOS:

DISEÑO DEL ESTUDIO.

Se trata de un estudio transversal, comparativo, retrospectivo, observacional, exploratorio mixto.

UNIVERSO DE TRABAJO:

Pacientes con cualquier tipo de fractura de peoné distal (tobillo), intervenidos quirúrgicamente e internados en el servicio de Trauma Uno y Trauma Dos del Módulo de Traumatología y Ortopedia del Hospital General Regional No. 2 Villa Coapa desde marzo de 2012 hasta septiembre de 2012.

DESCRIPCION DE LAS VARIABLES:

Variable independiente: postoperatorio

Medición radiográfica postoperatoria de tornillos (longitud) para hueso cortical y hueso esponjoso.

Variable dependiente:

Medición radiográfica predictiva (longitud) preoperatoria de tornillos para hueso cortical y hueso esponjoso.

Variables de confusión:

Medición alterada por la rotación de la extremidad durante la realización del estudio radiográfico.

Medición alterada por la angulación de los tornillos con respecto al eje anatómico del hueso.

Medición alterada por la falta de una referencia constante y conocida durante la toma de los estudios radiográficos.

Obstrucción radiográfica parcial de la longitud total de los tornillos debido a superposición de imágenes.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

Tipo del muestreo:

Muestreo sistemático, aleatorizado

Tamaño muestral:

Casos no consecutivos

Se seleccionó 1 de cada 5 pacientes que ingresaron a los módulos de Trauma 1 y Trauma 2 del HGR 2. Lo anterior con el fin de eliminar el sesgo relativo a la existencia de implantes según temporalidad atribuidos a causas externas al ejercicio médico. Ejemplo: Falta de provisión, personal alterno con diferentes criterios de medición, falla del equipo de rayos X en ciertas temporadas.

$$n = \frac{Nz^2 \alpha p q}{[e^2 (N - 1) + z^2 \alpha p q]}$$

n= tamaño de muestra requerido

N= tamaño de la población

Za=nivel de fiabilidad al 95% (estándar 1.96)

p= proporción o prevalencia de 50%*

q=1-p

e= margen de error (estándar 0.05)

Considerando una población de 20,000 derecho usuarios.

Arroja que el margen de error para la muestra es de **8.53%**

Nivel de confianza de 95% (25)

El tamaño de muestra para este estudio fue de 132 observaciones, cada una correspondiente a la medición de un tornillo. Estas observaciones se tomaron del HGR No. 2 Villa Coapa.

CRITERIOS DE SELECCIÓN:

Criterios de inclusión:

- Pacientes con fractura del tobillo que involucre al peroné, independientemente de la situación del maléolo tibial, sindesmosis tibioperonea o ligamento deltoideo.
- Pacientes tratados en su totalidad en el Hospital General Regional No. 2 con Unidad Médica de Atención Ambulatoria “Villa Coapa”
- Utilización del principio biomecánico de protección y/o sostén.
- Uso de Implantes, placa de tercio de tubo AO y tornillos para hueso cortical y hueso esponjoso tipo AO.
- Estudios radiográficos de buena calidad extremidad afectada

Criterios de no inclusión:

- Pacientes con manejo quirúrgico previo en el tobillo fracturado.
- Pacientes con esqueleto inmaduro, fisis de crecimiento abiertas.
- Pacientes con alteraciones anatómicas y morfológicas de los huesos del tobillo, independientemente de la causa.
- Pacientes con estudios radiográficos incompletos o con técnica deficiente.
- Uso de principio biomecánico de tutor o compresión.
- Pacientes con uso de otros implantes fuera de la placa de tercio de tubo AO y tornillos para hueso cortical y hueso esponjoso tipo AO. (Ej. Agujas Kirschner, Clavos Steinmann, alambre quirúrgico, tornillos especiales, etc)

Criterios de exclusión:

Pacientes con deficiencia técnica quirúrgica y de reducción, observables radiográficamente en el estudio postoperatorio.

RECURSOS PARA EL ESTUDIO:**Recursos humanos:**

Se requirió del personal del Servicio de Urgencias a fin de realizar el diagnóstico, ingreso y en ocasiones completar el tratamiento quirúrgico para cada paciente. Asimismo algunos pacientes fueron tratados en los servicios de Trauma Uno y Trauma Dos del hospital.

No se requiere personal adicional a la plantilla del hospital para la realización de este estudio. (Médicos, enfermeras, químicos, técnicos radiólogos y laboratoristas, etc.)

Se precisó de los médicos residentes de Ortopedia del HGR 2 Villa Coapa para la captación de pacientes en el censo hospitalario, medición de estudios y realización de planificaciones preoperatorias.

Recursos materiales:

No se requirieron de recursos materiales adicionales al que precisa todo paciente susceptible a tratamiento quirúrgico en esta unidad. Sin embargo fue fundamental la toma de estudios radiográficos digitales preoperatorios y postoperatorios, así como su ingreso al sistema IMPAX (PACS) del hospital.

Recursos financieros:

No se requirió de alguna partida especial, toda vez que han sido contemplados para todo paciente con fractura de tobillo tratado en esta unidad hospitalaria.

Los programas computacionales utilizados son programas gratuitos y de uso libre. No requieren una planeación presupuestal adicional a la requerida para descarga gratuita e instalación en equipos de cómputo

PROCEDIMIENTOS:

Se realizó una búsqueda en los censos hospitalarios diarios, de aquellos pacientes internados con el diagnóstico de fractura de tobillo de marzo de 2012 hasta el mes de septiembre de 2012.

Se buscaron estudios radiográficos en el sistema IMPAX hospitalario, que efectivamente cumplieran con los criterios de selección, de inclusión, de no inclusión y exclusión del estudio.

Se agruparon los estudios radiográficos de los pacientes, pre y postoperatorios.

Valoramos el estudio postoperatorio y medimos los tornillos de hueso cortical y esponjosa, así como su situación y orientación.

Basándonos en la situación de los tornillos en el estudio postoperatorio se realizó una medición de la placa simple preoperatoria, con ayuda de un programa de edición de imágenes, en los sitios en donde se colocarían los tornillos. De esta forma contamos con los resultados finales, postoperatorios; así como la predicción realizada con el editor. Los programas de computadora usados se describen en el apartado ANEXOS.

Se capturaron y tabularon los resultados, para cada paciente. De tal forma que se consideraron los siguientes elementos. Tabla completa en ANEXOS.

Nombre del Paciente

Postoperatorio

Medida Tornillos Cortical

Medida Tornillos Esponjosa

Medida Tornillos Compresión Axial

Preoperatorio

Medida Proyectada Tornillos Cortical

Medida Proyectada Tornillos Esponjosa

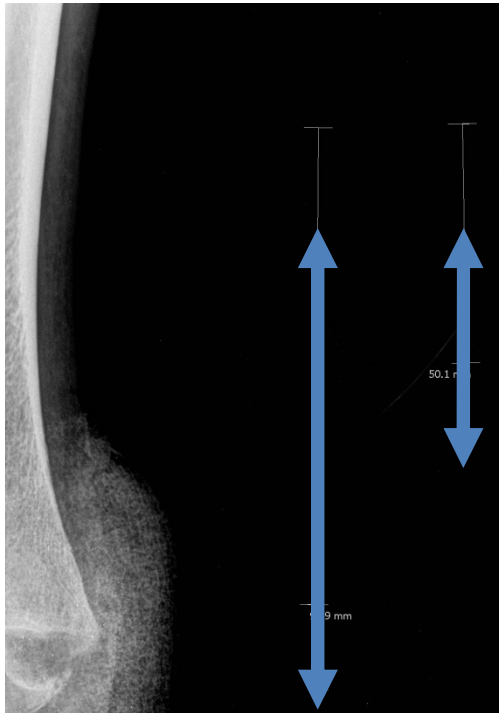
Medida Proyectada Tornillos Compresión Axial

MÉTODO EJECUTADO PARA LA PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA ELECTRÓNICA

1. En primera instancia abrimos el sistema IMPAX para introducir los datos del paciente.
2. Buscamos los estudios preoperatorios más adecuados para realizar una planificación. Radiografías simples de la extremidad afectada, sin férula, en proyección anteroposterior como lateral. Asimismo se guardan los estudios postoperatorios del paciente a modo de realizar la comparación entre la planificación y el resultado postoperatorio.



Fig.5. Se seleccionan las placas preoperatorias de Ingreso



3. Seleccionamos la herramienta para medición y trazamos dos líneas de referencia, una de 50mm y otra de 100mm. A fin de servir como modo de calibración en el editor de imágenes. La calibración de la imagen consiste en realizar la correspondencia píxel-milímetro y así ser capaz de realizar medidas sobre la imagen a trabajar.⁽¹⁸⁾

Fig.6. Líneas de Referencia de 50mm y 100mm trazadas en el PACS para estandarización del tamaño de imagen.

Con dichas líneas de referencia proporcionadas por el sistema PACS a una proporción estandarizada, se puede calcular un factor de correspondencia píxel-milímetro el cual se utilizará para realizar las medidas correspondientes.

4. Tanto en la proyección anteroposterior como en la lateral, medimos distancia entre ambas corticales en la zona metafisarias y diafisarias del peroné. Así como la longitud estimada para la colocación de implantes.

Se exportan los estudios preoperatorios a fin de que conserven dichas mediciones en la "imagen base" para la planificación.

5. Abrimos el editor de imágenes GIMP e importamos la imagen correspondiente al estudio del paciente.



Fig.7. Pantalla Principal Editor GIMP.

6. Dentro de dicho programa, seleccionamos la “herramienta de medición” (caliper) para seleccionar y medir sobre los fragmentos principales de la fractura como se haría en una planificación preoperatoria con la técnica tradicional. Esto último basándonos en la colocación final de los tornillos en el control radiográfico postoperatorio.



Fig.8. Icono en pantalla de la Herramienta de Medición “caliper”

- Cambiamos el tamaño de imagen realizando una regla de tres para tener una proporción correcta entre la imagen exportada y las mediciones a realizar.

Ej. Medimos nuestra referencia de 50.1mm grabada en IMPAX, en GIMP obtenemos la medición de 131.8mm

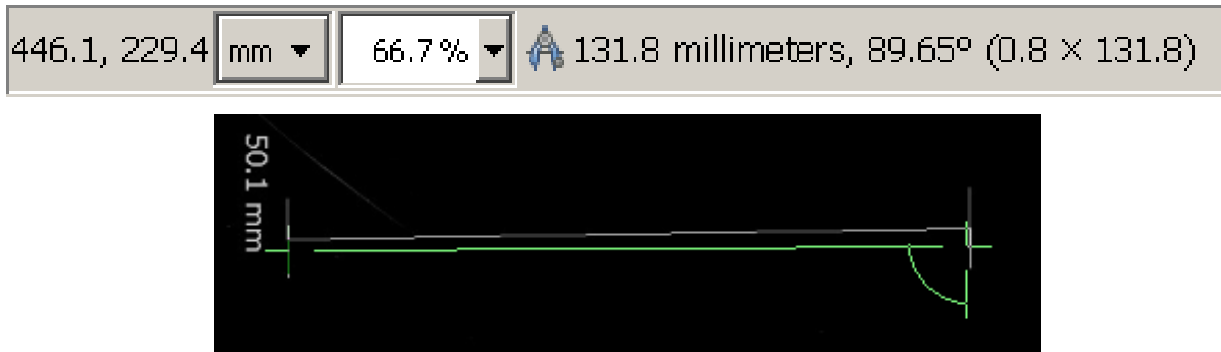
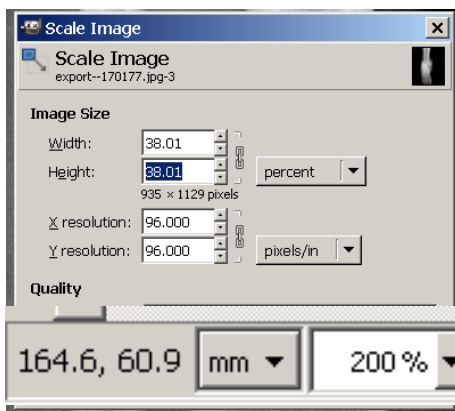


Fig.9. Desplegado en pantalla de la medición en pantalla de la línea de referencia en PACSde 50.1mm y su equivalente en GIMP de 131.8mm

De tal forma que por regla de 3:

Medida en pantalla: 131.8mm	Porcentaje Actual 100%
Medida Referencia IMPAX: 50.1mm	Porcentaje a disminuir =X (38.01mm)



Ajustamos el tamaño de imagen utilizando la herramienta “Escalar” y corroboramos la medición con la herramienta de medición.

Fig.10. Ajuste 1:1 de la medición en pantalla de la línea de referencia en PACS de 50.1mm y su equivalente en GIMP a 50.3mm tras el uso de la herramienta “Escalar”

De esta forma contamos con la imagen del estudio calibrada para nuestro editor de imágenes. Es decir, lo que se mide en GIMP tiene la misma proporción que la medición obtenida en IMPAX.

8. Creamos una nueva capa en donde con la herramienta de medición, proyectaremos los tornillos de cortical 3.5, tornillos de esponjosa 4.0 y placa 1/3 caña en los casos que así lo requieran, basados con el estudio postoperatorio. Una vez realizado la calibración con las líneas de 50 y 100mm.



Fig.11. Se registra el tamaño y tipo de tornillos en la imagen a escala real y proporcionada.

Una vez realizada la medición preoperatoria, se agregan los resultados obtenidos sobre la imagen.

8. PLAN GENERAL

Contando con la autorización del Comité de Investigación, Ética y Bioseguridad, así como del Hospital se procederá a:

1. Se realizó una prueba piloto con la medición digital. Se determinara la calidad, no se validaran los instrumentos de medición digital pero se identificaran dificultades para recabar la información así como la presencia de variables de confusión.
2. Se realizaron los ajustes necesarios a la técnica de medición.

Se recabaron en la tabla de captura que es nuestra base de datos para su análisis posterior.

9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables se sometieron a un análisis descriptivo univariado, para explorar las características distribucionales de las observaciones con las que contamos tanto para el tornillo de cortical como para el de esponjosa. Se utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión.

Las variables de razón serán comparadas usando la prueba estadística no paramétrica *de signos*, a fin de demostrar diferencias significativas entre las mediciones radiográficas pre y postoperatorias.

Las pruebas no paramétricas no requieren de cumplir algunos de los supuestos que las pruebas paramétricas requieren para los que no tenemos evidencia, por ejemplo, que los datos provengan de una distribución normal. Simplemente se supone que todos los datos provienen de la misma distribución no necesariamente conocida.

Se obtuvo el *valor p* de la prueba estadística, la cual permitió saber a partir de qué nivel de confianza se puede rechazar o aceptar la hipótesis nula (H_0). En este caso la hipótesis nula es asumir que la medición digital es tan confiable como la análoga. En términos matemáticos, determinar que la diferencia entre el tornillo planificado y el tornillo definitivo sea *cercana a cero*.

Tras realizar una grafica de tipo caja y brazo con los datos obtenidos en la **Tabla General De Captura de Datos** (Véase anexos), posteriormente ordenados en la **Tabla de Tornillos de Hueso Cortical y Tabla de Tornillos de Hueso Esponjosa** (Véase anexos) se puede observar lo siguiente:

-En cuanto a las medidas de tornillos de cortical; presentan una varianza considerable, toda vez que cuentan con un coeficiente de variación de 0.57, además se tiene evidencia que se podría tratar de una distribución simétrica. Su media es de 3.32mm y su mediana es de 3.30mm, adicionalmente el coeficiente de asimetría es de 0.96, al tener un tamaño de muestra reducido no se puede descartar que sea simétrica.

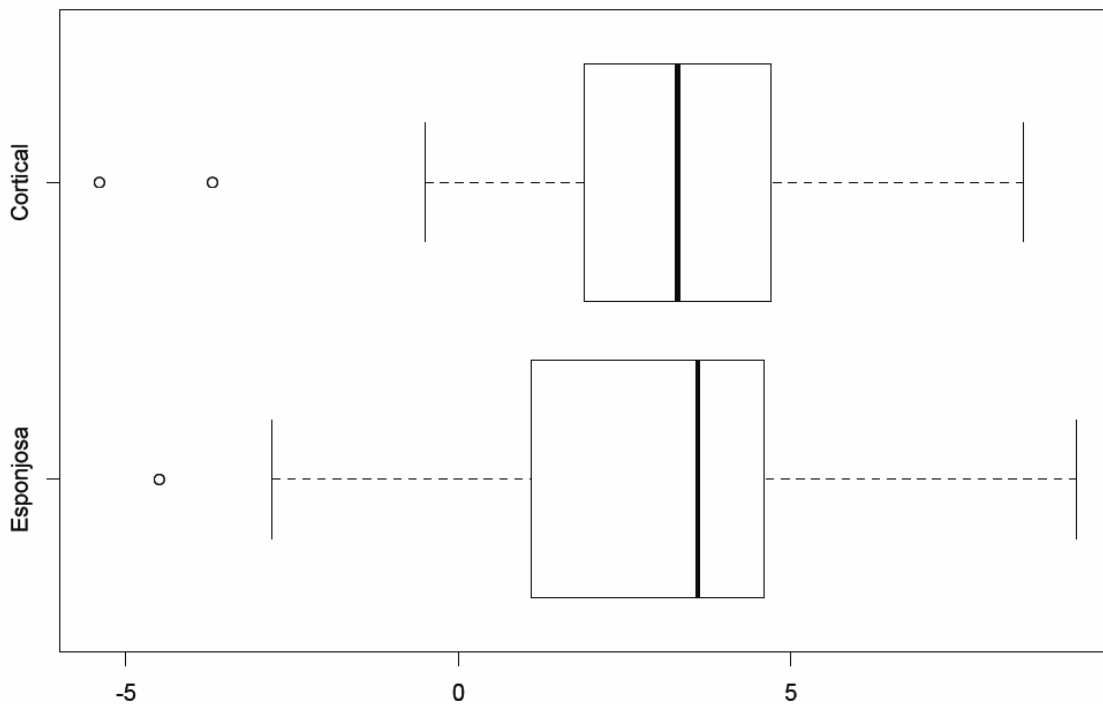


Grafico 1: Grafica de tipo caja y brazo en el que se valora la distribución asimétrica de las mediciones planificadas y finales de los tornillos de esponjosa y de cortical.

-Con relación a los tornillos de esponjosa el coeficiente de variación es de 0.92, se tiene evidencia de que no es simétrica pues su media es de 3.08 y su mediana de 3.6. Además su coeficiente de asimetría es de -1.84. (Tabla 1)

	Total	Cortical	Esponjosa
Promedio	3.05984848	3.3202381	3.08
Mediana	3.3	3.3	3.6
sigma	2.5260735	1.90388188	2.84018245
Coef. Asim	-3.5077929	0.96240759	-1.8395119

Tabla 1: Promedio y mediana de las mediciones obtenidas de tornillos de cortical y esponjosa. Obsérvese que la mediana de los tornillos de cortical indica que la muestra es, o puede ser, simétrico. Asimismo el valor sigma indica la desviación estándar para cada grupo de datos.

Con la evidencia previa no se tiene claro que se cumpla la asimetría o no asimetría para ambos tipos de tornillos, tampoco se puede saber de qué distribución probabilística provienen las observaciones.

Por lo anterior se decide *no usar la* prueba de rangos de Wilcoxon pues el principal supuesto que requiere es que los datos provengan de una distribución simétrica. Se decide usar la prueba de signos, la cual se adecua a este estudio al no contar con distribuciones simétricas.

Asimismo el tamaño de muestra es idóneo para aproximarnos a la robustez de la prueba.⁽²⁵⁾

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SIGNOS

Este contraste de hipótesis afirma o rechaza que la medida de tendencia central, en este caso la mediana, sea igual a la supuesta en la hipótesis nula (H_0). Es decir que el tornillo planificado sea el mismo que el tornillo final medido.

Lo hace considerando el número de observaciones que están por debajo y por encima dicha mediana. De esta forma es natural encontrar la región de rechazo del estadístico con una distribución Binomial ($n, p=0.5$)

Se considera una observación como la diferencia entre medida final-medida planificada.

N^+ = numero de diferencias mayores a 0

Defínase *valor p* como la probabilidad de encontrar en esta muestra un escenario al menos tan extremo como el observado (N^+), suponiendo que H_0 es verdadera. (Recordemos que H_0 es asumir que el método digital es certero).

$$\text{Valor P} = \Pr [N^+ \gg \# \text{ o } N^- \ll \#]$$

De tal forma que si H0 es verdadero y la probabilidad de haber observado N+ es pequeña, entonces se debe rechazar H0. Es decir, el método digital no es confiable.

Utilizando las herramientas de fórmulas de Libre Office ⁽²⁶⁾ se encuentra el valor p recordando que bajo H0 $N^+ \sim \text{Binomial}(n, p=0.5)$. Lo que equivale a medir la probabilidad de que se observe el valor que tome nuestro estadístico N^+ o cualquier otro valor más extremo.

	TORNILLO CORTICAL	TORNILLO ESPONJOSA
N+	83	38
N-	3	8
VALOR P	2.7×10^{-21}	9.2×10^{-6}
CONFIANZA	100%	99.9991%

Tabla 2: Obsérvese N+ como el número de diferencias mayores a 0. Es decir, alejadas a la planificación ideal. El valor p nos indica la posibilidad de hallar una diferencia tan extrema como la hallada en N+

Dado que el valor p para cortical es 2.7×10^{-21} y el de esponjosa es 9.2×10^{-6} se rechaza H0 en **ambos** casos. Lo que equivale a tener una confianza de 100% y 99.99% respectivamente. El método de medición digital NO ES CONFIABLE.

10.DISCUSION

Recordemos que en términos generales requerimos proyectar los tornillos para hueso bajo los siguientes lineamientos.

- Tornillo de hueso cortical requiere un intervalo acertado, a fin de no interferir con la función articular, pero ha de ser lo suficientemente largo para sujetarse a la segunda cortical.
- Tornillo de hueso esponjosa metafisario siempre requiere una medición suficiente pero nunca mayor a la de la cortical medial, a fin de no interferir con la función articular.

El contar con intervalos máximos y mínimos en vez de requerir un implante de una y solo una medida, vuelve la planificación flexible a fin de adaptarla a disponibilidad de implantes. Sin embargo requerimos de una planificación lo suficientemente aproximada y precisa como para solicitar a CEYE los tornillos adecuados.

En las gráficas 2 a 4 se observa la distribución de tamaño de tornillos planeados vs el tornillo medido en el estudio postoperatorio. Obsérvese que en la gran mayoría de los casos las mediciones no concuerdan con las planificadas.

En caso de concordancia de mediciones pre y post operatorias, los puntos azules se hallarían sobre la línea roja indicando que la predicción fue acertada. Sin embargo pocas veces tal concordancia se presentó.

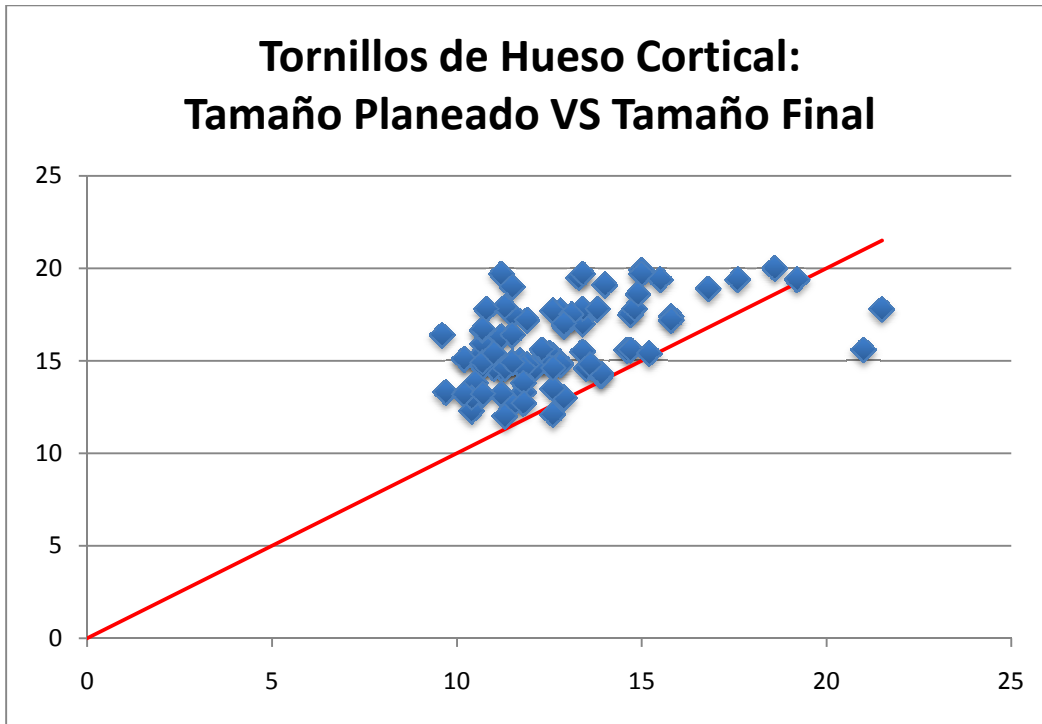


Grafico 2: Relación entre las planificaciones y los resultados finales para tornillos de hueso cortical.

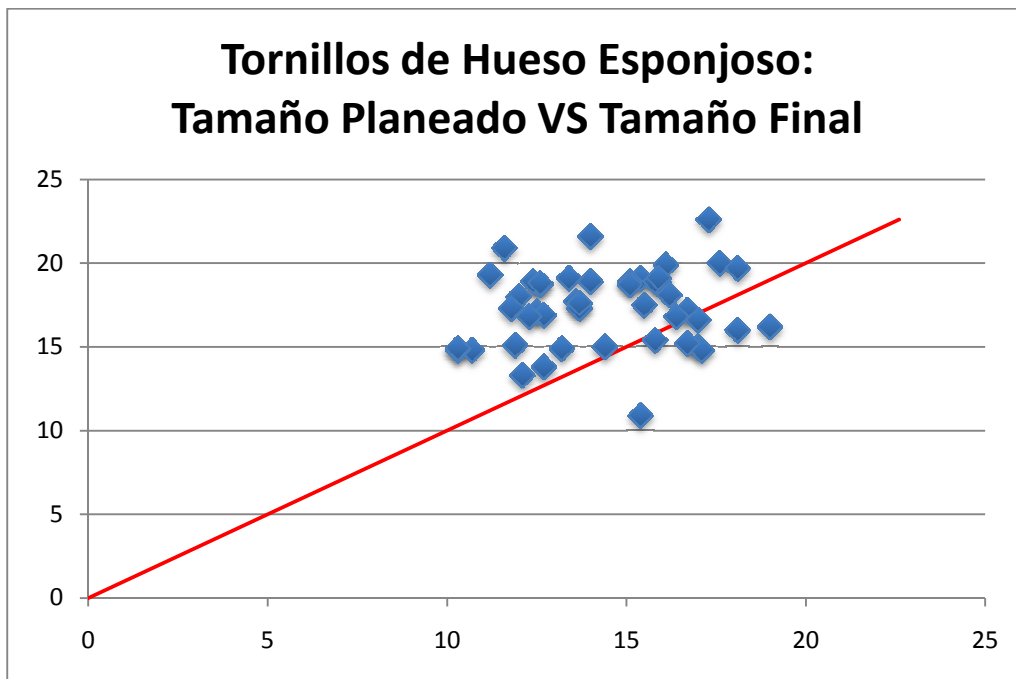


Grafico 3: Relación entre las planificaciones y los resultados finales para tornillos de hueso esponjoso.

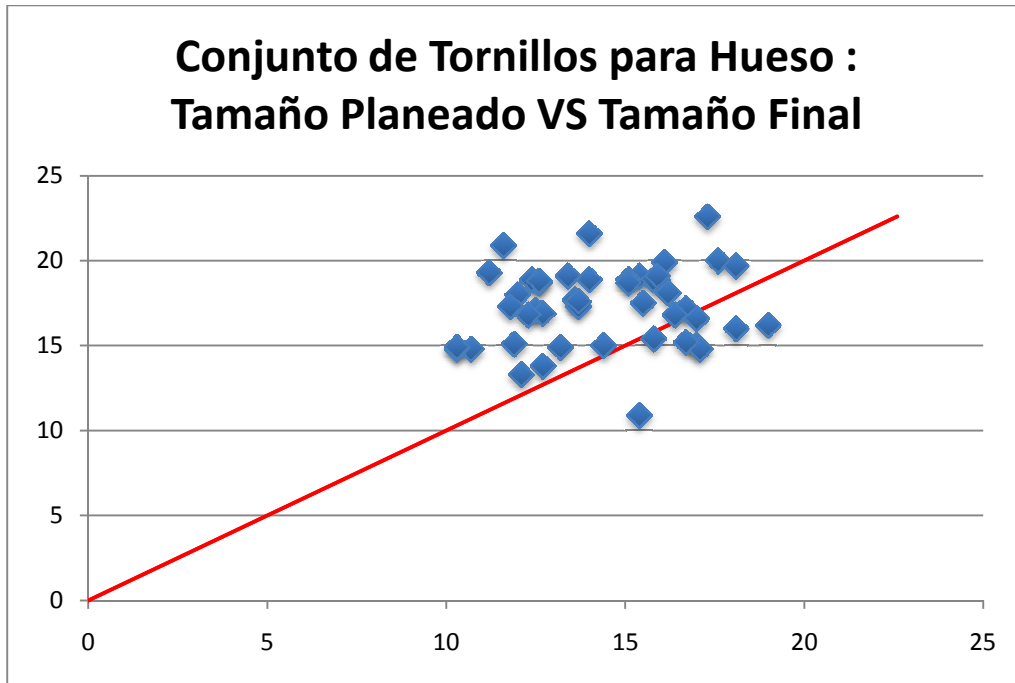


Grafico 4: Relación entre las planificaciones y los resultados finales para el conjunto de tornillos para hueso.

Obsérvese en las gráficas 5,6 y 7. La diferencia de hasta +10mm y -6mm con respecto a los tornillos planificados. Idealmente la diferencia debe ser igual a cero, para lo cual los marcadores en la gráfica se hallarían en el centro del eje de las X.

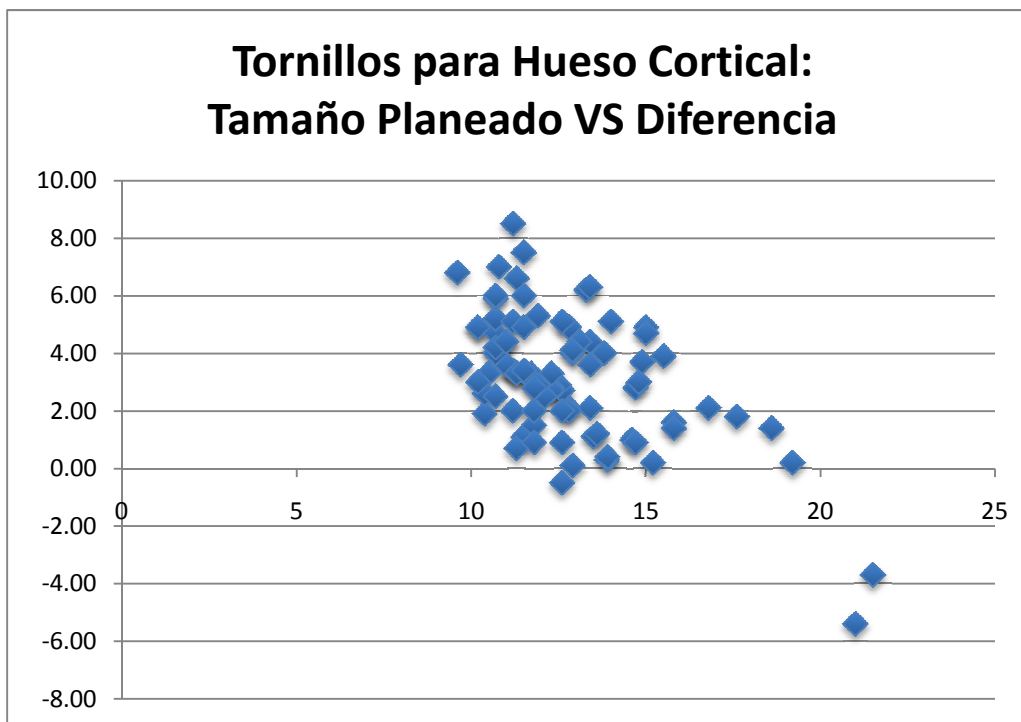


Grafico 5: Tornillos para Hueso Cortical:Tamaño Planeado VS Diferencia

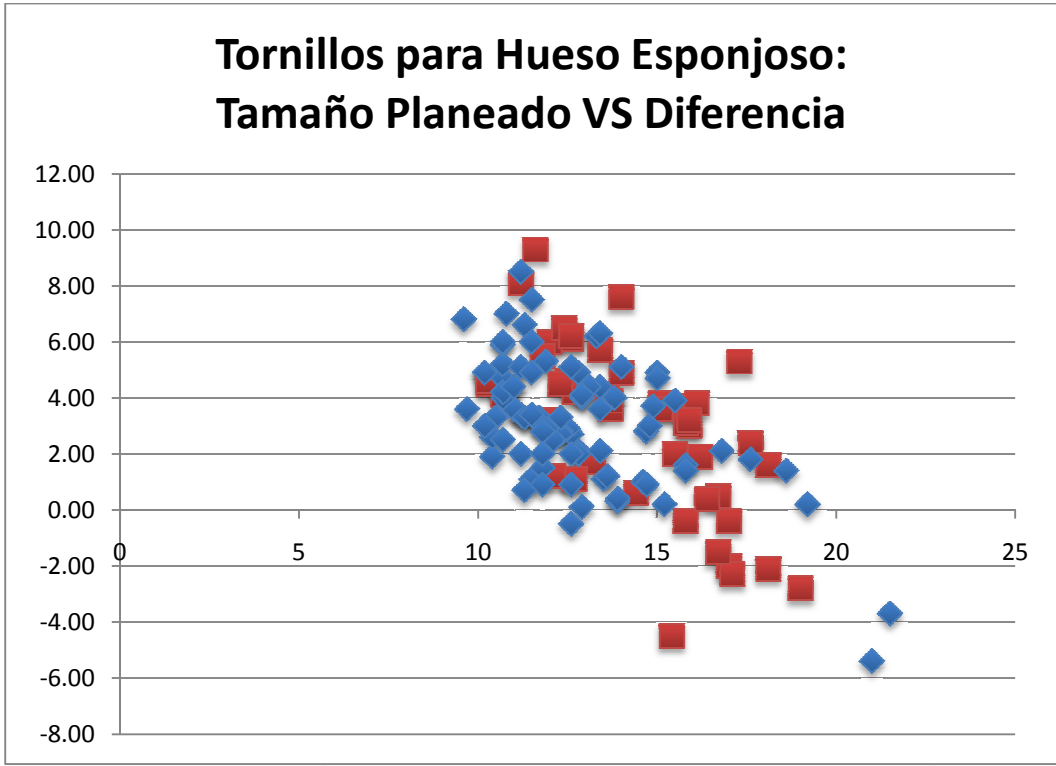


Grafico 6: Tornillos para Hueso Esponjoso :Tamaño Planeado VS Diferencia

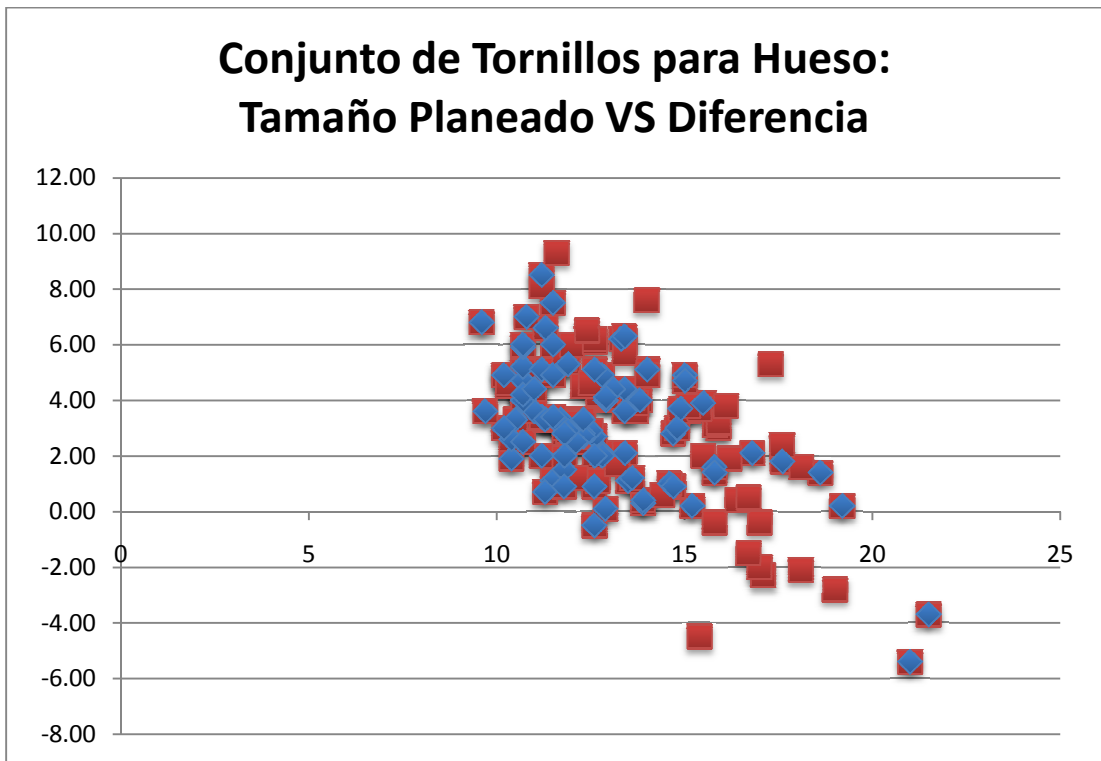


Grafico 7: Conjunto de Tornillos para Hueso: Tamaño Planeado VS Diferencia

Al realizar una planificación preoperatoria y proyectar un implante de tamaño específico, se espera una varianza entre el resultado medido y el resultado final. Como se puede observar en las gráficas 8, 9 y 10; usando el método digital se observa una distribución y varianza de datos sumamente amplia. Lo cual indica poca precisión del método digital para que el implante solicitado sea el que en efecto es utilizado.

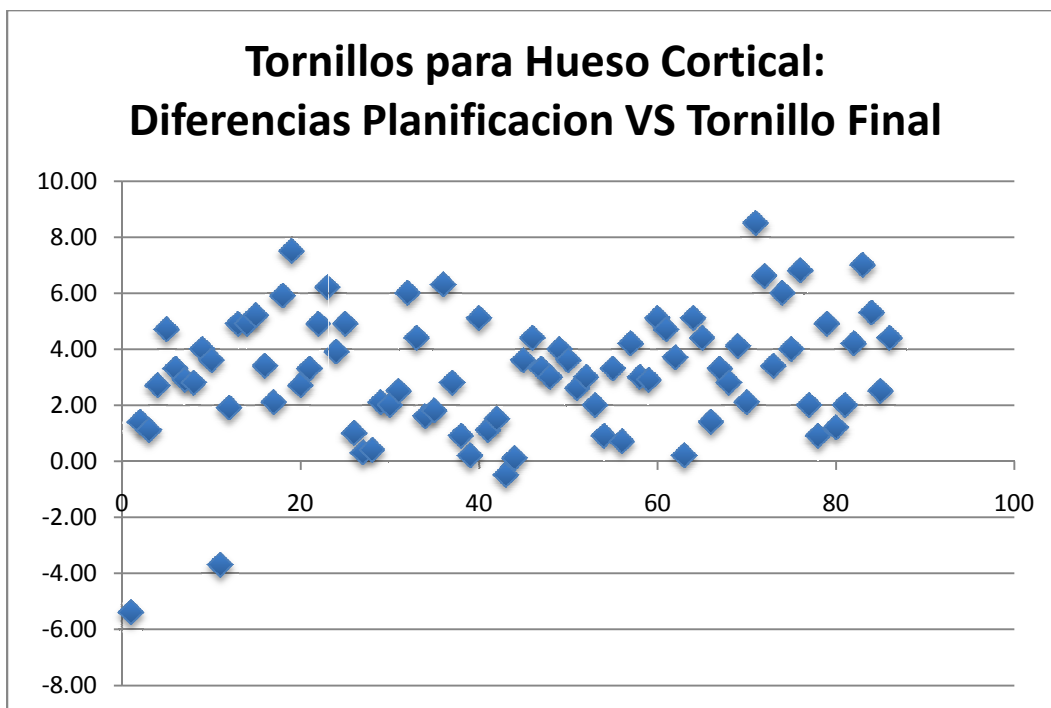


Grafico 8: Tornillos para Hueso Cortical: Diferencias Planificación VS Tornillo Final

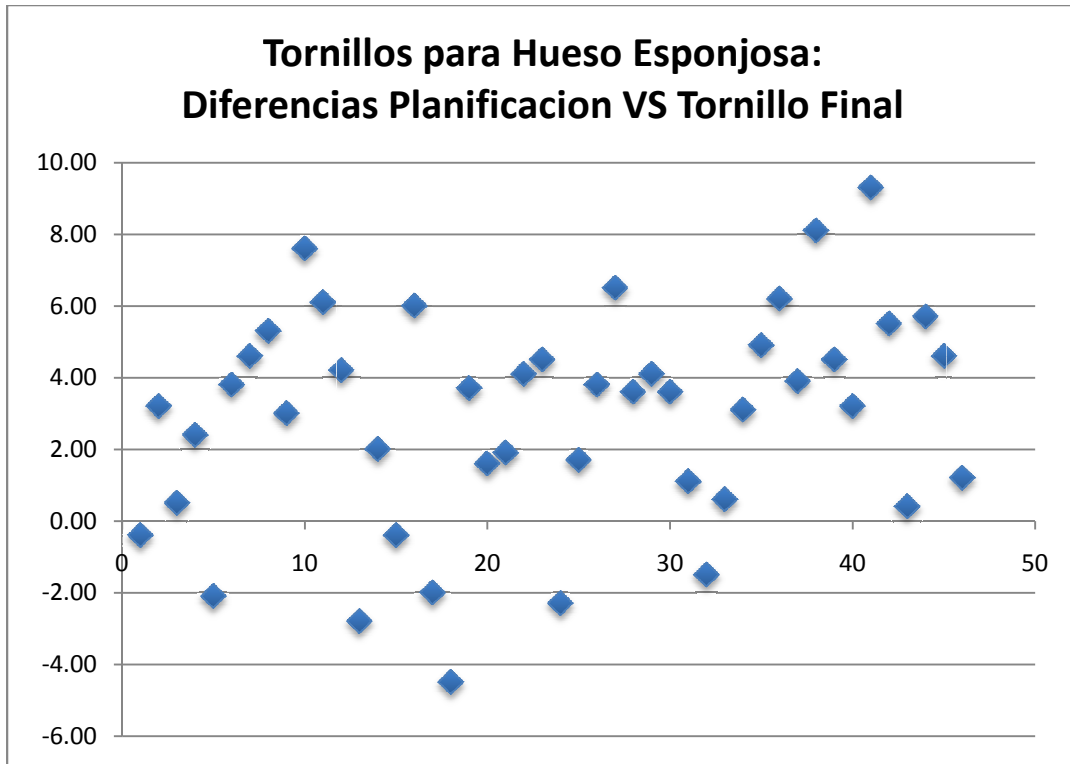


Grafico 9: Tornillos para Hueso Esponjoso: Diferencias Planificación VS Tornillo Final

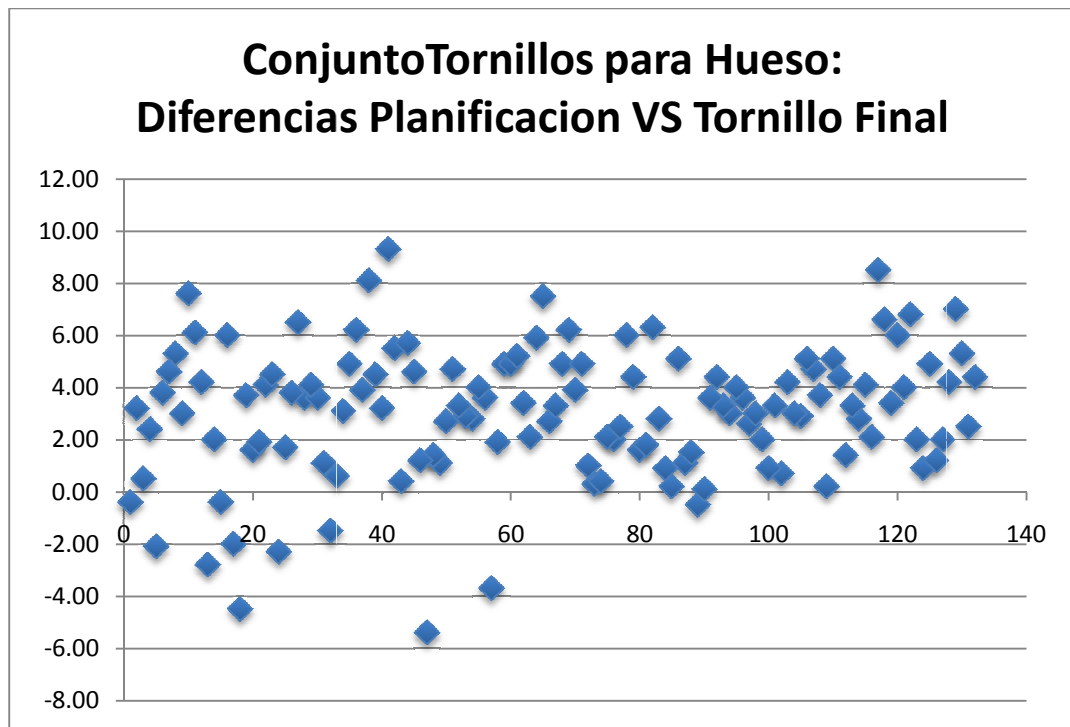


Grafico 10: Conjunto de Tornillos para Hueso: Diferencias Planificación VS Tornillo Final

Cabe señalar que no descartamos el uso de un sistema digital para la planificación preoperatoria y para solicitud de implantes. Sin embargo existen variables de confusión consideradas que pudiesen alterar las mediciones y con ello cambiar los resultados obtenidos. La mayoría atribuidas a la técnica para la toma de imágenes.

Variables de confusión:

- Medición alterada por la rotación de la extremidad durante la realización del estudio radiográfico.
- Medición alterada por la angulación de los tornillos con respecto al eje anatómico del hueso.
- Medición alterada por la falta de una referencia constante y conocida durante la toma de los estudios radiográficos.
- Obstrucción radiográfica parcial de la longitud total de los tornillos debido a superposición de imágenes.

Se intentó estandarizar las imágenes de los estudios radiográficos preoperatorios y postoperatorios utilizando una regleta incluida en el sistema PACS del hospital, en coadyuvancia con un programa de edición de imágenes (GIMP) con herramientas conocidas y validadas para medición digital. Sin embargo si la técnica de la toma de estudios radiográficos es deficiente, es sumamente difícil o imposible, compensar tales deficiencias en programas de edición y medición.

Para futuros estudios se sugiere estandarizar la toma de estudios radiográficos. Misma distancia paciente-colimador y el uso de una referencia de medida ya conocida sobre el chasis fósforo utilizado a fin de que las mediciones pre y postoperatorias no discrepen y su ajuste sea mínimo.

Asimismo se sugiere el tener un control transoperatorio del tamaño y disposición exacta de los implantes utilizados a fin de tener un registro más fidedigno.

11. CONCLUSION

Existe diferencia estadísticamente significativa entre la medición planificada y la medición final de los tornillos para hueso cortical y para hueso esponjosa. El método de medición digital descrito y utilizado no es confiable (99.99%-100%).

Las diferencias observadas entre la planificación y la medición final son amplias y dejan poco margen para el error.

La conclusión obtenida en este proyecto puede ser extrapolada a la población hospitalaria dado que, en general, durante la toma de estudios radiográficos del HGR 2 se carece de referencias de medida conocida para la estandarización del tamaño de imágenes y la medición homóloga de las mismas.

En un futuro no se descarta el uso de un método digital para la planificación preoperatoria, habiéndose cumplido con la estandarización de toma de estudios radiográficos de calidad.

12. BIBLIOGRAFÍA:

1. Müller M. E., Allgöwer Martin, Willenegger Hans. Manual of Internal Fixation: Techniques Recommended by the AO Group. 2nd ed. 1979 edition. Springer; 2012.
2. Ruedi T, Buckley R, Moran C. AO Principles of Fracture Management: Specific fractures. 2 Har/Dvdr edition. Thieme;
3. History of PACS — NHS Connecting for Health [Internet]. [citado 3 de junio de 2013]. Recuperado a partir de:
<http://www.connectingforhealth.nhs.uk/systemsandservices/pacs/learn>
4. AGFA HealthCare - IMPAX 6 [Internet]. 2013 [citado 6 de febrero de 2013]. Recuperado a partir de:
http://www.agfahealthcare.com/global/en/main/products_services/ris_pacs_reporting/pacs/impax_60.jsp
5. Schep NWL, Broeders IAMJ, van der Werken C. Computer assisted orthopaedic and trauma surgery: State of the art and future perspectives. Injury. mayo de 2003;34(4):299-306.
6. MSc HJAC, Md AMRPL, PhD C van P, Md JBA van M. A New Digital Preoperative Planning Method for Total Hip Arthroplasties. Clin Orthop. 1 de abril de 2009;467(4):909-16.
7. PreOPlan [Internet]. [citado 3 de junio de 2013]. Recuperado a partir de:
<http://www.synthes.com/sites/intl/MedicalCommunity/ValueAddedServices/Pages/PreOPlan.aspx>
8. TraumaCad: Digital templating software for orthopedic surgeons [Internet]. [citado 3 de junio de 2013]. Recuperado a partir de:
<http://www.voyanthealth.com/traumacad.jsp>
9. Jw M, Ra T, M G. Preoperative planning for the treatment of nonunions and the correction of malunions of the long bones. Orthop Clin North Am. octubre de 1990;21(4):693-714.
10. D P, M C, Am P, P L, D K. Treatment of malunions and mal-nonunions of the femur and tibia by detailed preoperative planning and the Ilizarov techniques. Orthop Clin North Am. octubre de 1990;21(4):667-91.

11. Eggli S, Pisan M, Müller ME. The value of preoperative planning for total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 5 de enero de 1998;80-B(3):382-90.
12. Iorio R, Siegel J, Specht LM, Tilzey JF, Hartman A, Healy WL. A Comparison of Acetate vs Digital Templating for Preoperative Planning of Total Hip Arthroplasty: Is Digital Templating Accurate and Safe? *J Arthroplasty.* febrero de 2009;24(2):175-9.
13. Davila JA, Kransdorf MJ, Duffy GP. Surgical planning of total hip arthroplasty: accuracy of computer-assisted EndoMap software in predicting component size. *Skeletal Radiol.* 1 de junio de 2006;35(6):390-3.
14. Gustke KA. Preoperative Planning for Revision Total Knee Arthroplasty: Avoiding Chaos. *J Arthroplasty.* junio de 2005;20, Supplement 2:37-40.
15. Chao EY, Sim FH. Computer-aided preoperative planning in knee osteotomy. *Iowa Orthop J.* 1995;15:4-18.
16. O'Toole III RV, Jaramaz B, DiGioia III AM, Visnic CD, Reid RH. Biomechanics for preoperative planning and surgical simulations in orthopaedics. *Comput Biol Med.* marzo de 1995;25(2):183-91.
17. Wacom Products | Wacom [Internet]. 2013 [citado 6 de febrero de 2013]. Recuperado a partir de: <http://www.wacom.com/en/products>
18. Glozman Z, Liram M, Norman D. Pre-operative medical planning system and method for use thereof [Internet]. 2013 [citado 6 de febrero de 2013]. Recuperado a partir de: <http://www.google.com/patents?id=bN2VAAAAEBAJ>
19. Ramirez E, Coto E. Enl@ce TRAUMAPLAN: para la planificación preoperatoria en traumatología. *Rev Venez Inf Tecnol Conoc.* 9 de febrero de 2013;8(2):61-78.
20. Aplicación informática [Internet]. 2013 [citado 6 de febrero de 2013]. Recuperado a partir de: http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Aplicaci%C3%B3n_inform%C3%A1tica&oldid=63204522
21. Hanlon D. Leg, ankle, and foot injuries. *Emerg Med Clin North Am.* 2010;28(4):885-905.
22. Bennett D, Daffner R, Weissman B. Expert Panel on Musculoskeletal Imaging. ACR Appopriateness Criteria suspected ankle fractures. *Am Coll Radiol Acr.* 2008;4.
23. Tratamiento de la Fractura de Tobillo en los Adultos. Secretaría de Salud. México; 2010.

24. Court-Brown C, McBirnie J, Wilson G. Adult Ankle Fractures-an Increasing Problem? Acta Orthop Scand. 1998;69(1):43-7.
25. Departamento de Sistemas Informáticos Integrales de la Facultad de Medicina - Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. CALCULADORA PARA OBTENER EL TAMAÑO DE UNA MUESTRA Herramientas de cálculos [Internet]. Dep. Bibl.- Fac. Med. Univ. Nac. Nord. [citado 4 de marzo de 2012]. Recuperado a partir de: <http://www.med.unne.edu.ar/biblioteca/calculos/calculadora.htm>
26. Home » LibreOffice [Internet]. 2013 [citado 6 de febrero de 2013]. Recuperado a partir de: <http://www.libreoffice.org/>

ANEXOS

ANEXO 1: TABLA GENERAL DE CAPTURA DE DATOS

TABLA GENERAL DE CÁPTURA DE DATOS						
Consecutivo	Preoperatorio			Postoperatorio		
	Cortical	Esponjosa	Compresion	Cortical	Esponjosa	Compresion
1	18.5	0	0	15.60	0.00	0.00
	16.1			20.00		
	11			14.60		
	10.1			15.30		
2	8.2	13.3	21.1	15.40	15.40	0.00
	8	9.4		13.80	15.10	
	10			15.40		
3	9.8	14.2	17.3	15.10	17.20	26.70
	10.4			16.90		
	10.9			17.00		
	19			17.80		
4	7.9	15.1	0	12.30	20.00	19.80
	7.7	15.6		15.10	16.00	
	7.7			15.10		
5	8.2	13.6	14.7	15.90	19.90	25.00
	8.7	10		14.60	17.10	
	10.3			14.90		
6	8.2	14.8	0	16.60	22.60	0.00
	9	13.4		19.00	18.90	
		11.5			21.60	
7	9.8	10.1	21.4	15.00	18.70	20.30
	9.2	10.2		15.00	16.90	
	10.3			17.70		
8	10.8	16.5	14.9	19.50	16.20	29.60
	13	13		19.40	17.50	
	12.5			19.90		
	12.1			15.60		
9	11.4	14.5	23.8	14.20	16.60	29.60
	11.4	9.5		14.30	18.00	
	10.9			15.50		
10	10.3	14.5	17.2	14.80	15.00	39.30
	9.6	12.9		14.60	10.90	
	9			17.50		
11	10.9	12.9	14.6	17.80	19.10	27.40
	13.3			17.40		
	15.1			19.40		
12	10.9	15.6	0	19.70	19.70	0.00
	12.2	13.7		17.50	18.10	
	12.2			15.60		
	12.7			15.40		
13	8.7	8.2	15.2	16.30	14.80	22.00
	9	7.8		12.60	14.80	
14	9.3	14.6	17.4	13.30	14.80	19.00
	10.1	10.7		12.10	14.90	
	10.4			13.00		
15	8.5	12.6	27	14.60	18.90	29.60

14	9.3 10.1 10.4	14.6 10.7	17.4	13.30 12.10 13.00	14.80 14.90	19.00
15	8.5 8.5 8.8	12.6 9.9	27	14.60 15.40 14.60	18.90 18.90	29.60
16	12.3 11.3	12.6 11.1	18.3	17.80 17.80	18.70 17.70	23.70
17	7.2 7.9 7.7 8.7 10.1 9.8	0	16.3	13.30 13.00 13.20 13.20 13.50 15.60	0.00	18.00
18	8.8 8.2	11.2 10.2	19.4	12.00 14.90	17.30 13.80	22.60
19	9.3 9.4	14.2 11.9	20	14.80 14.80	15.20 15.00	25.30
20	11.5 12.5 12.4 16.7	13.3	0	19.10 19.70 18.60 19.40	18.90	0.00
21	10.1 10.6 13.3	11.5 10.1	24.1	17.70 17.50 17.20	18.90 18.80	25.00
22	8.8 9.3 10.4 14.3	11.2	25.9	14.60 14.60 17.00 18.90	17.60	31.80
23	8.7 8.8	8.7 9.8	23.5	19.70 17.90	19.30 16.80	26.60
24	9 8.2 8.2 7.1	13.4 9.1 9.3	0	14.90 16.70 14.70 16.40	19.10 20.90 17.30	0.00
25	9.3 9.3 9	13.9 10.9	16.4 19.5	13.80 12.70 16.40	16.80 19.10	22.90 24.70
26	11.1 10.1 8.2 8.3 9.4	7.8	14.8	14.80 14.60 14.90 17.80 17.20	14.90	17.80
27	8.2	9.6	0	13.20	13.30	0.00



ANEXO 2: TABLA DE MEDIDAS DE TORNILLOS PARA HUESO CORTICAL

TORNILLOS PARA HUESO CORTICAL					
CONSECUTIVO	MEDIDO	PLANEAD	FINAL	Diferencia	N+
1	18.5	21	15.60	-5.40	-1
2	16.1	18.6	20.00	1.40	1
3	11	13.5	14.60	1.10	1
4	10.1	12.6	15.30	2.70	1
5	8.2	10.7	15.40	4.70	1
6	8	10.5	13.80	3.30	1
7	10	12.5	15.40	2.90	1
8	9.8	12.3	15.10	2.80	1
9	10.4	12.9	16.90	4.00	1
10	10.9	13.4	17.00	3.60	1
11	19	21.5	17.80	-3.70	-1
12	7.9	10.4	12.30	1.90	1
13	7.7	10.2	15.10	4.90	1
14	7.7	10.2	15.10	4.90	1
15	8.2	10.7	15.90	5.20	1
16	8.7	11.2	14.60	3.40	1
17	10.3	12.8	14.90	2.10	1
18	8.2	10.7	16.60	5.90	1
19	9	11.5	19.00	7.50	1
20	9.8	12.3	15.00	2.70	1
21	9.2	11.7	15.00	3.30	1
22	10.3	12.8	17.70	4.90	1
23	10.8	13.3	19.50	6.20	1
24	13	15.5	19.40	3.90	1
25	12.5	15	19.90	4.90	1
26	12.1	14.6	15.60	1.00	1
27	11.4	13.9	14.20	0.30	1
28	11.4	13.9	14.30	0.40	1
29	10.9	13.4	15.50	2.10	1
30	10.3	12.8	14.80	2.00	1
31	9.6	12.1	14.60	2.50	1
32	9	11.5	17.50	6.00	1
33	10.9	13.4	17.80	4.40	1
34	13.3	15.8	17.40	1.60	1
35	15.1	17.6	19.40	1.80	1
36	10.9	13.4	19.70	6.30	1
37	12.2	14.7	17.50	2.80	1
38	12.2	14.7	15.60	0.90	1
39	12.7	15.2	15.40	0.20	1
40	8.7	11.2	16.30	5.10	1
41	9	11.5	12.60	1.10	1
42	9.3	11.8	13.30	1.50	1
43	10.1	12.6	12.10	-0.50	-1
44	10.4	12.9	13.00	0.10	1
45	8.5	11	14.60	3.60	1
46	8.5	11	15.40	4.40	1
47	8.8	11.3	14.60	3.30	1
48	12.3	14.8	17.80	3.00	1

43	10.1	12.6	12.10	-0.50	-1
44	10.4	12.9	13.00	0.10	1
45	8.5	11	14.60	3.60	1
46	8.5	11	15.40	4.40	1
47	8.8	11.3	14.60	3.30	1
48	12.3	14.8	17.80	3.00	1
49	11.3	13.8	17.80	4.00	1
50	7.2	9.7	13.30	3.60	1
51	7.9	10.4	13.00	2.60	1
52	7.7	10.2	13.20	3.00	1
53	8.7	11.2	13.20	2.00	1
54	10.1	12.6	13.50	0.90	1
55	9.8	12.3	15.60	3.30	1
56	8.8	11.3	12.00	0.70	1
57	8.2	10.7	14.90	4.20	1
58	9.3	11.8	14.80	3.00	1
59	9.4	11.9	14.80	2.90	1
60	11.5	14	19.10	5.10	1
61	12.5	15	19.70	4.70	1
62	12.4	14.9	18.60	3.70	1
63	16.7	19.2	19.40	0.20	1
64	10.1	12.6	17.70	5.10	1
65	10.6	13.1	17.50	4.40	1
66	13.3	15.8	17.20	1.40	1
67	8.8	11.3	14.60	3.30	1
68	9.3	11.8	14.60	2.80	1
69	10.4	12.9	17.00	4.10	1
70	14.3	16.8	18.90	2.10	1
71	8.7	11.2	19.70	8.50	1
72	8.8	11.3	17.90	6.60	1
73	9	11.5	14.90	3.40	1
74	8.2	10.7	16.70	6.00	1
75	8.2	10.7	14.70	4.00	1
76	7.1	9.6	16.40	6.80	1
77	9.3	11.8	13.80	2.00	1
78	9.3	11.8	12.70	0.90	1
79	9	11.5	16.40	4.90	1
80	11.1	13.6	14.80	1.20	1
81	10.1	12.6	14.60	2.00	1
82	8.2	10.7	14.90	4.20	1
83	8.3	10.8	17.80	7.00	1
84	9.4	11.9	17.20	5.30	1
85	8.2	10.7	13.20	2.50	1
86	8.5	11	15.40	4.40	1

ANEXO 3: TABLA DE MEDIDAS DE TORNILLOS PARA HUESO ESPONJOSO

TORNILLOS PARA HUESO ESPONJOSO					
CONSEC.	MEDIDO	PLANEAD	FINAL	DIFERENCIA	N+
1	13.3	15.8	15.40	-0.40	-1
2	9.4	11.9	15.10	3.20	1
3	14.2	16.7	17.20	0.50	1
4	15.1	17.6	20.00	2.40	1
5	15.6	18.1	16.00	-2.10	-1
6	13.6	16.1	19.90	3.80	1
7	10	12.5	17.10	4.60	1
8	14.8	17.3	22.60	5.30	1
9	13.4	15.9	18.90	3.00	1
10	11.5	14	21.60	7.60	1
11	10.1	12.6	18.70	6.10	1
12	10.2	12.7	16.90	4.20	1
13	16.5	19	16.20	-2.80	-1
14	13	15.5	17.50	2.00	1
15	14.5	17	16.60	-0.40	-1
16	9.5	12	18.00	6.00	1
17	14.5	17	15.00	-2.00	-1
18	12.9	15.4	10.90	-4.50	-1
19	12.9	15.4	19.10	3.70	1
20	15.6	18.1	19.70	1.60	1
21	13.7	16.2	18.10	1.90	1
22	8.2	10.7	14.80	4.10	1
23	7.8	10.3	14.80	4.50	1
24	14.6	17.1	14.80	-2.30	-1
25	10.7	13.2	14.90	1.70	1
26	12.6	15.1	18.90	3.80	1
27	9.9	12.4	18.90	6.50	1
28	12.6	15.1	18.70	3.60	1
29	11.1	13.6	17.70	4.10	1
30	11.2	13.7	17.30	3.60	1
31	10.2	12.7	13.80	1.10	1
32	14.2	16.7	15.20	-1.50	-1
33	11.9	14.4	15.00	0.60	1
34	13.3	15.8	18.90	3.10	1
35	11.5	14	18.90	4.90	1
36	10.1	12.6	18.80	6.20	1
37	11.2	13.7	17.60	3.90	1
38	8.7	11.2	19.30	8.10	1
39	9.8	12.3	16.80	4.50	1
40	13.4	15.9	19.10	3.20	1
41	9.1	11.6	20.90	9.30	1
42	9.3	11.8	17.30	5.50	1
43	13.9	16.4	16.80	0.40	1
44	10.9	13.4	19.10	5.70	1
45	7.8	10.3	14.90	4.60	1
46	9.6	12.1	13.30	1.20	1

43	13.9	16.4	16.80	0.40	1
44	10.9	13.4	19.10	5.70	1
45	7.8	10.3	14.90	4.60	1
46	9.6	12.1	13.30	1.20	1

ANEXO 4: TABLA DE MEDIDAS DE TORNILLOS PARA HUESO

CONJUNTO DE TORNILLOS PARA HUESO

Num	Tornillo	Medido	Planeado	Final	Diferencia	Num 2	N ⁺ /N ⁺
47	Cortical	18.5	21	15.60	-5.40	1	-1
57	Cortical	19	21.5	17.80	-3.70	11	-1
89	Cortical	10.1	12.6	12.10	-0.50	43	-1
90	Cortical	10.4	12.9	13.00	0.10	44	1
109	Cortical	16.7	19.2	19.40	0.20	63	1
85	Cortical	12.7	15.2	15.40	0.20	39	1
73	Cortical	11.4	13.9	14.20	0.30	27	1
74	Cortical	11.4	13.9	14.30	0.40	28	1
102	Cortical	8.8	11.3	12.00	0.70	56	1
124	Cortical	9.3	11.8	12.70	0.90	78	1
84	Cortical	12.2	14.7	15.60	0.90	38	1
100	Cortical	10.1	12.6	13.50	0.90	54	1
72	Cortical	12.1	14.6	15.60	1.00	26	1
49	Cortical	11	13.5	14.60	1.10	3	1
87	Cortical	9	11.5	12.60	1.10	41	1
126	Cortical	11.1	13.6	14.80	1.20	80	1
48	Cortical	16.1	18.6	20.00	1.40	2	1
112	Cortical	13.3	15.8	17.20	1.40	66	1
88	Cortical	9.3	11.8	13.3	1.50	42	1
80	Cortical	13.3	15.8	17.40	1.60	34	1
81	Cortical	15.1	17.6	19.40	1.80	35	1
58	Cortical	7.9	10.4	12.30	1.90	12	1
76	Cortical	10.3	12.8	14.80	2.00	30	1
99	Cortical	8.7	11.2	13.20	2.00	53	1
123	Cortical	9.3	11.8	13.80	2.00	77	1
127	Cortical	10.1	12.6	14.60	2.00	81	1
116	Cortical	14.3	16.8	18.90	2.10	70	1
63	Cortical	10.3	12.8	14.90	2.10	17	1
75	Cortical	10.9	13.4	15.50	2.10	29	1
77	Cortical	9.6	12.1	14.60	2.50	31	1
131	Cortical	8.2	10.7	13.20	2.50	85	1
97	Cortical	7.9	10.4	13.00	2.60	51	1
66	Cortical	9.8	12.3	15.00	2.70	20	1
50	Cortical	10.1	12.6	15.30	2.70	4	1
54	Cortical	9.8	12.3	15.10	2.80	8	1
114	Cortical	9.3	11.8	14.60	2.80	68	1
83	Cortical	12.2	14.7	17.50	2.80	37	1
53	Cortical	10	12.5	15.40	2.90	7	1
105	Cortical	9.4	11.9	14.80	2.90	59	1
94	Cortical	12.3	14.8	17.80	3.00	48	1
98	Cortical	7.7	10.2	13.20	3.00	52	1
104	Cortical	9.3	11.8	14.80	3.00	58	1
93	Cortical	8.8	11.3	14.60	3.30	47	1
101	Cortical	9.8	12.3	15.60	3.30	55	1
113	Cortical	8.8	11.3	14.60	3.30	67	1
52	Cortical	8	10.5	13.80	3.30	6	1
67	Cortical	9.2	11.7	15.00	3.30	21	1
62	Cortical	8.7	11.2	14.60	3.40	16	1

101	Cortical	9.8	12.3	15.60	3.30	55	1
113	Cortical	8.8	11.3	14.60	3.30	67	1
52	Cortical	8	10.5	13.80	3.30	6	1
67	Cortical	9.2	11.7	15.00	3.30	21	1
62	Cortical	8.7	11.2	14.60	3.40	16	1
119	Cortical	9	11.5	14.90	3.40	73	1
56	Cortical	10.9	13.4	17.00	3.60	10	1
91	Cortical	8.5	11	14.60	3.60	45	1
96	Cortical	7.2	9.7	13.30	3.60	50	1
108	Cortical	12.4	14.9	18.60	3.70	62	1
70	Cortical	13	15.5	19.40	3.90	24	1
55	Cortical	10.4	12.9	16.90	4.00	9	1
95	Cortical	11.3	13.8	17.80	4.00	49	1
121	Cortical	8.2	10.7	14.70	4.00	75	1
115	Cortical	10.4	12.9	17.00	4.10	69	1
103	Cortical	8.2	10.7	14.90	4.20	57	1
128	Cortical	8.2	10.7	14.90	4.20	82	1
79	Cortical	10.9	13.4	17.80	4.40	33	1
92	Cortical	8.5	11	15.40	4.40	46	1
111	Cortical	10.6	13.1	17.50	4.40	65	1
132	Cortical	8.5	11	15.40	4.40	86	1
107	Cortical	12.5	15	19.70	4.70	61	1
51	Cortical	8.2	10.7	15.40	4.70	5	1
68	Cortical	10.3	12.8	17.70	4.90	22	1
71	Cortical	12.5	15	19.90	4.90	25	1
125	Cortical	9	11.5	16.40	4.90	79	1
59	Cortical	7.7	10.2	15.10	4.90	13	1
60	Cortical	7.7	10.2	15.10	4.90	14	1
110	Cortical	10.1	12.6	17.70	5.10	64	1
86	Cortical	8.7	11.2	16.30	5.10	40	1
106	Cortical	11.5	14	19.10	5.10	60	1
61	Cortical	8.2	10.7	15.90	5.20	15	1
130	Cortical	9.4	11.9	17.20	5.30	84	1
64	Cortical	8.2	10.7	16.60	5.90	18	1
78	Cortical	9	11.5	17.50	6.00	32	1
120	Cortical	8.2	10.7	16.70	6.00	74	1
69	Cortical	10.8	13.3	19.50	6.20	23	1
82	Cortical	10.9	13.4	19.70	6.30	36	1
118	Cortical	8.8	11.3	17.90	6.60	72	1
122	Cortical	7.1	9.6	16.40	6.80	76	1
129	Cortical	8.3	10.8	17.80	7.00	83	1
65	Cortical	9	11.5	19.00	7.50	19	1
117	Cortical	8.7	11.2	19.70	8.50	71	1
18	Esponjosa	12.9	15.4	10.90	-4.50	18	-1
13	Esponjosa	16.5	19	16.20	-2.80	13	-1
24	Esponjosa	14.6	17.1	14.80	-2.30	24	-1
5	Esponjosa	15.6	18.1	16.00	-2.10	5	-1
17	Esponjosa	14.5	17	15.00	-2.00	17	-1
32	Esponjosa	14.2	16.7	15.20	-1.50	32	-1
1	Esponjosa	13.3	15.8	15.40	-0.40	1	-1

24	Esponjosa	14.6	17.1	14.80	-2.30	24	-1
5	Esponjosa	15.6	18.1	16.00	-2.10	5	-1
17	Esponjosa	14.5	17	15.00	-2.00	17	-1
32	Esponjosa	14.2	16.7	15.20	-1.50	32	-1
1	Esponjosa	13.3	15.8	15.40	-0.40	1	-1
15	Esponjosa	14.5	17	16.60	-0.40	15	-1
43	Esponjosa	13.9	16.4	16.80	0.40	43	1
3	Esponjosa	14.2	16.7	17.20	0.50	3	1
33	Esponjosa	11.9	14.4	15.00	0.60	33	1
31	Esponjosa	10.2	12.7	13.80	1.10	31	1
46	Esponjosa	9.6	12.1	13.30	1.20	46	1
20	Esponjosa	15.6	18.1	19.70	1.60	20	1
25	Esponjosa	10.7	13.2	14.90	1.70	25	1
21	Esponjosa	13.7	16.2	18.10	1.90	21	1
14	Esponjosa	13	15.5	17.50	2.00	14	1
4	Esponjosa	15.1	17.6	20.00	2.40	4	1
9	Esponjosa	13.4	15.9	18.90	3.00	9	1
34	Esponjosa	13.3	15.8	18.90	3.10	34	1
2	Esponjosa	9.4	11.9	15.10	3.20	2	1
40	Esponjosa	13.4	15.9	19.10	3.20	40	1
28	Esponjosa	12.6	15.1	18.70	3.60	28	1
30	Esponjosa	11.2	13.7	17.30	3.60	30	1
19	Esponjosa	12.9	15.4	19.10	3.70	19	1
6	Esponjosa	13.6	16.1	19.90	3.80	6	1
26	Esponjosa	12.6	15.1	18.90	3.80	26	1
37	Esponjosa	11.2	13.7	17.60	3.90	37	1
29	Esponjosa	11.1	13.6	17.70	4.10	29	1
22	Esponjosa	8.2	10.7	14.80	4.10	22	1
12	Esponjosa	10.2	12.7	16.90	4.20	12	1
23	Esponjosa	7.8	10.3	14.80	4.50	23	1
39	Esponjosa	9.8	12.3	16.80	4.50	39	1
45	Esponjosa	7.8	10.3	14.90	4.60	45	1
7	Esponjosa	10	12.5	17.10	4.60	7	1
35	Esponjosa	11.5	14	18.90	4.90	35	1
8	Esponjosa	14.8	17.3	22.60	5.30	8	1
42	Esponjosa	9.3	11.8	17.30	5.50	42	1
44	Esponjosa	10.9	13.4	19.10	5.70	44	1
16	Esponjosa	9.5	12	18.00	6.00	16	1
11	Esponjosa	10.1	12.6	18.70	6.10	11	1
36	Esponjosa	10.1	12.6	18.80	6.20	36	1
27	Esponjosa	9.9	12.4	18.90	6.50	27	1
10	Esponjosa	11.5	14	21.60	7.60	10	1
38	Esponjosa	8.7	11.2	19.30	8.10	38	1
41	Esponjosa	9.1	11.6	20.90	9.30	41	1

ANEXO 5

PROGRAMAS INFORMÁTICOS (SOFTWARE)

UTILIZADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO

El uso de programas informáticos como herramienta para permitir a un usuario realizar diversos tipos de trabajos es indispensable a fin de lograr la planificación preoperatoria electrónica.

Se ha decidido utilizar programas libres y gratuitos, bajo licencia publica general o como rama de dicha licencia.⁽²⁶⁾ Tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se trata de programas informáticos disponibles en varios sistemas operativos, lo cual amplía la cantidad de usuarios y equipos en los cuales se implementaría dicha planificación. Sin la necesidad de adquirir equipo específico para tal fin.
- Son programas gratuitos y de uso libre. No requieren una planeación presupuestal adicional a la requerida para descarga gratuita e instalación en equipos de cómputo.
- Documentación extensa y manuales ampliamente difundidos en la internet para comprensión y aplicación de dichos programas.

REQUISITOS MÍNIMOS DE EQUIPO DE CÓMPUTO

Cualquiera de los siguientes sistemas operativos, así como versiones posteriores.

- Gnome 2
- KDE 3.2
- Windows 2000
- Mac OSX

Memoria RAM: 128 MB

Procesador: Pentium II

Dispositivo de señalamiento como mouse y/o tableta digitalizadora

EDITOR DE IMÁGENES GIMP v2.8

GIMP (GNU Image Manipulation Program) es un programa de edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits, tanto dibujos como fotografías.

Es un programa libre y gratuito. Está englobado en el proyecto GNU y disponible bajo la Licencia pública general de GNU. ⁽²⁶⁾

GIMP lee y escribe la mayoría de los formatos de ficheros gráficos, entre ellos jpg, gif, png, pcx, tiff.

Es el programa de manipulación de gráficos disponible en más sistemas operativos (Unix, GNU/Linux, FreeBSD, Solaris, Microsoft Windows y Mac OS X, entre otros). ⁽²¹⁾

MANEJO DE DATOS: SUITE OFIMÁTICA LIBREOFFICE v3.4.4

LibreOffice es una suite ofimática libre y gratuita, diseñada para correr bajo Microsoft Windows, Mac OS X y sistemas GNU/Linux. Cuenta con un procesador de texto (Writer), un editor de hojas de cálculo (Calc), un gestor de presentaciones (Impress), un gestor de bases de datos (Base), un editor de gráficos vectoriales (Draw), y un editor de fórmulas matemáticas (Math). ⁽²⁷⁾

Está disponible bajo la licencia GNU Lesser General Public License.

VISUALIZACIÓN DE ESTUDIOS RADIOGRÁFICOS: SISTEMA PACS IMPAX

Un sistema PACS⁽²⁰⁾ por sus las siglas anglosajonas *picture archiving and communication system* (sistema de archivado y transmisión de imágenes) es un sistema computarizado para el archivado digital de imágenes médicas (medicina nuclear, tomografía computada, ecografía, mamografía, etc) y para la transmisión de éstas a estaciones de visualización dedicadas o entre éstas a través de una red informática. Como tecnología sanitaria está regulada en Europa por la directiva 93/42/EEC.

Actualmente en el HGR 2 Villa Coapa contamos con el IMPAX de AGFA para visualizar estudios de imagen dentro de la unidad hospitalaria.

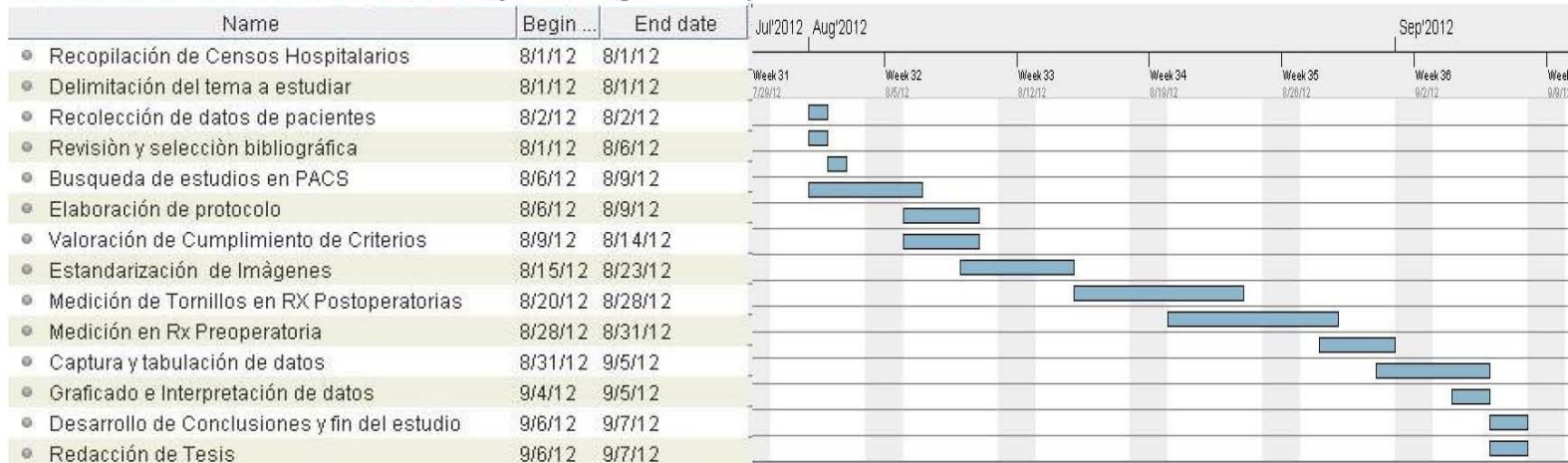
MANIPULACIÓN DE DATOS, ESTADÍSTICA, CÁLCULO Y GRÁFICOS: ENTORNO R

R es un conjunto de programas gratuito para la manipulación de datos, estadística, cálculo y gráficos. Se ejecuta y compila en una gran variedad de plataformas UNIX, Windows y MacOS.⁽²⁸⁾

Dispone de almacenamiento y manipulación efectiva de datos, operadores para cálculo sobre variables indexadas (Arrays), en particular matrices. Está disponible bajo la licencia GNU.

ANEXO 6: CRONOGRAMA DE GANTT

CRONOGRAMA DE GANTT MEDICION RADIOGRAFICA PRE/POST QX



ANEXO 7

CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud, título segundo, capítulo I, artículo 17, fracción II: es un estudio de riesgo mínimo el cual se redujo anonimizando expedientes radiográficos, ya que solo se obtuvo un código o folio.

Anexado la autorización por parte del Director del hospital y la carta de responsabilidad por parte del alumno Dr. Gaspar Alberto Motta Ávila quien se compromete a guardar la confidencialidad de la información que obtenga del Hospital para fines de la realización de este protocolo.

Defínase estudio de riesgo mínimo como aquellos estudios prospectivos que emplean el riesgo de datos a través de procedimientos comunes en exámenes físicos o psicológicos de diagnósticos o tratamiento rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, pruebas de agudeza auditiva; electrocardiograma, termografía, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, colección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes deciduales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimiento profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml. en dos meses, excepto en el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a individuos o grupos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico, autorizados para su venta, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos de investigación

ANEXO 8

CARTA DE RESPONSABILIDAD

México D.F. a 1 de julio de 2013

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA Y ÉTICA
HOSPITAL GENERAL REGIONAL 2 "VILLA COAPA"
P R E S E N T E

Por medio del presente documento, me comprometo a guardar bajo el principio ético de confidencialidad, los datos obtenidos de los Expedientes Clínicos, de los Expedientes Radiológicos, de la Revisión Clínica, así como de las imágenes fotográficas obtenidas de las participantes del Protocolo de Investigación titulado "CORRELACIÓN ENTRE LA PLANIFICACIÓN PREOPERATORIA Y LA MEDICIÓN RADIOGRÁFICA DIGITAL POSTQUIRURGICA DE TORNILLOS EN PACIENTES CON FRACTURA DE TOBILLO DEL HOSPITAL GENERAL REGIONAL NO. 2 "VILLA COAPA ", reiterando su utilización única y exclusivamente con fines académicos y de investigación asentados dentro del Protocolo referido. Cabe aclarar, que únicamente el grupo de investigadores son los únicos autorizados para analizar dicha información.

ATENTAMENTE

DR. GASPAR ALBERTO MOTTA AVILA
RESIDENTE DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA
HOSPITAL GENERAL REGIONAL 2 "VILLA COAPA"

Ccp. Dr. Manlio Favio Ochoa Cázares.

Coordinación de Enseñanza e Investigación Clínica

Ccp. Dr. Gabriel Chávez Cobarruvias.

Director Médico del Hospital General Regional 2 "Villa Coapa"

Ccp. Expediente de Protocolo de Estudio