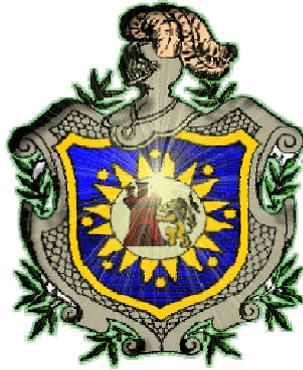


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEON



FACULTAD DE ODONTOLOGIA

TESIS:

Para optar al título de Cirujano Dentista.

TEMA:

"Distorsión relativa de cuatro hidrocoloides irreversibles en modelos de piedra dental tipo IV".

TUTOR:

Dr. Blas Arles Aráuz Tijerino.

ASESORES ESTADISTICOS:

Lic. Haroldo Argeñal Fonseca.

Lic. Rafael Espinoza.

AUTORES:

Br. Cristhiam de J. Hernández Martínez.

Br. Mercedes Elizabeth López Mena.

Br. Ana Walkiria López Toruño.

AGOSTO 2008

Resumen

El propósito de esta investigación fue medir el grado de distorsión de 4 hidrocoloides irreversibles comparando su deformación en el plano (XY). Se diseñó un modelo fabricado en aluminio con 5 pilares en la cresta del reborde en lugares predeterminados. El modelo se fijó a una base acrílica con tres barras posicionadas con topes verticales para estabilizar la posición de la cubeta y el grosor del material (Jeltrate, Vival NF, Rite Dent y Max Print Cyan). La población total consistió en 20 especímenes, los cuales fueron divididos en cuatro grupos experimentales de tratamiento de acuerdo al material utilizado (Jeltrate, Vival NF, Rite Dent y Max Print Cyan) se obtuvieron 5 modelos de piedra dental tipo IV (silky rock) por cada grupo de hidrocoloides irreversibles. La medición de los modelos se realizó en una máquina de coordenadas (X, Y, Z) de marca Mitutoyo-Japón que funciona con el programa Geopack 500 con un margen de error de 0.0001mm.

El análisis de los datos se realizó con pruebas estadísticas de variancia (ANOVA) y el test de Tukey (5%) no presentándose diferencias estadísticamente significativas a excepción del punto de medida de A-D correspondiente al material Vival NF.

Dedicatoria.

Hemos llegado al final de este camino y a la vez al comienzo de otro, en nosotros han quedado marcadas huellas profundas de este recorrido.

No es fácil llegar, se necesita ahinco, lucha y deseo, pero sobre todo apoyo como el que hemos recibido durante este tiempo. Ahora más que nunca se acredita nuestro cariño, admiración y respeto.

Dedicamos la presente como agradecimiento al apoyo brindado durante estos años de estudio y como un reconocimiento de gratitud al haber finalizado esta carrera a Dios y María Santísima que iluminaron nuestro camino y nos guiaron por el sendero del bien y a nuestros padres por la herencia mas valiosa que pudiéramos recibir, deseamos expresarles que nuestros ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos y constituye el legado más grande de nuestra existencia.

Con cariño, admiración y respeto.

“Cada fracaso supone un capítulo más en la historia de nuestra vida y una lección que nos ayuda a crecer. No te dejes desanimar por los fracasos. Aprende de ellos y sigue adelante, porque para triunfar no es importante llegar al primero, para triunfar simplemente hay que llegar, levantándose cada vez que se cae en el camino”.

Anónimo.

Agradecimiento.

Gracias, es una palabra tan pequeña pero con un gran significado... y que, en estos tiempos, no se pronuncia tan a menudo como se debería.

Siempre hemos querido plasmar nuestros pensamientos en un papel.

Siempre pensaremos lo importante que es para nosotros una carta de agradecimiento a las personas que importan y a aquellas que nos dieron el beneficio de la duda...

"Todo lo puedo en Cristo que me fortalece", a El todas las gracias por ser el dador de dones y autor principal de todo lo que existe, tiene vida y se mueve sobre la faz de la tierra.

A su Madre Santísima por ser nuestra intercesora fiel.

A nuestros padres por la herencia mas valiosa que pudiéramos recibir, fruto del inmenso apoyo y confianza que en nosotros depositaron para que los esfuerzos y sacrificios hechos por ellos no fueran en vano.

A nuestros hermanos, tíos y familiares por acompañarnos en este viaje... "La vida" y compartir nuestra pasión por ella.

A los que soñaron con este momento y no pudieron compartir nuestras alegrías, a ellos que en lo más alto del cielo y que en vida fueron parte de este esfuerzo para lograr alcanzar nuestras metas.

A todos nuestros tutores con especial aprecio al Dr. Blas Aráuz en testimonio de gratitud por su apoyo, aliento y estímulo mismos que posibilitaron la conquista de nuestra meta: nuestra formación profesional con admiración y respeto.

A nuestros amigos por sus preciados consejos y gratos momentos. Por vuestro generoso apoyo.

Siempre estaremos en deuda permanente.

Jamás los olvidaremos.

“Para empezar un gran proyecto, hace falta valentía.

Para terminar un gran proyecto hace falta perseverancia.

Y para lograr el éxito es meritorio saber que éste no está al final del camino sino al recorrerlo.”

GRACIAS.

Índice

I. Introducción	1
II. Objetivo general	3
III. Objetivos específicos	4
IV. Marco teórico	
• Conceptos generales	5
• Propiedades de los alginatos	6
• Conceptos de distorsión	7
• Estudios relacionados a distorsión	8
V. Materiales y métodos	
1. Tipo de estudio	13
2. Operacionalización de las variables	13
3. Unidad de estudio	15
4. Fabricación del modelo maestro	16
5. Numeración de los pilares	16
6. Instrumento de estandarización de las impresiones	18
7. Toma de impresión al modelo maestro	19
8. Mezclado del alginato	20
9. Mezclado y vaciado de la piedra dental	21
10. Mediciones de distorsión	22
11. Diseño y análisis estadístico	24
VI. Resultados	25
VII. Discusión	30
VIII. Conclusiones	32
IX. Recomendaciones	33
X. Bibliografía	34
XI. Anexos	36

Introducción

Uno de los primeros materiales de impresión eran los yesos, tiempo después el químico inglés E. C. C. Stanford, por digestión de frondas de ciertas algas pardas con carbonato sódico, obtuvo una masa gelatinosa que evaporada a sequedad presentaba "aspecto algo semejante al de la goma tragacanto". A esta nueva sustancia su descubridor le dio el nombre de "algina", derivado de alga. Este término se usó en un principio para designar la sustancia *in situ* en la planta; mientras que a los distintos productos comerciales que se obtuvieron posteriormente se les dio otras acepciones: ácido algínico, alginatos solubles, compuestos algínicos en general.^{1 2 3}

La producción comercial sostenida de alginatos comenzó en 1929 por la compañía Kelco en California. En 1934 se inició la producción a escala limitada en Gran Bretaña y más tarde, durante la Segunda Guerra Mundial, surgió la industria de alginatos en Noruega, Francia y Japón.¹⁴

Se ha visto que en los últimos años, los materiales de impresión han venido evolucionando de forma considerable y han sido utilizados con fines protésicos para la reproducción de dientes y estructuras orales relacionadas a ello, por tanto es necesaria la utilización de materiales con distorsión mínima o nula para la toma de impresiones preliminares asegurando así el éxito del trabajo a realizar.¹¹

Por ser la toma de impresión parte integral y fundamental del tratamiento dental, la introducción de diversos hidrocoloides irreversibles al mercado y la demanda de los mismos ha motivado el interés por conocer: ¿Cuáles de los hidrocoloides irreversibles (Jeltrate, Rite Dent, Vival NF, Max Print Cyan) presenta mayor distorsión relativa para la toma de impresión y elaboración de modelos de estudio?

La realización de esta investigación es de gran importancia por que permitirá por un lado, la obtención de nuevos conocimientos en el ámbito de los materiales dentales, ya que en este país no existen estudios previos realizados sobre distorsión de estos hidrocoloides irreversibles y a su vez permitirá al clínico decidir cuál de ellos llena sus expectativas en la práctica diaria.

OBJETIVO GENERAL

- Medir la distorsión de cuatro hidrocoloides irreversibles, comparando su distorsión relativa en el plano (x y) del modelo maestro a los modelos de estudio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Medir la distorsión relativa de cuatro hidrocoloides irreversibles en los puntos de A-B, A-C, A-D y A-E en modelo de piedra dental tipo IV.
- Medir la distorsión relativa de cuatro hidrocoloides irreversibles en los puntos de A-A¹, B-B¹ y C-C¹ en modelo de piedra dental tipo IV.

Marco teórico

Los hidrocoloides irreversibles son uno de los materiales de impresión más usados en la actualidad dado que su costo es relativamente bajo. Poseen una red mecánica formada por la fase dispersa, la que se aglomera formando cadenas o fibrillas llamadas micelas, que se ramifican y entrecruzan constituyendo una estructura enmarañada, el medio dispersante se mantiene entre los intersticios por atracción capilar, por adhesión.^{1.2}

Los hidrocoloides irreversibles son sales de ácido algínico, que también viene de algas marinas, el que se une con una sal de calcio. Las sales son de 3 tipos: sodio, potasio y amonio (más comunes las 2 primeras), son las únicas que al endurecer tienen propiedades elásticas. La sal de ácido algínico es soluble, tiene un reactor (sal de calcio, como sulfato de calcio), fosfato trisódico, actúa como retardador y agua. Existe mayor afinidad entre la sal de calcio y el fosfato trisódico, lo que se une primero (esto ocurre en cadena); el alginato de calcio forma las micelas. Al unirse la sal de calcio con el ácido algínico acelera el fraguado de los yesos en su superficie. Cuando es mezclado con agua, el retardador reacciona con los iones de calcio para proveer adecuado tiempo de trabajo. El mecanismo de gelificación implica la reacción de sales algínicas con sulfato de calcio soluble para formar gel de alginato cálcico insoluble, malla fibrilar encerrando alginato no reactivo (sol), exceso de agua y reacción de biproductos. Su presentación comercial es en polvo fino, en sobre (impresiones individuales), bolsas (aislantes de la humedad) o tarros. Estos materiales sufren distorsión si no son controladas su manipulación y sus propiedades.^{3.4}

PROPIEDADES DE LOS ALGINATOS

- **Resistencia al desgarro** ^{1. 2. 3. 4}

La ADA afirma que la resistencia compresiva debe ser como mínimo de 3.500 g/cm². (Esto porque después el yeso puede deformar la impresión) y de 350 - 600 g/cm² de resistencia al desgarramiento.

Factores que alteran la resistencia: ^{1. 2.}

1. Incorrecta relación agua - polvo.
2. Tiempo de espatulado largo, lo que rompe las micelas que se van formando; si disminuye el espatulado, no todo el polvo va a ser mojado por agua, lo que disminuye hasta la mitad la resistencia del material.
3. Mayor cantidad de sulfato de Zinc, en las presentaciones aumenta la resistencia.
4. Retiro de la impresión de la boca antes de 2 minutos.

- **Elasticidad:** ^{2. 3.}

Capacidad del material de recuperar su forma original luego de haberse deformado, para sortear un obstáculo o una tensión. No es un material elástico puro, es visco elástico, tiene fijación (inherente al material) o deformación permanente residual, o sea, la relajación del gel nunca será completa. La ADA dice que no debe tener fijación mayor al 3%.

- **Exactitud de reproducción:** ^{2. 3.}

Es de 0,038 mm. Esto está íntimamente ligado con la estabilidad dimensional (si se demora, hay distorsión o deformación). Los alginatos retardan el tiempo de fraguado en los yesos, por lo que se usan soluciones endurecedores, normalmente sílices o cloruro, estas sustancias disminuyen el ph del gel.

En la sinéresis, el alginato pierde exudado alcalino o ácido, siendo el alcalino el que afecta al yeso. El vaciado se hace de inmediato porque puede perder o absorber agua y porque se pierde exactitud de reproducción por deformación; además con el tiempo se pierde la resistencia.

- **Estabilidad dimensional:**

Es variable. (Sinéresis: contracción; Imbibición: dilatación).

El paso clave para disminuir la distorsión en los modelos de trabajo para todo procedimiento de rehabilitación oral es la impresión. Nicholls define distorsión como el movimiento relativo de un sólo punto o un grupo de puntos lejos de su posición de referencia original especificada. Él establece que desde el punto de vista matemático, el movimiento tiene tres posibles desplazamientos lineales y tres desplazamientos rotacionales en los tres ejes del espacio (X, Y, y Z). La distorsión absoluta involucra un desplazamiento o discrepancia del sistema de puntos con respecto a un sistema de coordenadas fijas en el espacio. La distorsión relativa involucra la medición del desplazamiento permanente o discrepancia con respecto a un sistema de coordenadas el cual se mueve junto con los puntos de medición, de modo que, el desplazamiento total de todos los puntos desde la posición de referencia originalmente especificada no es determinado a menos que el movimiento del sistema de coordenadas pueda ser medido ⁽¹⁵⁾.

Al analizar la distorsión, se debe tener presente que es un componente inherente a los procesos de rehabilitación oral, es importante controlar al máximo las condiciones del ambiente de trabajo, así como estandarizar la manipulación de instrumentos y materiales que se utilicen en el proceso, con el fin de que los resultados del análisis de distorsión puedan ser extrapolados a situaciones clínicas reales. Este tipo de análisis, contempla la elaboración de un patrón inicial ⁽¹⁵⁾ el cual será parámetro de comparación para los patrones experimentales.

En un estudio de "Distorsión de los modelos tomados con alginato <Tropicalgin>, alginato siliconizado <Max print>, y silicona <Zeta Plus> en dientes naturales montados en caja di lock"

realizado por Bello López René y colaboradores, basados en documentar cuál de los materiales de impresión utilizados en diferentes consultorios dentales, es el que tiene una menor dispersión al correr los modelos positivos en yeso tipo V en diferentes tiempos obtuvieron como resultado que el material de impresión en el cual se encontró una menor dispersión es la silicona, seguido del alginato siliconizado, después el alginato guardado con agua, y por último el alginato que se guardó sin nada.

Aunque se encontraron cambios en cada uno de los materiales, estos no evidencian la presencia de distorsión ya que los modelos se corrieron a los 5 minutos después de tomada la impresión cumpliéndose así las especificaciones del fabricante no encontrándose diferencias estadísticamente significativas respecto a los dientes naturales.¹⁴

Una de las desventajas de estos materiales es el cambio volumétrico después de que la impresión es removida de la boca, estos cambios ocurren en un corto periodo de tiempo. Este cambio de volumen es debido a varias causas la necesidad por vaciar inmediatamente la impresión después de removida de la boca combinado con la flexibilidad.¹¹

Otra desventaja de los hidrocoloides irreversibles es su incapacidad para adherirse dicha impresión a la cubeta provocando a menudo distorsión en la misma.¹¹

Estas distorsiones pueden ser locales pero si fuesen totales se habla de deformación, esto depende de:

1. Espesor irregular del material: en las partes más gruesas hay más cantidad de gel y de agua. Debido al espesor se va a contraer más o menos, lo que genera distorsiones locales (esto pasa en todos los materiales de impresión).
2. Movimiento de la cubeta durante la gelación. Al presionar una zona, por compresión pierde agua, por lo que queda más rígido y menos elástico.

3. Retiro de la impresión con movimiento de báscula: con lo que escurre agua hacia otros sectores.
4. Distorsión por relajación: si se presiona mucho, al retirar la impresión, el alginato se expande.

Pero la distorsión no solamente tiene que ver con la manipulación y el control de sus propiedades, también se debe tener en cuenta las fallas que puede presentar el material tales como:^{1. 2. 16}

1. Material granuloso.
2. Espatulado prolongado, con lo que se rompen fibrillas en formación
3. Relación agua polvo: poco agua o exceso de agua .
4. Mal espatulado, con lo que se deja polvo sin mojar.
5. Volumen inadecuado (espesor muy delgado) que provoca rotura del material cuando éste se vuelve más rígido por pérdida de agua.
6. Contaminación por líquidos: exceso de saliva en el paciente.
7. Retiro prematuro de la boca.
8. Gelación incorrecta que impide el escurrimiento.
9. Aire incorporado durante la mezcla (burbujas).
10. Saliva o líquidos en la boca que no fueron eliminados.
11. Modelo de yeso rugoso o poroso por preparación inadecuada del yeso piedra.
12. Limpieza inadecuada de la impresión: hay que lavarlas (spray) y desinfectarlas (en caso de gingivitis u operación); las cubetas deben ser de aluminio o metal, de tal forma que puedan ser esterilizadas.
13. Retiro prematuro del modelo.
14. Permanencia excesiva del modelo dentro de la impresión.

El almacenamiento es una característica crítica para los materiales dentales, por lo que existen cambios en las propiedades de los alginatos al ser expuestos a diferentes condiciones ambientales.¹³

Las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los hidrocoloides irreversibles (alginatos) pueden ser afectadas por el período de tiempo y las condiciones bajo las cuales son almacenadas antes de su uso, se debe tomar en cuenta la fecha de expiración, no sólo las condiciones de almacenamiento.¹³

En el estudio de "Efectos del almacenamiento sobre los materiales dentales", mencionan que es una característica crítica de influencia en las propiedades del alginato al ser expuestos a diferentes condiciones ambientales por más de 78 meses (6 años y medio), los resultados demuestran aumento en la resistencia y tiempo de trabajo y una disminución en la recuperación de la deformación a los 30-50 meses. Únicamente las condiciones ambientales estresantes (calor y humedad) causan fallas espontáneas en la gelificación del material. A consecuencia de esto las complicaciones clínicas estriban en algunos cambios de sus propiedades físicas, mecánicas y químicas de los hidrocoloides irreversibles (alginatos).

Factores críticos para la vida útil del alginato incluye evitar la contaminación por humedad el cuál puede apresurar el tiempo de fraguado del material en el contenedor y evitar altas temperaturas las cuáles pueden causar despolimerización del polímero del alginato.¹⁴

Gennari Filho, Humberto y colaboradores en su estudio "Influencia en los modelos del alisamiento de las impresiones de alginato con el dedo humedecido" evaluaron la presencia de burbujas superficiales y la alteración dimensional en los modelos obtenidos de impresiones de alginato, con y sin alisamiento con el dedo humedecido en agua.

Los datos según el análisis de la variancia (ANOVA) y el test de Tukey (5%) indicaron una reducción significativa en el porcentaje de burbujas cuando se hacía el alisamiento. Los modelos donde se hizo el alisamiento presentaron alteraciones sin diferencias estadísticamente significativas respecto a los grupos donde no se hizo el alisamiento. El análisis de los resultados permitió concluir que el alisamiento del alginato con el dedo humedecido no afectó la precisión de los modelos del yeso en ningunos de los alginatos probados. El alisado dio lugar a una reducción significativa en el número de burbujas superficiales.¹²

Frecuentemente se observa en la práctica diaria la no adecuación de protocolos preestablecidos respecto a la manipulación y uso de los materiales odontológicos. Incluso con resultados inmediatos satisfactorios, el uso habitual de las técnicas no presupone su aceptación, requiriendo investigaciones científicas para validarlas. Morris et y col. relataron la posibilidad de mejorar la superficie de los modelos de yeso a través de impresiones de alginato alisadas con agua antes de la impresión, no obstante no evaluaron si el acto podría afectar a la precisión dimensional.¹²

La pérdida de precisión y la distorsión de los modelos que ocurre en la clínica, son directamente proporcionales a la apetencia que los alginatos tienen por el agua, de manera que la incorporación de más o menos agua puede repercutir considerablemente en la fidelidad de los modelos.¹²

La distorsión en estudio de las impresiones no tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas de impresión, Técnica 1 - el alginato se mezcla manualmente y se carga la cubeta solamente con la espátula. - Técnica 2 - similar a la técnica 1, pero alisando el alginato con el dedo humedecido en agua hasta conseguir una superficie lisa.¹²

Sin embargo hay diferencias estadísticamente significativas para las menores distorsiones para la técnica de alisamiento. Esto implica que alisar con el dedo humedecido no afecta la precisión dimensional de los modelos y que en algunos casos optimizan la precisión de los mismos en comparación con la matriz. Hay que considerar que las alteraciones de los modelos de alginato no se ven influenciados solamente por factores inherentes al material sino también por la influencia de las retenciones del área medida que pueden inducir grandes tensiones y también por la capacidad de recuperación elástica del material que pueden provocar alteraciones permanentes.¹²

Por otro lado aunque la adherencia superficial puede ser influida por el agua depositada durante el alisamiento, se considera ésto un factor favorable que puede explicar los mejores resultados

conseguidos por esta técnica, como demuestran Vassilakos Y Fernández en relación a los elastómeros, logrando disminuir la distorsión.¹²

En un estudio de "Análisis crítico de los factores que influyen la precisión de los modelos con elastómeros". Chen et afirma que para una comparación de grupos de productos comerciales es necesario e importante que se investigue la precisión y la estabilidad de sus impresiones.

Matthias Kern, Reinhold M. and Jorg R. Strub en su estudio "(investigación tridimensional de la exactitud de los materiales de impresión después de la desinfección)" evaluaron los efectos de la desinfección producidos en los materiales de impresión basados en 4 distancias siendo como punto de referencia cuatro estribos que simulaban los dientes naturales permanentes con el objeto de medir la distancia que obtuvo mayor distorsión de acuerdo al material usado para la toma de impresión obteniendo como resultado que la mayor distancia presentó distorsión.¹⁵

Materiales y métodos.

Con el fin de medir la distorsión relativa en el plano (XY) de los hidrocoloides irreversibles, se diseñó un estudio experimental. Efectuado en la facultad de Odontología de la UNAN – LEÓN donde se tomaron las impresiones por cada hidrocoloide seleccionado (Jeltrate, Max Print Cyan, Vival NF, Rite Dent), obteniendo una población de 20 modelos de estudio, 5 por cada marca de hidrocoloide y por consiguiente el vaciado de los mismos.

VARIABLES

Objetivo	Variable	Concepto	Indicador	Valor
<p>Medir la distorsión relativa de cuatro hidrocoloides irreversibles en los puntos de A-B, A-C, A-D y A-E en modelo de piedra dental tipo IV.</p>	<p>Distorsión relativa de los hidrocoloides irreversibles</p>	<p>Nicholls define distorsión como el movimiento relativo de un solo punto o un grupo de puntos lejos de su posición de referencia original especificada. La distorsión relativa involucra la medición del desplazamiento permanente o discrepancia con respecto a un sistema de coordenadas el cual se mueve junto con los puntos de medición.</p>	<p>Se realizó con la máquina de medición de coordenadas Mitutoyo-Japón BH305. Dirigida por un programa de cómputo Geopack 500 versión 2.0, con un margen de error de 0.0001mm.</p>	<p>- Hay distorsión significativa.</p> <p>- No hay distorsión significativa.</p>

<p>Medir la distorsión relativa de cuatro hidrocoloides irreversibles en los puntos de A-A¹, B-B¹ y C-C¹ en modelo de piedra dental tipo IV.</p>	<p>Distorsión relativa de los hidrocoloides irreversibles.</p>	<p>Nicholls define distorsión como el movimiento relativo de un solo punto o un grupo de puntos lejos de su posición de referencia original especificada. La distorsión relativa involucra la medición del desplazamiento permanente o discrepancia con respecto a un sistema de coordenadas el cual se mueve junto con los puntos de medición.</p>	<p>Se realizó con la máquina de medición de coordenadas Mitutoyo-Japón BH305. Dirigida por un programa de cómputo Geopack 500 versión 2.0, con un margen de error de 0.0001mm.</p>	<p>- Hay distorsión significativa.</p> <p>.</p> <p>- No hay distorsión significativa.</p> <p>.</p>
---	--	---	--	--

1- Unidad de estudio

Modelo de piedra dental tipo IV .

2- Fabricación del modelo maestro

Para la obtención de los modelos de estudio se diseñó un modelo maestro fabricado en aluminio, con sus paredes laterales convergentes en 3 grados. Todas las superficies fueron pulidas para minimizar la retención a consecuencia de las rugosidades.

Se utilizó un pequeño pilar de 9mm de altura para el incisivo central, usando un punto de referencia incisal a nivel de sus vértices.

Dos pequeños pilares se colocaron a cada lado del arco dental en la región de las primeras premolares superiores con una altura de 7 mm para cada una de ellas y en la región de las segundas molares superiores con una altura de 6 mm para dichos pilares. La distancia entre el pilar que simula el incisivo central superior al primer premolar es de 18 mm y del primer premolar a la segunda molar es de 13 mm por hemiarcada.



FIG.1 Modelo Maestro

3- Numeración de los pilares

- Pilar 1 segunda molar derecha.
- Pilar 2 primer premolar derecha.
- Pilar 3 incisivo central.
- Pilar 4 primer premolar izquierda.
- Pilar 5 Segunda molar izquierda.



FIG.2 Numeración de los pilares en el modelo maestro

Se diseñó cada diente en forma cuadrangular para disminuir la retención del material durante la toma de impresión. Para la obtención de mediciones del plano XY se establecieron un total de 7 puntos de medida sobre el modelo estándar de referencia y los modelos en piedra dental tipo IV, los cuales fueron:

1. De A-B, de un punto disto-vestibular del pilar 1 hacia un punto mesio-palatino del pilar 2.
2. De A-C, de un punto a disto-vestibular del pilar 1 hacia un punto mesio-vestibular del pilar 3.
3. De A-D, de un punto disto-vestibular del pilar 1 hacia un punto mesio-vestibular del pilar 4.
4. De A-E, de un punto disto-vestibular del pilar 1 hacia un punto mesio-vestibular del pilar 5.

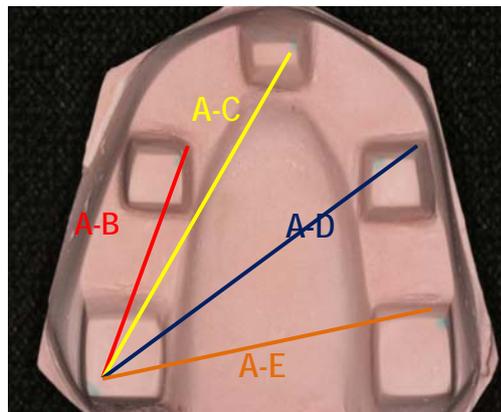


FIG.3 Puntos de medidas

5. De A-A¹, medición vestibulo-palatino en la misma pieza dental (segunda molar superior derecha).
6. De B-B¹, medición vestibulo- palatino en la misma pieza dental (primer premolar superior derecho).
7. De C-C¹, medición vestibulo- palatino en la misma pieza dental (incisivo)

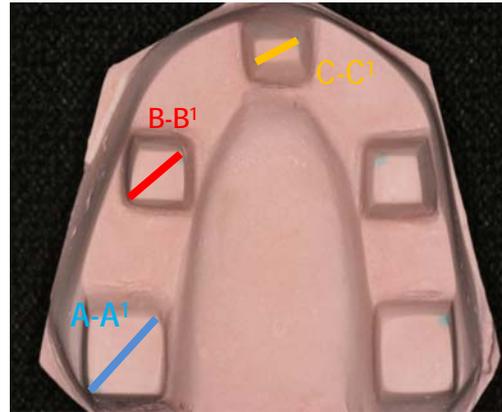


FIG.4 Puntos de medidas

4- Instrumento de estandarización de impresiones.

Se fabricó un instrumento especial para la estandarización de las impresiones, el cual consta de una base inferior y una base superior de acrílico cuyas medidas son de 1.6 * 16.5 * 17 cm.

La base inferior constaba de 3 barras cilíndricas fijas, posicionadas transversalmente formando un triángulo isósceles entre ellas, cada una lleva una tope vertical ajustable, la cual permitió colocar a 4 mm por encima de los bordes incisales del modelo maestro el fondo de la cubeta, necesarios para evitar rasgaduras del hidrocoloide irreversible. En el centro se sujetó el modelo maestro.

La base superior constaba de tres perforaciones a través de las cuales pasaban las tres barras cilíndricas para permitir el desplazamiento en un solo eje de entrada y salida. En el centro se sujetó la cubeta de impresión rim-lock, tamaño L.

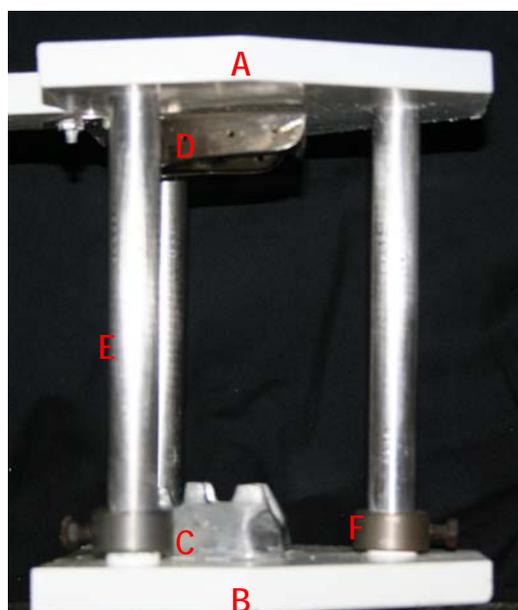


FIG.5 Instrumento de Estandarización de Impresiones.

A)Base superior,B) Base inferior, C)Modelo maestro,D)Cubeta Rim-lock,E)Barras cilíndricas)Topes verticales.

5- Toma de impresión al modelo maestro.

Para la obtención de los modelos de estudio se tomaron 5 impresiones por cada hidrocoloide irreversible. Un examinador capacitado (1) se encargó de mezclar el alginato según las indicaciones dadas por cada fabricante (Ver anexo), luego se vertió el material en la cubeta de impresión y el examinador (2) tomó la impresión, mientras que el examinador (3) manipuló el yeso piedra tipo IV para vaciarlo y sacar los modelos de estudio. Los examinadores fueron capacitados hasta dominar cada material de acuerdo con sus tiempos de manipulación, bajo la temperatura adecuada y siguiendo las pautas de estudio propuestas.



FIG.6 Toma de impresión al modelo maestro.

6- Mezclado del Alginato

La proporción de mezclado para la impresión fue según las indicaciones de cada casa comercial. El procedimiento realizado fue el siguiente: el agua destilada se colocó en los medidores proporcionados por la casa comercial para ser medida según la especificación del fabricante, luego se incorporó en la taza de hule y se le agregaron las proporciones de polvo, se mezcló vigorosamente con una espátula plástica (ver anexo) hasta lograr una mezcla homogénea. La mezcla no contenía grumos y su consistencia era pastosa.

Se controló la temperatura ambiente con el uso de termómetros y termostatos con previa calibración a 21°C (temperatura ambiente), la temperatura del agua destilada se controló con un termómetro a 21° C, las muestras fueron tomadas a horas determinadas de 8:00 a 9:00 am.

Una vez espatulado se llevó a la cubeta Rim – Lock con un tiempo de manipulación de acuerdo a la especificación del fabricante, iniciándose el conteo desde el primer momento del espatulado.

Se tomó la impresión del modelo con un tiempo de permanencia de acuerdo a la especificación del fabricante, el tiempo de gelificación desde el inicio de la mezcla varió dadas las recomendaciones de la casa comercial, posteriormente se lavó la impresión para disminuir la tensión superficial y se secó con aire comprimido durante 10 segundos.



7- Mezclado y vaciado de la piedra dental

El vaciado de la impresión se realizó 10 minutos después de la toma de impresión con piedra dental tipo IV cuya expansión es de 0.08% (Silky- Rock, Violet Whip-Mix[®] Corporation, Louisville, Kentucky) en una proporción de 100 gr de piedra por 23 ml de agua destilada (medida en una probeta). El mezclado se realizó primero de forma manual por 30 segundos y posteriormente se mezcló mecánicamente en la mezcladora al vacío marca Buffalo por 50 segundos, se vibró la cubeta con el hidrocloide irreversible tipo IV marca whip mix en un vibrador marca Buffalo Dental Mfg. Co. Inc. Syosset, NY y se vertió la mezcla poco a poco hasta que fluyera en toda la impresión y se rebasara completamente.

Finalmente se colocó la cubeta en una tabla ranurada para que quedara suspendida y así evitar alguna deformación de los modelos. Se esperó un periodo de 45 a 60 minutos para garantizar el fraguado de la piedra dental. Al cumplirse el tiempo, los modelos en piedra dental se retiraron de la cubeta de impresión, se recortaron en una recortadora marca whip mix modelo 5KH39QN9741HX, y se alisaron con lija de agua 365. A cada grupo de modelo se le dió un código para evitar cualquier confusión entre una marca y otra.



FIG.8 Mezclado de la piedra dental

8- Mediciones de distorsión.

Aplicando el racional de Nicholls y otros autores sobre distorsión^(7,18), se estableció un pilar de origen o pilar #1 (la segunda molar maxilar derecha), a partir del cual y en sentido de las manecillas del reloj, se enumeraron los pilares restantes del modelo maestro, siendo por lo tanto el pilar #5 la segunda molar maxilar izquierda.¹⁵

Se utilizó una máquina de medición por coordenadas tridimensionales (CMM, Mitutoyo BH-305, Japón) programa de cómputo Geopack 500 versión 2.0 ubicada en el laboratorio del Centro de Formación de Formadores y de Personal Técnico para el Desarrollo Industrial de Centroamérica (CEFOF) en el Laboratorio Metal Mecánica, Alajuela, Costa Rica con certificación ISO 9002. Un vástago con una esfera de 1 mm en su extremo fue el sensor de la máquina tridimensional.¹⁵

Esta máquina tiene la capacidad de medir cambios en la posición, distancias y sacar centroides en el espacio en las tres coordenadas (X, Y, Z) con grado significativo de 0.0001mm dando un resultado instantáneo. La máquina se calibra dos veces al año por técnicos especializados enviados por la casa matriz.

Los valores se utilizaron para realizar las comparaciones entre el valor promedio obtenido de las mediciones del modelo maestro y las respectivas de cada modelo de trabajo. Se obtuvo por tanto, una medida control y otra experimental. Como mecanismo de control se utilizó el modelo maestro.

Para la realización de las mediciones se inició con la calibración e instrucciones sobre el uso de la máquina, con el objeto de minimizar el error humano y disminuir los sesgos.

La medición fue hecha por un experto mientras los otros se encargaban de pasar los modelos y tabular los valores resultantes de las mediciones en la tabla de salida (Ver anexo).



FIG.9 Máquina de Medición Tridimensional por Coordenadas Computarizadas

9- Diseño y análisis estadístico

La selección de los grupos y modelos fue aleatoria para su medición.

Se realizó la medición del modelo maestro por ser el patrón y consecutivamente los grupos de piedra dental de acuerdo a su aleatorización. El orden que se obtuvo fue Jeltrate, Vival NF, Rite Dent y Max Print Cyan.

A los 7 puntos de medidas (A-B,A-C,A-D,A-E,A-A¹,B-B¹,C-C¹) , se le realizaron tres mediciones por cada distancia y se sacó un promedio para estandarizar los datos y minimizar sesgos, lográndose 420 mediciones en 20 modelos de estudio y 35 mediciones en el modelo maestro logrando un total de 455 mediciones. Las mediciones realizadas fueron de tipo lineal. Los datos previamente codificados se tabularon en una base de datos relacional creada por el paquete estadístico SPSS versión 12.0.

El análisis estadístico se realizó mediante el uso de las estadísticas descriptivas ANOVA y Tukey.

Resultados.

Tabla 1

Valores mínimos, máximos, media y desviación estándar de los cuatro hidrocoloides irreversibles y modelo maestro en los puntos de medida de A-B, A-C, A-D, A-E.

Puntos de medida	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Std.
De A-B	25	30.55mm	31.81mm	31.3302mm	0.31078mm
De A-C	25	50.25mm	51.67mm	50.7842mm	0.42480mm
De A-D	25	49.38mm	51.34mm	49.9485mm	0.54464mm
De A-E	25	51.61mm	53.65mm	52.8363mm	0.51265mm

* Fuente primaria

El punto de medida que obtuvo un mayor valor de su media fue (A-E) con 52.8363mm el de menor valor (A-B) con 31.3302mm, la mayor desviación estándar fue en el punto de medida (A-D) con 0.54464mm y el de menor fue (A-B) con 0.31078 mm.

Tabla 2

Análisis de variancia de los puntos de medida de A-B, A-C, A-D, A-E.

Puntos de medida	Suma de cuadrados	Diferencia	Media	F	Sig.
De A - B	0.313	4	0.078mm	0.780mm	0.551mm
De A - C	1.520	4	0.380mm	2.705mm	0.060mm
De A - D	3.371	4	0.843mm	4.497mm	0.009mm
De A - E	1.057	4	0.264mm	1.007mm	0.427mm

* Fuente primaria

El punto de medida A-D fue el único con valor estadísticamente significativo con 0.009.

Tabla 3

Análisis Tukey HSD (diferencia verdaderamente significativa) del punto de medida A-D, de los cuatro tratamientos en comparación con el modelo maestro.

Tratamiento		Significancia
<u>Modelo</u> <u>Maestro</u>	Jeltrate	0.165mm
	Vival NF	0.008mm
	Rite Dent	0.052mm
	Print Gel	0.714mm

* Fuente primaria

Únicamente en el punto de medida A-D se encontró diferencia estadísticamente significativa de 0.008 en el material Vival NF.

Tabla 4

Valores mínimos, máximos, media y desviación estándar de los cuatro hidrocoloides irreversibles y modelo maestro en los puntos de medida de A-A1, B-B1, C-C1

Puntos de Medida	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Std.
De A-A ¹	25	11.82mm	13.34mm	12.4444mm	0.28614mm
De B-B ¹	25	8.07mm	9.40mm	8.5422mm	0.30873mm
De C-C ¹	25	5.64mm	6.78mm	6.4090mm	0.28277mm

* Fuente primaria

El punto de medida que obtuvo un mayor valor de su media fue (A-A1) con 12.4444mm, el de menor valor (C-C1) con 6.4090mm, la mayor desviación estándar se obtuvo en el punto de medida B-B1 con 0.30873mm y la menor en (C-C1) con 0.28277mm.

Tabla 5

Análisis de variancia de los puntos de medida de A-A1, B-B1, C-C1

Puntos de medida	Suma de cuadrado	Diferencia	Media	F	Sig.
De A – A ¹	0.698	4	0.174mm	2.752mm	0.057mm
De B –B ¹	0.367	4	0.092mm	0.957mm	0.453mm
De C –C ¹	0.442	4	0.111mm	1.497mm	0.241mm

* Fuente primaria

No se encontraron diferencias significativas en ninguno de los puntos de medida.

Discusión:

Para realizar un trabajo dental es indispensable que la impresión sea precisa en la reproducción de los detalles de las estructuras de la cavidad oral.

One Way ANOVA revela diferencias estadísticamente significativas al comparar el modelo maestro con los cuatro grupos de tratamientos en el material de marca Vival NF en el punto de medida de A-D representando uno de los puntos de mayor longitud (de un punto distovestibular del pilar 1(segunda molar derecha) hacia el punto mesio-palatino del pilar 4(primer premolar izquierdo); debido a que el punto de medida de A-D tiene una mayor variación con respecto a las demás medias.

Para mayor restricción estadística se utilizó la prueba de Tukey para calcular las diferencias entre medias y determinar con exactitud el punto de medida con mayor significancia (A-D) manteniendo un menor valor en relación a (nivel de significancia $p < 0.05$). Estos datos concuerdan con estudio elaborado por Matthias Kern, Reinhold M. and Jorg R. Strub ("investigación tridimensional de la exactitud de los materiales de impresión después de la desinfección") en el cual la distancia D1 (pieza nº 20(segunda premolar inferior izquierda) pieza nº 18(a la segunda molar inferior izquierda) corresponde a una de las distancias de mayor longitud (18.616mm) y la que sufre distorsión (0.0007) coincidiendo con nuestro estudio siendo el punto de medida D³ el que presentó la mayor distorsión.

Chen et. Afirma que para una comparación de grupos de productos comerciales es necesario e importante que se tome en cuenta la precisión y la estabilidad de sus impresiones, así como en esta investigación, se tomaron en cuenta las propiedades de los alginatos logrando impresiones que permitieron obtener los valores de las mediciones realizadas.^{4,5}

Kaisser y Nicholls evaluaron la distorsión obteniendo resultados que evidencian que los materiales elastoméricos presentan una magnitud de distorsión aceptable para la toma de impresiones dependiendo del procedimiento clínico a emplear. Su objeto de estudio fueron las siliconas obteniendo así menor magnitud de distorsión que en otros materiales como el polivinil xiloxano y otros hidrocoloides reversibles – irreversibles modificados. Contrario a este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas que demuestren la distorsión relativa de los materiales estudiados.^{4.5.6}

Según Rene Bello López y col. en su estudio sobre distorsión en modelos tomados con alginatos y siliconas obtuvieron como resultado cambios dimensionales al comparar ambos materiales, no así al estudiar los materiales por separado, la evidencia demostró que no existían diferencias estadísticamente significativas obteniendo como resultado ausencia de distorsión ya que se utilizaron bajo las normas del fabricante, al igual que en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas no presentándose distorsión en todos los puntos de medida en un material, quedando a elección del clínico decidir que alginato llena sus expectativas.¹⁴

Conclusiones:

1-No se encontró suficiente evidencia estadística para afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los hidrocoloides irreversibles estudiados.

2-No se encontró diferencia estadísticamente significativa en los puntos de A-B, A-C, A-E a excepción del punto A-D en el hidrocoloide irreversible marca Vival NF.

3-No se encontraron diferencias estadísticamente significativa en los puntos A-A¹, B-B¹, C-C¹.

Recomendaciones:

Al jefe del departamento de Restaurativa:

Que el presente estudio sea expuesto a estudiantes y docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León) con el fin de ampliar los conocimientos sobre estos materiales.

A los estudiantes:

Que se realice un estudio clínico que determine las posibles causas por la cual se distorsionan los hidrocoloides.

A estudiantes, docentes y asistentes dentales:

Cumplir con el protocolo de manipulación de la casa comercial para no provocar distorsiones.

Bibliografía:

1. Ralph W. Phillips. La ciencia de los materiales dentales. Tercera edición en español, 1993. editorial Interamericana, S.A. Pág. 125-135.
2. Robert G. Craig; William J. O'brien; John M. Powers. Materiales dentales. Sexta edición, 1996. editorial Harcourt Brace. Pág. 136-155.
3. Robert G. Craing; Marrcus L. Materiales de odontología restauradora. Decima edición. 1998. editorial Harcourt Brace. Pág. 281-300.
4. J.I.Nicholls. The measurement of distortion. Theoretical considerations—J. Prosthet Dent. 1977; 37 (5): 578-586.
5. J.I.Nicholls The measurement of distortion: concluding remarks- volume 43 number 2, 1980 pág. 218-223.
6. J.I.Nicholls The measurement of distortion: mathematical considerations- volume 39 number 3, 1978. Pág. 339-343.
7. B.A Linke,J.I.Nicholls and R.R Faucher. Volume 54 number 6, 1985. Pág. 794-802.
8. Lucas Da Fonseca Roberti Garcia, Simonides Consani, Ingrid Machado de Andrade,y Fernanda de Carvalho Panzeri Pires- de- Souza. Análise crítica dos fatores que influenciam a precisao de moldagens com elastómeros. 2006 pág.(387- 391).
9. A. Steas. A new method for making casts from irreversible hidrocolloid impressions. March 1991, volume 65, number 3 pág. (454-456).

10. Ayne W. Daniel. Bioestadística, Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª Edición. 2002, Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega editores.
11. Gennari Filho, Humberto*; Vedovatto, Eduardo**; Quinelli Mazaro, José Vitor**; Coelo Goiato, Marcelo*; Dos Santos, Paulo Enrique. Influence of finger-smoothed moistening of irreversible hidrocolloid on dimension and surface changes of molds. RCOE v.12 n.1-2 Madrid ene.-jun. 2007.
12. Wayne W. Daniel. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. Bioestadística 4ª edición. Editorial Limusa. 2002
13. Matthias KERN, Reinhold M. and Jorg R. Three-dimensional investigation of the accuracy of impression materials after disinfection.
14. Propiedades físico-químicas, utilidad y proceso productivo de los Alginatos www.monografias.com/trabajos12/alginato/alginato.shtml.
15. Indiana López Castillo. Comparación con la exactitud de dos materiales de impresión en la elaboración de modelos de trabajo para prótesis fija. Universidad de Costa Rica 2008.
16. Bello López René, Camacho Arenas Alejandra, Galván Bautista Naxhllely, García Sánchez Ana, Sánchez Ruiz Karla. Distorsión de los modelos tomados con alginato <Tropicalgin>, alginato siliconizado <Max print>, y silicona <Zeta Plus> en dientes naturales montados en caja di lock".

ANEXOS

INFORMACION DETALLADA DE LOS MATERIALES DE IMPRESIÓN UTILIZADOS EN ESTE ESTUDIO:

- **JELTRATE:**

Peso neto de la bolsa: 410 gramos.

Casa Fabricante: DENTSPLY INDÜSTRIA E COMÉRCIO Ltda.

Lote #785309J

Temperatura del agua: 21°C

Proporciones:

1 porción de polvo.

1/3 medida de agua.

Tiempo de espátulado: 1 minuto .

Tiempo en el modelo: 1 minuto.

Se utilizaron: 1 medida completa de agua (57 ml) y tres porciones de polvo.

- **MAX PRINT CYAN:**

Peso neto de la bolsa: 454 gramos (1 lb)

Casa Fabricante: Manufacturera Dental Continental, SA de C.V. (MDC DENTAL)

Lote #20077228

Temperatura del agua: 22°C

Proporciones:

1 porción de polvo.

1/3 medida de agua.

Tiempo de espátulado: 45 segundos.

Tiempo en la cubeta: 1 minuto.

Tiempo en el modelo: 1minuto con 15 segundos.

Se utilizaron: 1 medida completa de agua y 3 porciones de polvo.

- **Vival NF:**

Peso neto de la bolsa: 500 gramos.

Casa Fabricante: Ivoclar Vivadent.

Lote # KL 4055

Temperatura del agua: 23°C

Proporciones:

1 porción de polvo = 9 gramos

1 medida de agua = 18ml

Tiempo de espátulado: 30 segundos.

Tiempo en la cubeta: 40 segundos.

Tiempo en el modelo: 1 minuto.

Tiempo total: 2 minutos con 10 segundos.

Se utilizaron: 1 medida completa de agua y 3 porciones de polvo.

- **RITE DENT:**

Peso neto de la bolsa: 454 gramos (1 lb)

Casa Fabricante: Rite- Dent MFG.CORP.

Lote #1229208

Temperatura del agua: 22°C

Proporciones:

1 porción de polvo (medidor de polvo universal)

1/2 medida de agua (medidor de agua universal)

Tiempo de espátulado 60 segundos.

Se utilizaron: 1 medida completa de agua y 2 porciones de polvo.

- Silky- rock, violet .Whip Mix (ADA type IV)

Serial number: 085070701

Best if used by 0809

Date packed 7/13/07

Item number: 31755

Reference number: 231874

Distribuido by: Casa Teran

Proportion used:

23 ml of water per 100G powder

Mixing time: 25 seconds, mechanic mixing

Working time: 6 minutes

Setting time: 10 minutes

MÁQUINA MITUTOYO Y SISTEMA GEOPAK UTILIZADOS EN LA RECOLECCION DE

DATOS

El programa GEOPAK 500 de operaciones fue diseñado para medir partes de tres dimensiones sobre superficies que no son planas, esféricas, cilíndricas, o cónicas con todas las versiones manuales de CMM (Maquina de coordenadas) de mitutoyo.

El programa Geopak 500 de operación requiere los siguientes periferales:

- Una CMM de Mitutoyo.
- Un modulo de seguridad.
- Una computadora con processor de 286 o mas nuevo.
- Memoria RAM de 1 Mb.
- Un disco duro para la computadora de 40 o mayor de Mb.
- La capacidad de un disco floppy de 31/2 1.44 Mb.
- Un monitor VGA a color de 14".
- Teclado realzado de 101- teclas.
- Processor de matemáticas de tipo 80287 INTEL o mayor.
- Versión de sistema de operación DOS 3.3 o superior.
- Un impresor de tipo EPSON LX-810 o compatible.

Antes de poder medir en Geopak se necesita establecer el ambiente en el cual se representara por medio de:

- Definir la esfera de origen.
- Definir y calibrar el estilo (o estilos)
- Definir el sistema de coordenados.
- Seleccionar la conversión del sistema de coordenadas cartesiano o cilíndrico y definir los parámetros que gobernarán el formato de los datos.

La definición apropiada de la esfera es crucial para la exactitud de los datos medidos. El área sobre la mesa de la CMM donde se puede medir es definida como el volumen de medir. El sistema de coordenadas consiste de tres líneas numéricas mutuamente perpendiculares, (normalmente conocidas como eje-X, eje-Y, eje-Z) que proveen una forma de referencia para toda medición hecha dentro del volumen de medir.

Geopak 500 observa las siguientes conversiones para definir un MCS: del frente de la CMM, la dirección positiva del eje-x es hacia la derecha de la maquina, la dirección positiva del eje-y es hacia el fondo de la maquina y la dirección positiva del eje-z se aleja normal de la mesa hacia arriba.

Geopak 500 usa la definición de la esfera origen para re-localizar el origen del sistema de coordenados de la maquina así provee un cuadro estable para medir de una sección a otra siendo esta la función principal del MCS.

La práctica común es definir la esfera de origen con relación a un origen que corresponde al frente en la esquina de la CMM a mano izquierda. Si el origen del MCS siempre es situado en este local entonces, todas las mediciones que usen estilos calibrados darán el mismo resultado.

El palpador es un componente insertado en el brazo de la CMM. El estilo más simple de palpador es sólido y sus características mecánicas son rígidas y están unidas a una punta de medir, normalmente se le refiere como un estilo esférico palpadores sólidos que son hechos en varias configuraciones, todos ellos requieren el uso de un pedal de contacto para transferir los puntos medidos. El palpador de contacto es un instrumento más complejo este automáticamente transfiere puntos medidos al momento de contacto con la parte al registrarlos como puntos medidos. Los palpadores son disponibles en varios tipos que incluyen: verticales, horizontales y estrellar (un palpador que contiene estilos múltiples).

Las coordenadas de un punto medido son inicialmente registrados usando los números de posición del centro del estilo o puntal del palpador. Al momento que estos puntos son combinados para crear un elemento una corrección del radio del estilo es automáticamente ejecutada. Esto solo ocurre correctamente si el estilo fue apropiadamente calibrado.

Para que el medir tenga significado, la calibración debe ser ejecutada siempre que se cambie a un estilo nuevo o siempre que la relación de la esfera origen- palpador cambie. La dirección del estilo es realizada por medio de seleccionar uno de los 30 números de estilos posibles y luego calibrarlos. La calibración es realizada por medio de medir la esfera origen con el estilo nuevo.

Para definir el sistema de coordenadas en adición al MCS, Geopak 500 soporta sistema de coordenados que son creados y modificados por el operador. Estos sistemas de coordenados se le llama sistemas de coordenados de trabajo, son definidos para proveer a una parte específica una referencia de sus coordenadas de medir.

Estos son dos métodos que se usan para definir sistemas de coordenados en GEOPAK 500:

- Sistemas de coordenados pueden ser pre-definidos por medio de seleccionar patrones.
- Sistema de coordenados sin patrón.

Para la realización de las mediciones se trabajo con el sistema de coordenadas Plano-Línea-Línea el cual se establece por medio de:

- Definir un plano base de la parte y así, la dirección del eje Z.
- Definir una línea proyectada sobre el plano base y así, controlando la dirección del eje X.
- Definir una línea secundaria proyectada sobre el plano base y así el origen con la intersección del eje X. El eje Y se crea en una forma que queda sobre el plano base pasando por el origen, y perpendicular al eje X.

La regla de mano derecha se usa para definir la dirección de los ejes. Por ejemplo, cuando se definen los ejes X y Y, la dirección del eje Z se puede aplicar por medio de la regla de mano derecha. Para imaginarse este proceso, situé su mano derecha como un punto medio abierto sobre el origen con la parte trasera de la mano paralela con el eje X la punta de los dedos medio cerrados hacia el eje Y. Desde esta posición extienda en dedo pulgar hacia arriba. Al extender el dedo este corresponderá a la dirección positiva del eje Z.

Gráfico # 1

Valores mínimos, máximos, media y desviación estándar de los cuatro hidrocoloides irreversibles y modelo maestro en los puntos de medida de A-B, A-C, A-D, A-E.

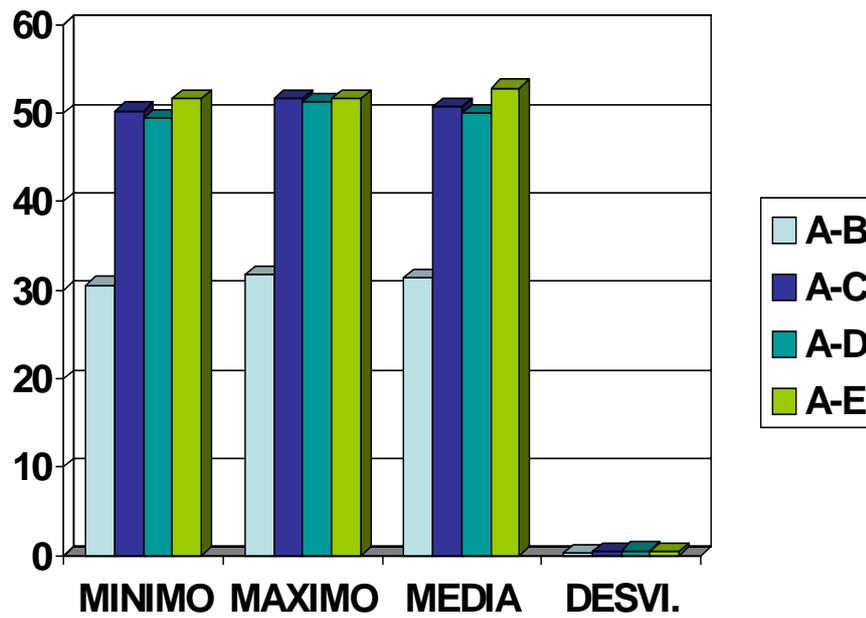


Gráfico #2

Análisis de variancia de los puntos de medida de A-B, A-C, A-D, A-E.

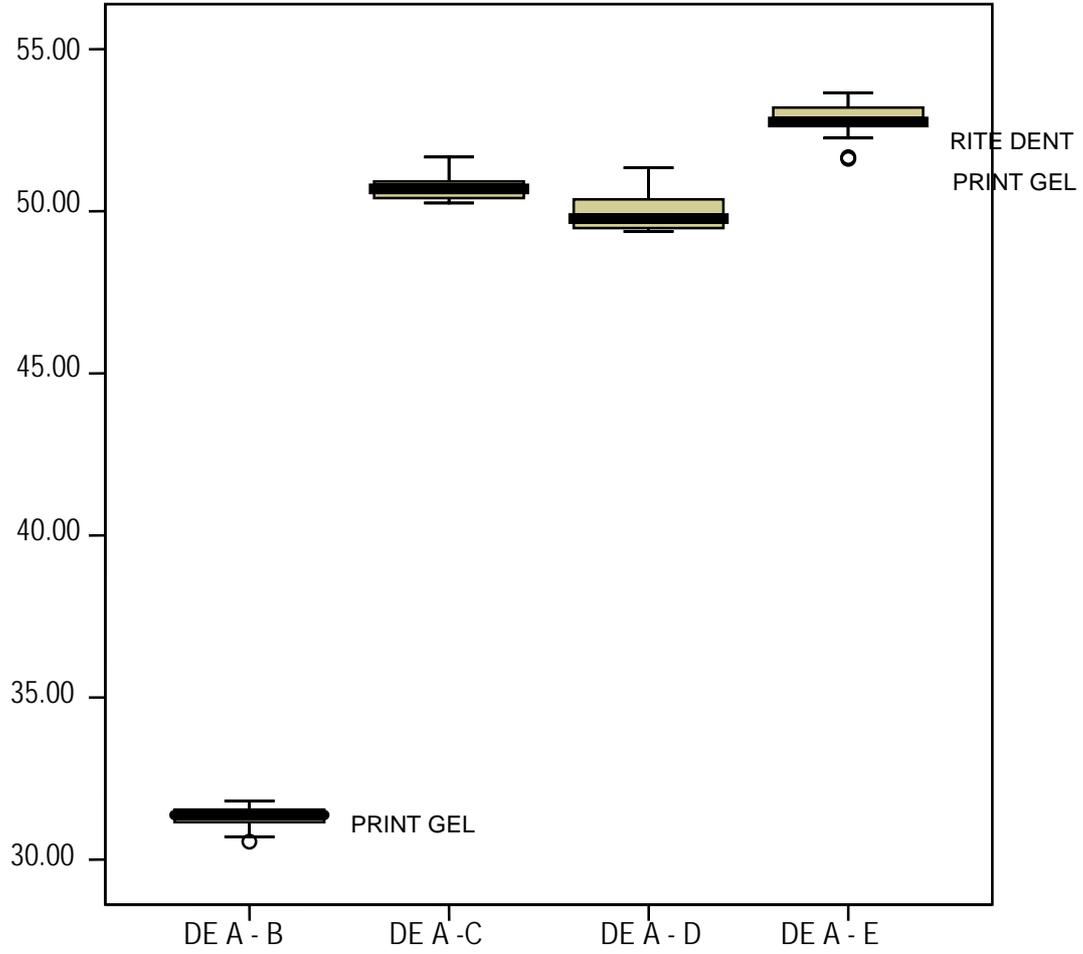


Gráfico # 3

Análisis Tukey HSD (diferencia verdaderamente significativa) del punto de medida A-D, de los cuatro tratamientos en comparación con el modelo maestro

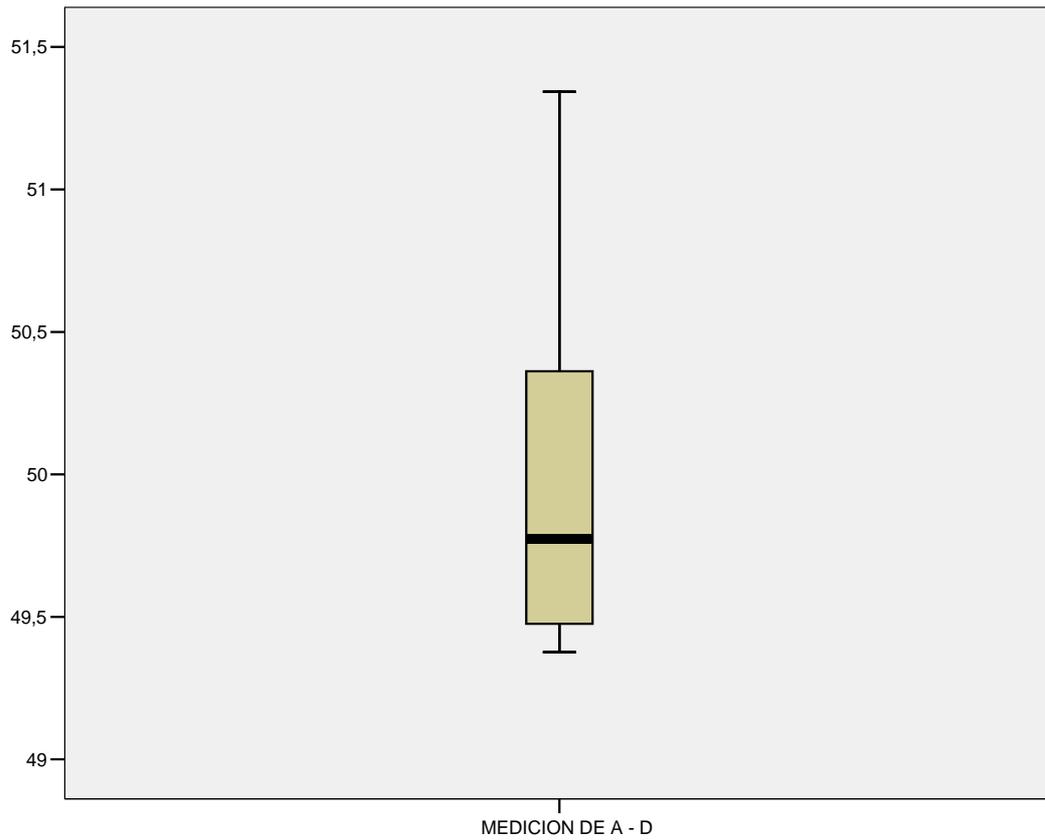


Gráfico #4

Valores mínimos, máximos, media y desviación estándar de los cuatro hidrocoloides irreversibles y modelo maestro en los puntos de medida de A-A¹, B-B¹, C-C¹

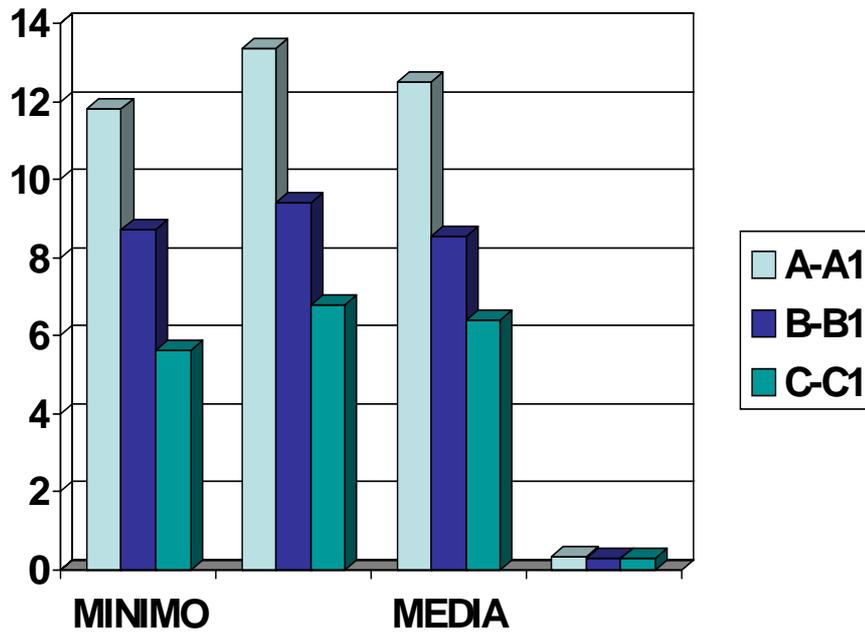
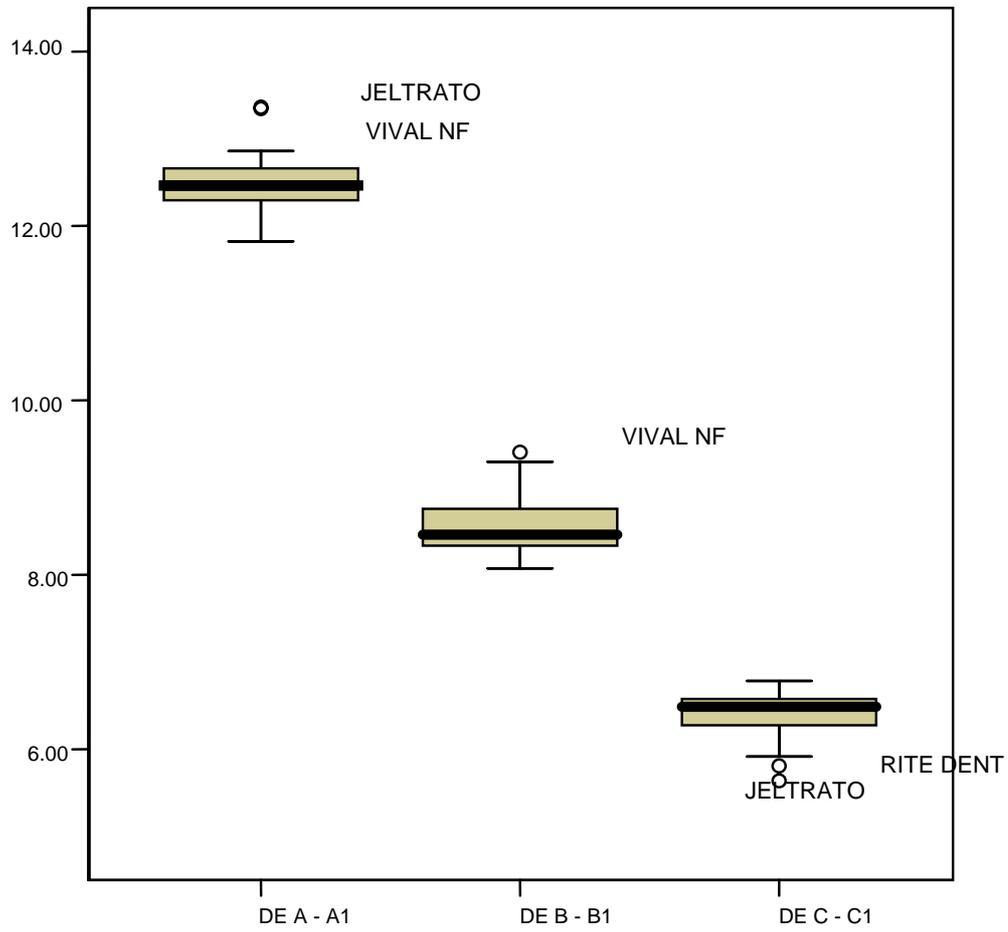


Gráfico #5

Análisis de variancia de los puntos de medida A-A1, B-B1, C-C1



MEDICIONES DE MODELOS CON CALIBRADOR POR
COORDENADAS MARCA MITUTOYO-DIGITAL, BH 305.

Modelos								
	A-B	A-C	A-D	A-E	B-C	A-A1	B-B1	C-C1
Modelo A1	31.166	50.9657	48.4764	53.0818	21.493	12.0897	8.6742	6.7963
	31.0419	50.8243	49.8169	52.0039	21.1214	12.376	8.6175	6.0121
	31.2477	50.9632	49.8347	53.1759	21.0745	12.0541	8.9739	6.0097
Promedio	31.1518667	50.9177333	49.376	52.7538667	21.2296333	12.1732667	8.7552	6.2727
Modelo B1	30.6663	50.2977	50.1498	52.5771	21.4604	12.4827	8.7068	5.8282
	30.778	50.2593	50.2854	52.9572	21.1713	12.3445	8.1382	5.9752
	30.6436	50.4861	50.9578	52.6071	21.3964	12.2982	8.1344	5.9445
Promedio	30.6959667	50.3477	50.4643333	52.7138	21.3427	12.3751333	8.32646667	5.91596667
Modelo B2	31.9793	51.5359	49.6245	52.4745	22.4351	12.0216	8.0881	6.2063
	31.0826	51.7389	49.6899	52.8835	22.2319	12.772	8.3049	6.6626
	31.0322	51.2814	49.1025	52.9373	22.1322	12.7295	8.5137	6.8617
Promedio	31.3647	51.5187333	49.4723	52.7651	22.2664	12.5077	8.30223333	6.57686667
Modelo B3	31.8016	50.2352	49.7385	53.0027	21.1642	12.5133	8.5636	5.7633
	31.1688	50.3848	49.6802	53.2526	21.2675	12.376	8.6451	5.8393
	31.6597	50.1385	49.2567	53.4666	21.1894	12.1892	8.4535	5.8203
Promedio	31.5433667	50.2528333	49.5584667	53.2406333	21.2070333	12.3595	8.55406667	5.80763333
Modelo B4	31.7882	50.1876	50.6415	53.2252	22.5386	13.4867	8.2192	6.1093
	31.8432	50.8533	50.314	53.1831	22.7298	13.3061	8.8581	6.9279
	31.0324	50.8780	50.3909	53.1814	22.4089	13.24	8.4474	6.0291
Promedio	31.5546	50.52045	50.4488	53.1965667	22.5591	13.3442667	8.50823333	6.35543333
Modelo B5	31.3861	50.7845	50.0071	53.0497	22.4615	12.1642	8.5151	6.6251
	31.0047	50.6724	50.1556	53.0903	22.0665	12.9797	8.4707	6.985
	31.6702	50.6859	50.374	53.3498	22.2818	12.511	8.3935	6.6259
Promedio	31.3536667	50.7142667	50.1789	53.1632667	22.2699333	12.5516333	8.45976667	6.74533333
Modelo C1	31.1676	51.5524	50.2806	52.1232	21.2665	12.7237	8.5713	6.9274
	31.9712	51.6741	50.0373	52.9942	21.2448	12.8712	8.3776	6.4786
	31.9242	51.1346	50.7673	52.9267	21.3259	12.8479	8.0451	6.9423
Promedio	31.6876667	51.4537	50.3617333	52.6813667	21.2790667	12.8142667	8.33133333	6.78276667
Modelo C2	31.1762	51.5173	49.5214	53.8246	22.1348	12.5643	9.3134	6.2679
	31.1504	51.6465	49.9157	53.4254	22.2368	12.2758	9.4302	6.5072
	31.7996	51.8556	49.8482	53.7097	22.5224	12.4658	9.4707	6.8411
Promedio	31.3754	51.6731333	49.7617667	53.6532333	22.298	12.4353	9.40476667	6.53873333
Modelo C3	31.4169	51.2131	50.454	53.0328	22.3363	12.7707	8.5318	6.5595
	31.4235	51.8644	50.2011	53.6033	22.5157	12.0864	8.0433	6.0136
	31.8942	51.2334	50.2795	53.0457	22.0813	12.742	8.429	6.6233
Promedio	31.5782	51.4369667	50.3115333	53.2272667	22.3111	12.5330333	8.3347	6.3988
Modelo C4	31.6536	50.7659	50.5947	52.5629	22.3782	13.65	8.2366	6.5437
	31.6975	50.4125	50.283	52.7105	22.4211	13.1881	8.5439	6.4308
	31.0743	50.6506	50.2324	52.2785	22.3001	13.2502	8.2421	6.4852
Promedio	31.4751333	50.6096667	50.3700333	52.5173	22.3664667	13.3627667	8.34086667	6.48656667
Modelo C5	31.0634	50.6062	51.3311	53.1463	22.2733	12.6049	8.2702	6.4701

	31.6861	50.8939	51.0511	53.6851	22.2395	12.9772	8.3761	6.2293
	31.2188	50.5716	51.3544	53.6659	22.5635	12.9932	8.5016	6.5168
Promedio	31.3227667	50.6905667	51.34275	53.4991	22.3587667	12.8584333	8.38263333	6.4054
Modelo D1	31.0853	50.9315	50.2014	51.9576	21.5378	12.0923	8.4221	6.84
	31.893	50.5167	50.2718	53.0966	21.3774	12.4594	8.2337	6.6982
	31.3391	50.355	50.372	52.6277	21.0355	12.3283	8.2243	6.495
Promedio	31.4391333	50.6010667	50.2817333	52.5606333	21.3169	12.2933333	8.29336667	6.67773333
Modelo D2	31.9158	50.11	49.8464	51.6089	21.0718	12.1791	8.5914	6.3974
	31.3869	50.1206	49.8791	51.6375	21.7588	12.0413	8.0208	6.8759
	31.523	50.8361	49.9211	51.5912	21.8693	12.9704	8.0424	6.4223
Promedio	31.6085667	50.3555667	49.8822	51.6125333	21.5666333	12.3969333	8.2182	6.5652
Modelo D3	30.6008	50.358	50.8456	52.0819	21.3844	11.8338	8.5833	6.3925
	30.9315	50.665	50.8238	52.7137	21.2742	11.8062	8.2163	6.4999
	30.7091	50.1892	50.9009	52.9654	21.2988	11.8263	8.8476	6.6077
Promedio	30.7471333	50.4040667	50.8567667	52.587	21.3191333	11.8221	8.54906667	6.50003333
Modelo D4	31.047	50.5449	50.4597	52.2962	21.6921	12.9773	8.5159	5.6535
	31.872	50.0795	50.3875	53.1259	21.2604	12.6671	8.1068	5.5753
	31.5958	50.249	50.359	52.8886	21.9159	12.3367	8.3748	5.6797
Promedio	31.5049333	50.2911333	50.4020667	52.7702333	21.6228	12.6603667	8.3325	5.63616667
Modelo D5	31.454	50.6114	49.1823	53.5838	21.647	12.4158	8.8265	6.0079
	31.7547	50.4087	49.8619	53.016	21.3686	12.4703	8.599	6.5776
	31.8756	50.6326	49.5342	52.9071	21.518	12.9517	8.6759	6.747
Promedio	31.6947667	50.5509	49.5261333	53.1689667	21.5112	12.6126	8.70046667	6.44416667
Modelo E1	31.9574	51.1781	49.4071	53.231	21.897	12.4808	9.3332	6.6396
	31.5022	51.6869	49.7786	53.2226	21.315	12.4579	9.1847	6.8569
	31.9575	51.4182	49.4409	53.7908	21.4372	12.451	9.3661	6.0746
Promedio	31.8057	51.4277333	49.5422	53.4148	21.5497333	12.4632333	9.29466667	6.5237
Modelo E2	30.3514	50.9191	49.6327	52.0141	21.7449	12.9867	8.3324	6.7264
	30.492	50.7908	49.3236	51.9301	21.6617	12.4601	8.9475	6.38
	30.8053	50.8173	49.5638	52.8125	21.5512	12.6478	8.301	6.5049
Promedio	30.5495667	50.8424	49.5067	52.2522333	21.6526	12.6982	8.52696667	6.5371
Modelo E3	31.6496	50.7307	50.6224	51.9548	22.1455	12.7399	8.9468	6.5443
	31.6298	50.2332	50.1583	51.6392	22.6507	12.8186	8.0664	6.6631
	31.0465	50.7226	50.164	51.4045	22.4682	12.3629	8.2579	6.7185
Promedio	31.4419667	50.5621667	50.3149	51.6661667	22.4214667	12.6404667	8.4237	6.64196667
Modelo E4	31.2457	50.4618	49.7061	52.645	22.3905	12.6835	8.0044	6.5745
	31.6661	50.064	49.8296	52.7615	22.4045	12.4851	8.1256	6.9004
	31.3077	50.5886	49.785	52.9697	22.8257	12.0955	8.0888	6.4796
Promedio	31.4065	50.3714667	49.7735667	52.7920667	22.5402333	12.4213667	8.07293333	6.6515
Modelo E5	31.5128	50.0079	49.3656	53.7893	21.8335	12.4866	8.8219	6.9006
	31.4901	50.8348	49.2359	53.2568	21.2918	12.8618	8.1327	6.5542
	31.0384	50.3304	49.826	53.9187	21.3665	12.993	8.3125	6.5578
Promedio	31.3471	50.3910333	49.4758333	53.6549333	21.4972667	12.7804667	8.42236667	6.67086667