



Universidad
Nacional
de Córdoba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POSGRADO

**“ANÁLISIS DE LA MICROFILTRACIÓN POR
DIGITALIZACIÓN DE IMÁGENES EN RESTAURACIONES DE
DIENTES TEMPORARIOS PREPARADOS POR
TUNELIZACIÓN HORIZONTAL”**

TESISTA:

OD. GRACIELA MÓNICA BAZÁEZ

DIRECTOR:

PROF. DRA. MARÍA ELENA SAMAR

CÓRDOBA, 2004



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



**ANÁLISIS DE LA MICROFILTRACIÓN POR
DIGITALIZACIÓN DE IMÁGENES EN
RESTAURACIONES DE DIENTES TEMPORARIOS
PREPARADOS POR TUNELIZACIÓN HORIZONTAL**

Trabajo de Tesis para optar al Título de Doctor en Odontología

GRACIELA MÓNICA BAZÁEZ

**DIRECTORA DE TESIS
PROF. DRA. MARÍA ELENA SAMAR**

T
D2
B346
9351

2004



COMISIÓN DE TESIS

(Resolución N° 145 / 99 del H.C.D.)

PROF. DRA. SOFÍA PARISI DE FABRO

PROF. DR. OMAR A. GANI

PROF. DRA. EMILIA NOEMÍ CHENA

DEDICATORIAS

A mi Padre Norberto, por su gran amor, ejemplo, enseñanzas y por ser quien me incentivó para realizar este trabajo;

A mi Madre Carmen, por acompañarme y comprenderme;

A mi Hermana Rosita, por brindarme su amor, guiarme y protegerme;

A mi Hermano Norberto, por su gran corazón y enorme bondad;

A Carlos, por su invaluable esfuerzo y colaboración;

A Adriana, por compartir esta ilusión;

A Constanza y Natalia, por el apoyo incondicional en todo momento y sus valiosos aportes;

A Gastón, Marcelo y Analía, por el cariño, asesoramiento y colaboración;

A Guillermo por su apoyo y colaboración;

A Teresita por su apoyo;

AGRADECIMIENTOS

- A la Directora de mi Tesis, Prof. Dra. María Elena Samar, por el asesoramiento brindado, inculcándome la autocrítica y superación permanente;
- A los Sres. Miembros de la Comisión de Tesis, Prof. Dra. Sofía Parisi de Fabro, Prof. Dr. Omar A. Gani y Prof. Dra. Emilia Noemí Chena, por la profesionalidad e idoneidad brindada;
- Al Sr. Decano de la Facultad de Odontología U.N.C., Prof. Dr. Nazario Kuyumlián; por su constante apoyo y preocupación para concretar este trabajo;
- Al Vicedecano de la Facultad de Odontología U.N.C., Prof. Od. Miguel Angel Cabanillas, por guiarme y orientarme en esta investigación;
- A la Dra. Gabriela Cabanillas, por compartir la realización de este trabajo;
- Al Director de la Escuela de Graduados de la Facultad de Odontología U.N.C., Prof. Dr. Rubén Ulfohn por su responsabilidad y disposición;
- Al Presidente y Vicepresidente del Colegio Odontológico de la Provincia de Córdoba, Prof. Dres. Carlos Bornancini y Ricardo Bachur por su apoyo;
- A mi asesor en esta investigación, Sr. Héctor Gelatti, por su valioso e innovador aporte a la misma y la supervisión cuidadosa de cada uno de los pasos de esta investigación;
- A Ariel e Ivana Gelatti, por sus conocimientos y generosos aportes en el área técnica;
- A la Dra. Liliana Menis de Mutal, por sus relevantes sugerencias e incondicionalidad;

- Al Prof. Dr. Luis Battellino, por su generoso aporte y destacado asesoramiento;
- A la Dra. Valentina Ulver de Beluatti, por su importante colaboración;
- Al Dr. José Luis Cuello, Od. Miriam Pasquini y Od. Karina Bertolotto por su apoyo;
- Al Ing. Roald Pittau y su esposa Od. Cristina Castro de Pittau, por su destacada disposición y colaboración;
- Al Sr. Alejandro Minghetti, por el aporte brindado;
- A las Bibliotecarias de las Facultades de Odontología y Ciencias Médicas, por su ayuda en la búsqueda bibliográfica;
- Al Prof. Dr. José Atilio Palma, por su disposición y cooperación en la evaluación estadística;
- A la Prof. de Inglés de la Escuela de Graduados, Sra. Blanca M. Balma; por sus conocimientos y asesoramiento brindado;
- A los Docentes de la Facultad de Odontología U.N.C, Prof. Dr. Luis Augusto Olmedo, Dra. Ruth Ferreyra, Dra. Nora Brasca, Prof. Dra María del Carmen Urquía Morales por sus aportes y experiencias;
- Al Sr. Ricardo Reyna, por colaborar en el diseño gráfico del proyecto de investigación;
- Al Sr. Darío Doroschenco, por su aporte en la compaginación del material;
- Al Sr. Dino Brocanelli, Licenciado en Computación-Área Informática de la Facultad de Odontología U.N.C., por la orientación y asesoramiento brindado;
- A mis alumnos por su energía y entusiasmo;
- A todos aquellos que hicieron posible la concreción de esta tesis, mi mayor gratitud.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MATERIALES Y MÉTODOS	23
RESULTADOS	83
DISCUSIÓN	120
CONCLUSIONES	135
RESUMEN	136
SUMMARY	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	138



I. INTRODUCCIÓN

Desde épocas remotas, la práctica odontológica se ha enfrentado con la necesidad de solucionar las alteraciones de los tejidos duros dentarios producidas por caries u otros tipos de lesiones.

Estas lesiones comprometen al hombre en diferentes edades, tanto en la población adulta como en la infantil.

Basándonos en la clasificación etiológica de Black, donde se clasifican los elementos dentarios y las superficies donde se ubican las lesiones, nos referiremos específicamente a las que se encuentran en las superficies proximales, que resultan de alteraciones producidas por la aposición de placa bacteriana sacarosa dependiente (Black y Williams, 1960), localizadas entre el borde gingival de la relación de contacto y el borde libre de la papila interdientaria.

Cuando una lesión cariosa ha avanzado en el espesor de los tejidos y es imposible conseguir su estabilización mediante la remineralización, se hace necesario eliminar el proceso patológico y con ello la parte del diente que se ha deteriorado para ser reemplazado por un material de restauración (Mount, 1999).

El abordaje del tejido patológico se efectuaba, la mayoría de las veces, a través de estructuras y tejidos completamente sanos, donde se destruían reparos anatómicos de gran importancia, como son el reborde marginal y la relación de contacto, coordinadores ambos de una oclusión correcta. Para evitar estos daños se crearon las cavidades de clase II sin apertura oclusal, (Cuello, 1978), que se ilustran en la Figura 1.

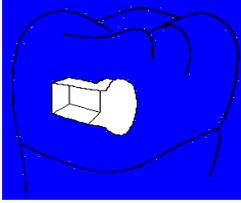


Figura 1: Diseño de la cavidad de Clase II sin apertura oclusal.

Estas cavidades, denominadas en ojo de cerradura, fueron preconizadas por Schultz y Charbeneau (1966) y permitían resolver los problemas clínicos que plantea la caries emplazada en las caras mesiales y/o distales de elementos posteriores, en pacientes con enfermedad periodontal avanzada y posicionada en la unión del cemento con el esmalte, lugar de higiene muy dificultosa de efectuar. (Figura 2).

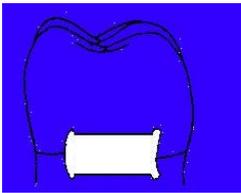


Figura 2: Diseño de preparación de Schultz y Charbeneau.

Con posterioridad las cavidades clase II sin apertura oclusal fueron modificadas por Uribe Echevarría y Cuello (1990) (Figura 3).

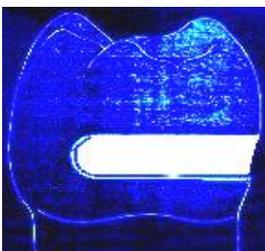


Figura 3: Diseño de preparación modificada por Cuello y Uribe Echevarría.

Esto confirma lo expuesto por Hunt (1984), quienes resaltan la importancia de optar por la conservación de la estructura dentaria, un factor valioso para obtener el éxito a largo plazo con cualquier restauración, destacando que han sido la mayor preocupación de la odontología restauradora (Mc Lean y Wilson, 1980).

En la actualidad, las preparaciones de Clase II por tunelización horizontal se realizan con materiales adhesivos a la superficie dentaria lo que, sumado a los conceptos previos, determinaron que fueran pertinentes para la elección de estas cavidades en nuestro trabajo.

Actualmente se las incluye dentro de las cavidades llamadas "microconservadoras o minirestauración", constituyendo una evolución moderna de procedimientos preventivos tradicionales que comenzaron a aplicarse en la década del 30.

Siempre fue un desafío en la profesión odontológica en lo que se refiere a la restauración tanto de dientes permanentes como temporarios, la necesidad de obtener función y estética natural con un daño mínimo a la estructura sana restante.

Como los demás procedimientos odontológicos, que son considerados de alta precisión, para aplicar los procedimientos restauradores en dientes primarios se deben conocer sus características histológicas y anatómicas. Por este motivo es de relevante importancia detenerse en el estudio, realizado por autores como Mc Bride (1955), sobre la morfología de los dientes temporarios, en las superficies de sus caras proximales.

Los elementos dentarios temporarios son de menor tamaño que los elementos dentarios permanentes, en cuanto a su dimensión vertical; las coronas más bajas y más redondeadas con evidentes cíngulos palatinos o linguales que les confieren un aspecto globoso; la región cervical es más voluminosa y la unión amelocementaria muy

marcada. Las raíces de los molares son divergentes y ligeramente curvadas para poder alojar los gérmenes de los molares en desarrollo, son más cortas que la de los dientes permanentes. Las cámaras pulpares son grandes y existen amplios conductos radiculares, presentando de tres a cinco cuernos pulpares prominentes (Gomez de Ferraris y Campos Muñoz, 1999).

La calidad y la cantidad de esmalte presentada, con menor espesor y la mayor cantidad de sustancia orgánica, favorece la abrasión de las superficies oclusales y por lo tanto compensa la forma en que funciona el sistema evitando interferencias puntuales, que sí serían lesivas para ese tipo de organización (Alonso, 1999).

En referencia a la distribución y el ordenamiento de los prismas en los dientes primarios, esto se torna a veces difícil de observar por la existencia, en la superficie externa, de esmalte aprismático. No obstante, sigue siendo semejante en ambos tipos de dientes, la disposición de cristales de hidroxiapatita en el seno de los prismas.

El esmalte de la dentición primaria está constituido estructuralmente por las mismas entidades histológicas que caracterizan al diente permanente. (Figura 4).



Figura 4: Esmalte de molar temporario, corte buco-lingual.

Histológicamente, la dirección de los prismas del esmalte, en gingival, tiene dirección ascendente hacia oclusal; y en oclusal es perpendicular al límite amelodentinario y a la superficie externa de la pieza. Si se cumplen adecuadamente los principios de la preparación de cavidades para dientes temporarios, la exposición mecánica de la pulpa no constituirá un problema (Mc.Donald y Avery, 1990).

(Fonseca y col, 1996), mencionan a Meyer, quien describió una zona en la porción más profunda del esmalte, interpretando que en ella la sustancia interprismática se presenta como una lámina continua al no diferenciarse prismas, denominándola "membrana limitans". También a Kanner, que la describe como una verdadera barrera para los colorantes, en cortes por desgaste y descalcificación, siendo una estructura homologable a la "membrana limitans" y por último a Provenza, quien describió que el sector base de todos los prismas del esmalte o esmalte en contacto con dentina, no muestra clara diferenciación, detalle por el cual lo denominó "esmalte aprismático". Es una banda de esmalte que carece de prismas y que en el diente primario rodea toda la corona. Su espesor es de 30 μm y en el mismo los cristales de hidroxiapatita, densamente agrupados, se disponen perpendiculares a la superficie, paralelos unos a otros (Ferraris y col, 1996).

Es importante destacar que, como ocurre en los dientes permanentes, las superficies del esmalte raramente son lisas, uniformes. El examen microscópico revela ranuras, depresiones e irregularidades asociadas con su formación.

Wheeler (1974) enumeró las siguientes diferencias morfológicas entre dientes temporarios y permanentes.

1. Coronas de los temporarios: son más anchas en sentido mesio distal en relación con su altura coronaria que en dientes permanentes.
2. Raíces de los dientes anteriores temporarios: son estrechas y largas en comparación con el ancho y la altura de la corona.
3. Raíces de los molares temporarios: son relativamente más largas y delgadas que las raíces de los permanentes. También hay, en las piezas temporarias, una mayor extensión mesiodistal de las raíces. El achatamiento" incrementa el espacio entre las raíces, que posibilita el desarrollo de las coronas de los premolares.
4. Cresta cervical adamantina del tercio cervical de las coronas de los dientes anteriores: es mucho más prominente hacia vestibular que en los dientes permanentes.
5. Coronas y raíces de los molares temporarios: son más delgadas en sentido mesiodistal a nivel del tercio cervical que en los molares permanentes.
6. Cresta cervical en la cara vestibular de los molares temporarios: es mucho más definida, en especial en los primeros molares superiores e inferiores, que en los molares permanentes.
7. Superficies vestibular y lingual de los molares temporarios: son más planas sobre las curvaturas cervicales que en los molares permanentes, haciendo así más estrecha la superficie oclusal en comparación con las de los molares permanentes.
8. Los dientes temporarios son usualmente de tono más claro que los permanentes.

La principal característica diferencial radica en los espesores de los tejidos duros, que son sensiblemente menores en los elementos primarios.

En ellos el esmalte tiene un espesor uniforme aproximado de 1mm,

que termina abruptamente a nivel del cuello dentario, por lo que la forma de las coronas es globosa con una marcada constricción cervical. En los molares, las caras vestibulares y linguales son extremadamente convergentes hacia oclusal, lo que resulta en caras oclusales muy estrechas, situación más pronunciada en los primeros que en los segundos (Preliasco, 1966).

La relación de contacto entre las piezas primarias se efectúa a través de facetas anchas, aplanadas y ubicadas gingivalmente lo que dificulta el diagnóstico clínico precoz de las caries incipientes proximales, (Biondi y Cortese, 1998).

Las diferencias entre las piezas primarias y permanentes, marcan las diferencias entre las preparaciones cavitarias de ambas.

En referencia a los materiales restauradores, Leinfelder (1981) concluye que los principales problemas asociados al uso de esos materiales se relacionan con la pérdida de los contactos interproximales, espacios o porosidades macroscópicas y sensibilidad pos-operatoria.

Es muy difícil mantener una adhesión estable debido a que los materiales de obturación tienen cambios volumétricos per sé, sumado a los cambios mecánicos, dimensionales y térmicos de la dinámica bucal.

Marks y col (1999) fueron los primeros en resaltar la utilización de las resinas compuestas para la restauración de molares deciduos.

Por otra parte, desde hace más de un siglo las amalgamas dentales representan la imagen característica de la Odontología. Sin duda alguna el uso generalizado de las mismas para la restauración de lesiones de caries en dientes posteriores ha permitido que muchos pacientes conserven sus dientes durante períodos de tiempo más prolongados, con un material seguro, confiable y predecible (Rory, 1997).

No obstante ser la amalgama un material que representa a la operatoria dental desde hace más de cien años, se ha intentado encontrar materiales alternativos por diversos factores, relacionados con:

a) la biocompatibilidad asociada a la presencia de mercurio; **b)** la evolución de los criterios preventivos y adhesivos; y **c)** la creciente y vertiginosa demanda de la odontología estética.

La cantidad de vapor de mercurio en microgramos que puede liberarse en una boca con muchas restauraciones de amalgama (1,7 μm en 24 horas) es inferior al límite mínimo de toxicidad del mercurio aceptado mundialmente y es de diez a veinte veces inferior al mercurio que muchas poblaciones ingieren diariamente en los alimentos (Kohen y Abate, 1998).

Osborne y col (1997) han expresado que a pesar de su estética desfavorable, en los Estados Unidos se colocan más de cien millones de restauraciones de amalgama por año, siendo el material restaurador más utilizado en todo el mundo (Leinfelder, 1983), debido a algunas características positivas del material, como son su fácil manipulación, siendo un material poco sensible a las variables manipulativas (Mondelli, 1995); único material "autosellante", esto es la capacidad de sellado marginal con el correr del tiempo, debido a depósito de productos resultantes de corrosión (óxidos) en la interfase diente/restauración (Pinto, 1997); material restaurador directo con la mayor resistencia al desgaste (Cardoso, 1994); posible longevidad debido a la experiencia de más de un siglo, siendo una media en alrededor de 20 años de uso en la cavidad oral. Costo relativamente bajo, factor relevante.

Sin embargo, presenta también algunas desventajas: Está contraindicado en áreas en la que la estética esté involucrada; No se

une al diente, por lo tanto necesita de una preparación cavitaria retentiva que lleva invariablemente al desgaste de la estructura dentaria, con disminución de la resistencia del elemento dental como un todo y la presencia del mercurio en su composición siempre genera una serie de cuestionamientos, sea debido a su toxicidad o por la contaminación ambiental.

En elementos temporarios, las aleaciones indicadas por su mayor resistencia inicial son las de endurecimiento rápido y de partículas esféricas. Asgar (Brasca, 2002) fue el primero en diseñar en 1971 una aleación de partículas totalmente esféricas, las que poseen reducidos porcentajes de deformación plástica (creep), disminuyen las posibilidades de corrosión como así también de deterioro marginal, si bien son difíciles de condensar y requieren mayor cantidad de mercurio para su amalgamación.

Craig y col (1985) sostienen que la amalgama es incapaz de adherirse al esmalte y a la dentina debido a la presencia de mercurio en su estructura. Dada la elevada tensión superficial de un líquido metálico como el mercurio, evidentemente no se puede pretender que la amalgama se una al diente a nivel microscópico o químico por sí misma.

Requiere de una correcta preparación cavitaria para lograr la mejor adaptación y sellado a nivel de la interfase, ya que no se adhiere a la estructura dentaria, originándose por ello la microfiltración marginal.

Con el uso de los sistemas adhesivos, hubo una disminución de la microfiltración marginal inicial. Utilizada la técnica de amalgama con adhesivos puede también disminuir el desgaste de la estructura dentaria y de esta forma reducir, indiscutiblemente esas desventajas de la amalgama (Fíalo y col, 2000).

En las restauraciones de amalgama realizadas con estos adhesivos se logra una mejor adaptación del material a las paredes cavitarias,

se mejora el comportamiento mecánico del remanente dentario y un sellado marginal adecuado con ausencia de filtración (Urquía Morales y col, 1996) en relación a las restauraciones con técnica convencional.

Además, esto contribuye a integrar ambas estructuras mejorando el comportamiento mecánico del remanente dentario y disminuyendo la posibilidad de filtración marginal.

Si la amalgama es condensada sobre una capa orgánica obtenida por polimerización de un monómero como la utilizada para la adhesión de las resinas reforzadas, antes de su endurecimiento y previamente ha sido preparada la dentina conformando la capa híbrida, es posible integrar la amalgama a la estructura dentaria de la misma manera que aquellas (Macchi, 1999; Tay y col, 2004).

La principal unión que se logra entre los sistemas adhesivos de autocurado o duales y la amalgama es fundamentalmente de tipo micromecánica, a pesar de que la fuerza adhesiva se verá aumentada al utilizar productos que presenten alguna unión de tipo química a los óxidos metálicos (covalente o iónica), como el éster fosforato di Bis-GMA o el 4 Meta/MMATBB.

Durante los últimos años se han investigado y desarrollado a nivel industrial nuevos materiales que se presentan en el mercado con el objetivo de reemplazar las amalgamas dentales. Comenzando con los composites híbridos, siguiendo con los compómeros y llegando a nuestros días con los nuevos Composites condensables (Kohen y Abate, 1998).

Entre los materiales restauradores, las resinas compuestas, presentaron la mayor evolución tecnológica. La introducción de las resinas compuestas fotopolimerizables representó un marco en la operatoria dental, por presentar mayores ventajas, entre ellas:

menor tiempo de trabajo, resistencia y estabilidad de color, como también presentar menor grado de porosidad comparado con las resinas autopolimerizables.

Otro de los hallazgos es que han estimulado un cambio en el modo de abordar y restaurar los dientes posteriores, preservando la estructura dental sana, y tornando los procedimientos de preparación y restauración más simples y, especialmente, prolongando la vida útil del elemento dentario.

Las resinas reforzadas son consideradas cada vez más el material líder de alternativa para sustituir a la amalgama según lo documentan trabajos de (Barrancos Mooney, 1996) y otros investigadores (Kohen, 2000; Sakaguchi y col, 2004).

Esos desarrollos han permitido que clínicos e investigadores proyecten enfoques más conservadores. Uno de esos enfoques conservadores es la restauración preventiva de resina (Hunt, 1990).

Antonucci y col. (Brasca, 2002), introdujeron un material en el que se pretendía combinar las mejores propiedades de los ionómeros y los composites, apareciendo así el concepto de compómeros.

Los compómeros no son ionómeros vítreos, sino resinas reforzadas (composites) fotopolimerizables con algunas diferencias respecto de las resinas o composites tradicionales (Hickel y col, 1988; Zantner y col, 2004).

Otros conceptos dicen que es un material restaurador de resina poliácida modificada, fotopolimerizable, radioopaco, que resulta de la modificación química de la estructura de un composite pero acercándolo significativamente a la ventaja de los ionómeros vítreos.

Edelberg (1997) menciona que "es una resina fotopolimerizable, que una vez polimerizada adquiere alguna de las propiedades de los ionómeros vítreos".

Luego de polimerizado, y en función de un tiempo de exposición a la humedad de la cavidad bucal, el compómero experimenta una serie de reacciones químicas que le permiten una transformación en estado sólido mediante la cual es capaz de incorporar características propias de un ionómero vítreo, específicamente la capacidad de liberar fluoruros.

En la composición del compómero, como se puede apreciar, a la tradicional resina reforzada, Bis-GMA, se le ha agregado una resina constituida por un monómero ácido, es decir que ese monómero contiene en su molécula grupos ácidos (CO.OH), además de los grupos C=C que son los que le permitirán polimerizar cuando se rompa esa doble ligadura (Henostroza, 2003).

También se encuentra presente una resina elastomérica, es decir un monómero que al polimerizar le otorgará al material la capacidad de experimentar una ligera deformación elástica (deformación no permanente, sino recuperable) cuando se vea sometido a la acción de cargas o fuerzas ejercidas sobre él.

Cuando estos materiales aparecieron en el comercio, se pretendía utilizar un producto con la adhesión del ionómero vítreo, en donde la adhesión del material al diente se producía mediante uniones iónicas entre los grupos fosfato hidrofílicos del PENTA y el calcio de la hidroxihapatita; también adhesión entre el monómero hidrofílico TCB, producto de la reacción entre el ácido tetracarboxílico-butano y el 2 hidroxietil-metacrilato HEMA, que se encuentra en el material de restauración), por eso no era indicada la técnica de grabado ácido. Si bien la indicación original de los fabricantes era no realizar el biselado del esmalte y el grabado con ácido fosfórico al 37%, se recomendaba realizar estos procedimientos, especialmente cuando es muy importante el componente adamantino en la preparación que vamos a restaurar.

El adhesivo monoenvase es fotopolimerizable y en su composición se integra un vehículo, generalmente acetona o agua, con monómeros hidrofílicos(HEMA) y elementos adhesivos.

El compómero no contiene agua, el componente esencial para el ionómero vítreo. Por lo tanto, una vez polimerizado, los grupos ácidos del ahora polímero ácido (CO_2OH) pueden incorporar agua de la humedad de la cavidad bucal y así se producen los grupos carboxílicos(CO_2O^-) que pueden efectuar la reacción ácido-base con el vidrio que rellena el material.

En consecuencia, el compómero presenta dos reacciones químicas definidas: la reacción de fotopolimerización de la resina, llevada a cabo por el odontólogo y que le permite realizar la restauración de la pieza dentaria afectada y luego, después de efectuada la restauración, la reacción ácido-base, verdadera transformación en estado sólido, cuando el material incorpora agua del medio bucal. Esta última reacción es lenta y se lleva a cabo durante los 90 días posteriores a la realización de la restauración, mediante un proceso de difusión química y de sorción acuosa.

Estas reacciones tienen implicancia en el comportamiento clínico del material y es necesario que el profesional esté al tanto de las transformaciones del compómero para establecer con precisión sus indicaciones y para proceder en consecuencia ante cualquier modificación volumétrica que experimente el material.

Al ser una resina reforzada o composite, el compómero se presenta en la forma de una pasta envasada en jeringas, compules o dispensadores unitarios, según los distintos productos comerciales, los mismos están envasados en blisters de aluminio herméticamente cerrados para prevenir la exposición del producto a la luz y a la humedad.

En cuanto a las resinas condensables, han tenido como base un compuesto llamado PRIMM, M.E.D. USA. PRIMM (Polimeric Rigid Inorganic Matrix Material), un compuesto formado por una resina BIS-GMA o UDMA y un componente cerámico de relleno - ilumina y bióxido de silicio - con una disposición estructural diferente a los rellenos de las resinas híbridas conocidas.

Las fibras cerámicas del PRIMM están organizadas e interconectadas, formando una red a manera de esqueleto rígido. Las fibras son silanizadas por el fabricante y son infiltradas en los espacios que quedan entre ellas por las resinas ya mencionadas. En el momento de la polimerización la contracción se hace en dirección de las paredes de las fibras, las que actúan como un límite a la contracción.

Igualmente, la estructura con las características ya descritas mejora las propiedades físicas del compuesto, lo que se traduce en una mayor resistencia al desgaste. Luego de la apropiada silanización de la red cerámica, los espacios tridimensionales son rellenos por una resina mejorada basada en BIS-GMA o dimetacrilato de uretano.

El resultado final es una red tridimensional de fibras cerámicas ultra finas y una fase continua de polímeros.

El análisis con microscopía electrónica de barrido muestra que las distancias entre las fibras pueden situarse en el rango de los 10 a 50 μm .

Para mejorar la condensación de este material y utilizarlo como restaurador, la dimensión de la red debe encontrarse entre los 150 a 200 μm ., luego de la infiltración de esta estructura fibrosa con una resina monomérica y microrelleno, la masa completa toma una viscosidad similar a la de una amalgama recién triturada.

El término Composites Condensables se utiliza para designar a una nueva categoría de materiales fabricados con mejoras significativas

en lo que respecta a su viscosidad, resistencia al desgaste y manipulación.

El término condensables es incorrecto, porque en realidad es un empaquetado o eliminación de vacíos entre las moléculas componentes, lo que hacemos al atacar al material, por esto las denominamos compactables. Una restauración que tiene menos espacios vacíos es más fuerte y resistente al desgaste.

Son materiales que poseen una elevada viscosidad y se pueden trabajar casi igual que una amalgama, lo que permite una excelente reproducción de la relación de contacto. Se emplean como materiales alternativos de la amalgama.

El hecho de que ningún material de obturación se adhiera totalmente a los tejidos dentarios, es la causa fundamental de que exista un menor o mayor grado de filtración en los márgenes de la restauración.

El éxito clínico de las restauraciones depende, entre otras cosas, de un correcto sellado entre el material restaurador y los tejidos dentarios (Perálvarez y col, 2001).

La habilidad de los materiales restauradores de sellar el margen de la preparación cavitaria es crítico en los procesos de restauración (Charlton y col, 1992).

Se conoce como microfiltración al fenómeno de penetración de un líquido o colorante en un espacio capilar, generado por dos superficies disímiles, material y pared cavitaria, lo que permite la penetración de fluidos entre ambos, produciendo el ingreso de bacterias, fluidos, moléculas, iones dentro de las grietas que pueden producir sensibilidad, decoloración marginal, y caries secundarias (Tung y col, 2000; Gallardo-López y col, 2004). (Figura 5).



Figura 5: Corte vestibulo palatino de una muestra, restaurada con amalgama, con microfiltración marginal.

En cuanto a los factores negativos, citamos entre ellos agentes físicos del medio externo (ciclaje térmico y eléctrico), químicos (toxicidad de algunos materiales) y biológicos (microfiltraciones).

Cuello (1978), indica que a nivel de esmalte los valores demuestran una muy buena unión, pero allí precisamente se observan fallas adhesivas por la fragilidad que presenta el esmalte; estas numerosas microfracturas producen los fenómenos de percolación.

La integración y la continuidad entre la estructura del material restaurador y la estructura dentaria evita la presencia de interfases en las que puedan introducirse los componentes del medio bucal, es decir que permite alcanzar el denominado sellado marginal en la restauración.

En el caso de la amalgama, la misma filtración posibilita la oxidación y formación de productos de reacción de los componentes de la amalgama con los iones provenientes del medio bucal.

Esto determina que la interfase rechace el agua y que en la restauración de amalgama la posibilidad de filtración marginal disminuya con el tiempo. (Barrancos Mooney,1999). Siendo este material el que menos filtra, con el correr del tiempo, según Macchi, (citado por Urquía, 1992).

Los fenómenos de filtración marginal, como consecuencia son menos evidentes en las restauraciones de amalgama que llevan años de servicio en la boca, que en otras recién terminadas.

Por la acción del frío y del calor, los márgenes de la obturación se abren y se cierran dando como resultado una percolación, que puede llegar hasta 25 μm y que a medida que pasa el tiempo, disminuye como consecuencia del depósito de los productos de corrosión- sulfuros metálicos- y de los materiales salivares que ocupan la interfase marginal (Priotto, 1980).

En el caso de los sistemas resinosos, con la técnica de grabado ácido que permite la introducción de un agente de enlace en los microporos creados y la polimerización en capas reducidas del material se logra compensar la contracción de endurecimiento de las resinas, contribuyendo a minimizar los inconvenientes clínicos que la percolación trae aparejada y que representa un verdadero desafío para la Operatoria Dental (Lillo, 1991).

Los procedimientos restauradores con tecnología adhesiva tienen por objetivos fundamentales sellar la interfase y minimizar la microfiltración (Brasca y Urquía Morales, 2003). Se evita la formación de grietas y consecuentemente, la penetración de bacterias y fluidos orales, que posibilitarían la sensibilidad pos-operatoria, como así también potenciar la reincidencia de caries (Lopes y col, 2001).

Cuando la contracción de polimerización no puede ser compensada por la adhesión en el margen cavosuperficial, la restauración se despeg a este nivel facilitando la presentación de uno de los problemas más graves de la odontología conservadora: la microfiltración, la cual puede llevarnos a largo plazo a la recidiva de caries, y por lo tanto al fracaso de la restauración (Conesa, 2000).

Preocupados sobre la filtración en la interfase material restaurador -

diente, es que nos propusimos estudiarla como eje conductor en dientes deciduos.

Tradicionalmente a las muestras preparadas, observadas y microfotografiadas, se les registraba el grado de penetración longitudinal del colorante en la interfase pared cavitaria material de obturación, de acuerdo a una escala de valores establecida, motivando nuestro interés por realizarlo en base a los avances tecnológicos, aplicando un programa de análisis y digitalización de imágenes, que nos permitiera medir específicamente cada una de las zonas microfiltradas, realizar los registros correspondientes, analizarlos y visualizarlos aplicando un analizador tridimensional. (Smith y col, 2001; Mc Keown y col, 2002; Koo y col, 2003).

La primera generación de equipos de análisis de imagen, comienzan con sistemas analógicos considerados como la primera generación de equipos para llevar a cabo operaciones de análisis de imagen (Samar y col, 2000). El primer equipo con funciones de análisis de imagen que salió al mercado en 1963, denominado QTM-model A (Quantitative television microscope model A) fue impulsado por la industria metalúrgica para mejorar los controles de calidad y realizar mediciones de la cantidad de mineral contenido en un determinado filón. Los sistemas empleados en estos equipos se basaron en el principio del geólogo francés Delesse 1848 que permite medir sólidos irregulares a partir de secciones de los mismos, determinando superficie así como su grosor. Sumando todas las superficies y multiplicando por el grosor de las mismas se obtiene el volumen. Posteriormente, este principio fue aplicado con éxito para la determinación de volúmenes ocupados por estructuras histológicas, calculando la superficie ocupada por todas las secciones integrantes obtenidas de forma seriada y multiplicando por el grosor medio de las mismas.

Con este tipo de algoritmos empleados primero en equipos analógicos sin memoria propia (no almacenaba las imágenes adquiridas) y posteriormente en equipos digitales se inicia la era del análisis de imagen computarizado.

La segunda generación corresponde a los sistemas digitales, que aparecen al final de 1969. El primero de ellos, Quantimet 720, tenía capacidad para captar imágenes con 64 niveles de grises (6-bits) aunque hacía inviable su almacenamiento y los cálculos de pasar por los componentes del sistema.

En 1974 Leitz desarrolla el concepto de análisis de texturas y morfometría matemática y que supuso un gran avance con la introducción de los conceptos de erosión y dilatación. En 1977, Joyce Loebel introduce la tercera generación de equipos digitales de análisis de imagen con el equipo denominado Magiscan 1. Caracterizada porque los cálculos sobre la imagen no pasan por los componentes del sistema es decir se sustituye el equipo (hardware) por el programa (software) (Mall y col, 1997; Dinato y col, 2003).

Al principio de los años 80 el desarrollo de la tecnología informática permite la introducción de la cuarta generación de equipos como Magiscan 2, que tiene la posibilidad de generar cada vez algoritmos más complejos para el procesamiento de imágenes con escalas de 256 niveles de grises (8 bits). Además la incorporación de los lenguajes de programación estándar (Basic, Fortran, C y C++) permite la creación de pequeños programas adaptados a las necesidades del estudio. Podría incluir un algoritmo para el cálculo del tamaño de una muestra o para el conteo del número de partículas contenidas en la imagen.

ANALIZADOR TRIDIMENSIONAL

Teniendo en cuenta las limitaciones propias de los registros existentes, que realizaban un análisis bidimensional de estructuras tridimensionales, la reconstrucción tridimensional 3D en ordenador de una imagen determinada permite hacer simulaciones y modificaciones en tiempo real de esa estructura que, de otro modo, no podrían conseguirse (Radhakrishnan y Mao, 2004).

Los estudios sobre microfiltración demuestran que los patrones de filtración son muy complejos, recomendándose análisis tridimensional (Negishi y col, 2000; Sakaguchi y col, 2004).

Durante los últimos 25 años los avances en la tecnología dedicada a las imágenes denotan el delicado análisis de las mismas. Todas las modalidades de imagen ofrecen información complementaria para el profesional que trabaje con ellas y comprende las múltiples posibilidades que ofrece la combinación de imágenes. Son necesarios algunos ajustes técnicos, en relación a las diferencias de tamaño, posicionamiento, orientación o incluso distorsión espacial de las muestras que se necesita analizar. Al proceso de establecer la concordancia espacial punto a punto entre las diferentes imágenes, de manera que sea posible la comparación directa entre ellas se le denomina registro, anglicismo derivado del inglés registration. Previamente, es necesario realizar ciertas puntualizaciones sobre el concepto de imagen. La imagen estará refiriéndonos a los datos en formato digital, siendo esto un requisito prácticamente imprescindible para poder realizar el proceso con el suficiente grado de exactitud. Estos datos se presentan en tres dimensiones (3D), por lo que una imagen es una matriz tridimensional que contiene en cada punto un valor, que tendrá diferente significado según la modalidad, pero que se representará en forma de intensidad de gris. A cada uno de esos

puntos los denominaremos vóxel, término proveniente de volume element.

Existen dos métodos de visualización, análisis y comprensión de la reconstrucción en tercera dimensión (3D). Surface rendering e volume rendering.

Surface rendering: las estructuras se representan con una superficie que refleja luz. Algoritmos matemáticos calculan las superficies de los voxels que son segmentados, lo que les permite reflejar una fuente de luz artificial con una determinada intensidad, dependiendo de la localización y distancia del observador.

No siempre el voxel obtenido en la imagen original escaneada contribuye a la formación de la imagen en 3D. Durante el proceso de segmentación de la imagen, muchos se disocian. La desventaja de este proceso es que este error en la segmentación tendrá influencia en la visualización de la reconstrucción en 3D por surface rendering.

Volumen rendering: en esta técnica, al contrario de la técnica surface rendering, todos los voxels de los datos originales provenientes de datos computarizados son preservados. Este tipo de proceso de visualización en 3D permite una visualización de la anatomía como un tipo de transparencia de la imagen en la que, diferentes estructuras (tejidos óseos y blandos) pueden disponerse con variación de colores y transparencias.

La Odontología afronta innumerables cambios, como el empleo de avances informáticos, para conseguir resultados eficaces en base a tratamientos electrónicos. Las posibilidades que este sistema ofrece, nos brinda un marco específico al plantear diversas aplicaciones didácticas, con un nuevo código en la captación de conocimientos acorde con las tendencias de un futuro inmediato.

A partir de lo relatado, surge la posibilidad de aplicar la informática como herramienta auxiliar para la valoración de la microfiltración

utilizando para ello un modelo experimental en dientes temporarios recientemente exfoliados.

En busca de la convalidación de estos conceptos se decidió realizar el presente trabajo con los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio comparativo de la microfiltración trabajando sobre preparaciones por tunelización horizontal en dientes temporarios obturadas con materiales plásticos alternativos, mediante análisis, digitalización y reconstrucción tridimensional de las imágenes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◆ Evaluar la filtración marginal en preparaciones de clase II por tunelización horizontal, tomando como campo cada una de las áreas situadas en el borde cavo periférico de las cavidades.
- ◆ Cuantificar la filtración marginal en la interfase material-estructura dentaria mediante el uso de sustancias colorantes.
- ◆ Desarrollar un método para el registro de los valores de filtración, producido en las muestras tratadas, mediante un programa de análisis y digitalización de imagen.
- ◆ Documentar la filtración marginal mediante reconstrucción tridimensional de imágenes, con aplicación al campo de la docencia para el desarrollo de las capacidades pertinentes.
- ◆ Relacionar e integrar los resultados obtenidos con el propósito de transferir algunas pautas a la práctica profesional.

II. MATERIALES y MÉTODOS

PRUEBA PILOTO:

Debido a que los elementos dentarios a utilizar en la experiencia presentaban reabsorción radicular y por lo tanto factibles de que a través de ella filtrara el colorante que se utilizaría para medir la permeabilidad, se hizo una prueba piloto con el fin de comprobar la efectividad del sellado a ese nivel.

Para ello se seleccionaron elementos dentarios con distintos grados de rizoclasia, que iban desde el diente esfoliado al que poseía algún remanente radicular, los que luego de una prolija limpieza, fueron debidamente seleccionados, identificados, acondicionados y conservados en solución salina conteniendo 0,2% de azida sódica.

La totalidad de las muestras preparadas fue sometida a un Test de ciclaje térmico de 500 ciclos, entre 5 y 45° C con un tiempo de permanencia en cada baño de 15 segundos y con un intervalo de 10 segundos entre cada baño, a una atmósfera. Luego se conservaron en agua deionizada, en estufa de cultivo a temperatura estandarizada de 37° C, durante 48 horas.

Cada diente obturado y termociclado fue secado con papel absorbente y luego impermeabilizado exteriormente, sellando la cara oclusal y la porción apical remanente, con cemento adhesivo a base de cianoacrilato, exceptuando una banda de 1 mm. de ancho entorno a la obturación. De esta manera se evitó la filtración del colorante por otras áreas, que pudieran inducir posteriormente a falsas lecturas en el momento de la experiencia.

Las piezas dentarias se dividieron en dos grupos contrapuestos: a un grupo se les selló la cara oclusal y la porción apical y el otro grupo permaneció sin sellar.

Cada una de las piezas dentarias fue colocada en un tubo de ensayo individual que contenía 5cm³ de una solución acuosa de azul de metileno al 2% (200mL) y fueron mantenidas en una estufa de cultivo, a una temperatura estandarizada de 37 ± 1° C, por períodos de 72 horas durante las cuales usan agitador continuo con control de temperatura. Cumplido cada periodo, se retiraron las muestras de sus respectivos tubos y luego se lavaron profusamente con jabón líquido, cepillo y pasta de agua pómez.

Luego se secaron y seccionaron longitudinalmente en sentido buco-lingual o palatino con discos de diamante (Renfert Turbo Flex-S de 0,15mm. de espesor N° 29-0100) a velocidad convencional y pulidas con papel de óxido de aluminio en disco giratorio de granulometría 600, 1000 y 1200 sucesivamente.

Posteriormente se las secó con papel absorbente y se evaluó la penetración del colorante, mediante análisis digital, obteniéndose los siguientes resultados. (Figura 6):

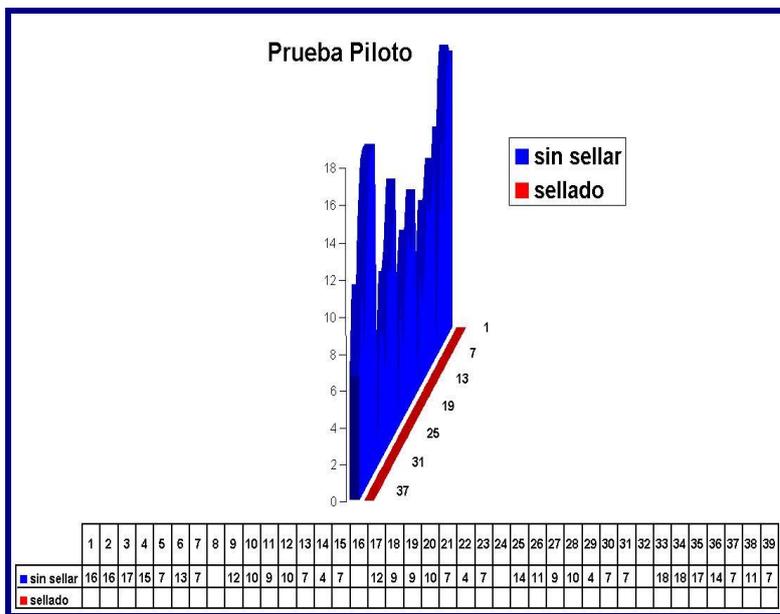


Figura 6: Gráfico comparativo, donde se observa mayor microfiltración en las muestras sin sellar.

SELECCIÓN DE LAS PIEZAS DENTARIAS

Se utilizaron elementos temporarios, obtenidos por pérdida fisiológica, (n = 105 molares superiores e inferiores), aparentemente libres de caries, con una longitud radicular promedio de 0 y 9 mm.

El número de la muestra se calculó en base a un programa analizador PRIMER OF BIOSTATISTICS: THE PROGRAM by Stanton A. Glant. Copyright © 1992 by Mc Graw-Hill, Inc. (Versión 3.02).

Luego de ser prolijamente limpiados los especímenes fueron identificados, acondicionados, seleccionados y conservados en solución salina conteniendo azida sódica al 0,2% (inhibe el crecimiento bacteriano) 15 milimolar (15mM) = 1 litro, pH 6.0, hasta realizar la preparación de las muestras, para luego ser sometidas a las distintas pruebas.

Los materiales utilizados en este trabajo se especifican en Tabla 1.

Tabla 1. Materiales utilizados en el estudio.

◆ Amalgama TYTIN	Sybron/Kerr, Romulus, MI, USA
◆ Resina Compuesta (T.P.H.)	Caulk Dentsply
◆ RCPM(Dyract A-P)	Caulk Dentsply
◆ Resina Compuesta Condensable (Surefil)	Caulk Dentsply
◆ Amalgama con adhesivo (S.B.M.P.P)	3MSt.Paul MN, USA

SIMULADOR BUCAL

Para reproducir las dificultades operativas manuales que debían ser superadas para alcanzar un mayor acercamiento a la situación clínica y a su vez permitiera evaluar las propiedades de materiales utilizados y lograr un acercamiento a pruebas diagnósticas más reales, los elementos dentarios seleccionados fueron ubicados en un Simulador bucal TS2 (DORCAL).

Montaje de las muestras y tallado de preparaciones:

Los dientes se posicionaron y fijaron, mediante cera y resina acrílica semejando su ubicación en la arcada dentaria, es decir relacionando las áreas de contacto. Se diseñaron troneras gingivales con silicona fluida que por su elasticidad, imita a las papilas gingivales. De este modo, la colocación de las matrices y las cuñas presentarían complicaciones similares a las que se manifiestan en la clínica.

Preparaciones cavitarias

Se protegió el diente vecino con bandas de acero inoxidable, enrolladas en sus extremos, para adaptación y fijación.

Se tallaron preparaciones por tunelización horizontal, realizando el abordaje por la cara proximal desde vestibular en sentido buco-lingual o palatino. No se realizó planimetría cavitaria definida. El diseño cavitario adoptó una forma de túnel que tenía las siguientes medidas: en sentido vestibulo-lingual o palatino aproximadamente 3 mm, y en sentido gíngivo-oclusal, aproximadamente 1,5 mm.

La pared gingival se ubicó a 1 mm del límite amelo-cementario. (Figura 7).

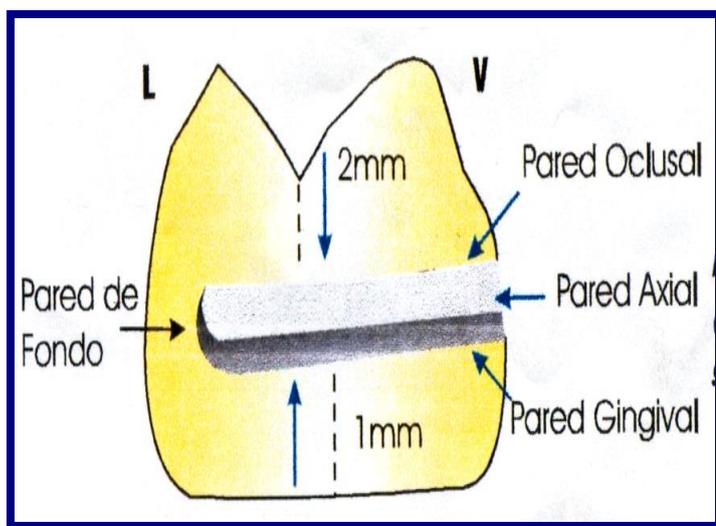


Figura 7: Representación esquemática de la preparación cavitaria

Las preparaciones se tallaron con micropiedras de turbina (Norma O ISO 806 313 001 524 007 J DICA DENDIA Junior Set), posicionándola en sentido horizontal, siguiendo una dirección vestíbulo-lingual o palatino con profusa refrigeración acuosa, utilizando una piedra por cada 5 cavidades. Se talló el bisel, pero el terminado por proximal se realizó con instrumental de mano (cincel CP23-HOE -HU-FRIEDY), y se lavaron con agua presurizada libre de contaminantes, durante 10 segundos, para eliminar los residuos desprendidos por el accionar del instrumental rotatorio.

En cada elemento dentario se tallaron dos preparaciones: tunelización horizontal mesial (testigo) y tunelización horizontal distal (problema), ubicadas en lugares contrapuestos para cada determinación. (Figura 8).

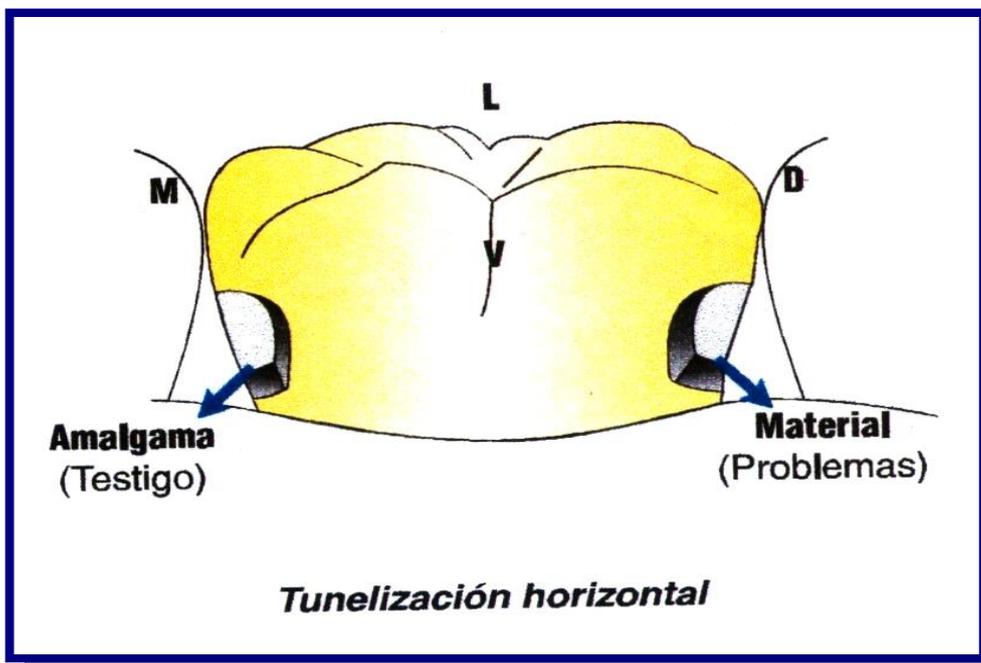


Figura 8: Esquema: disposición de las preparaciones en una muestra.

Se realizó el bisel plano, con piedras troncocónicas en el borde cavo periférico a alta velocidad, colocando una banda metálica sobre el diente vecino para protegerlo de la acción del instrumental.

División de las muestras en lotes

Las muestras con las preparaciones cavitarias realizadas se dividieron al azar en tres grupos de 35 elementos dentarios cada uno, según los períodos de prueba en días: Grupo "A" 30 días, Grupo "B" 60 días y el Grupo "C" 90 días. Cada uno de ellos fue dividido en 7 (siete) sub-grupos de 5 (cinco) muestras, de acuerdo al material restaurador. (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los materiales para los distintos períodos de prueba (30,60 y 90 días).

Amalgama (TYTIN)

Resina Compuesta (TPH Spectrum Dentsply)

R.C.P.M. Compómero (Dyract A-P Dentsply)

Composites Condensables (Surefil Dentsply)

Resina Compuesta (TPH Spectrum Dentsply +S .B.M.P.P. 3M)

R.C.P.M. Compómero (Dyract A-P Dentsply- + S.B.M.P.P.; 3M)

Composites Condensables (Surefil Dentsply+ S .B.M.P.P.; 3M)

Amalgama Adherida (S.B.M.P.P.; 3M)

Maniobras previas a la obturación de la preparación:

Preparación de la banda para materiales plásticos no estéticos (amalgamas):

Se seleccionaron bandas matrices seccionadas y contorneadas (Auto-Matrix- Caulk/Dentsply) con un espesor aconsejado de 0.0015 mm (15 μm), de tamaño adecuado al elemento las que fueron de longitud estándar y adaptadas al espacio interdentario. Se les realizó una marca orientadora en la zona del abordaje a la cavidad. A posteriori se retiró la banda, y cuidadosamente se realizó una perforación en la zona demarcada, desde la superficie interna, y hacia la cara externa de la mencionada banda. El procedimiento realizado tuvo por finalidad que las rebarbas de la banda no interfieran en la restauración. Se las posiciona a la cavidad, colocando la cuña de madera correspondiente. (Figura 9).

Preparación de la banda para materiales plásticos estéticos

En este caso se utilizaron bandas matrices transparentes de acetato de celulosa LUCI FIX (Hawe) con el sistema SUPER MAT(Hawe Neos - Swiss) y cuñas lumínicas LUCI WEDGE (Hawe), preparándolas tal como ya fue descrito anteriormente en las cavidades de amalgamas. (Figura 10).

Posteriormente, las preparaciones se acondicionaron con ácido grabador (ácido fosfórico al 37%- Dentsply) en el borde cavo periférico proximal durante 5 segundos, de inmediato se lavaron durante 5 segundos y secado cuidadoso con aire libre de aceite y humedad, con la frecuencia de tiempo similar.

Luego fueron sometidas a la acción de los distintos sistemas de adhesión siguiendo las recomendaciones del fabricante de cada marca comercial.

PROCEDIMIENTOS RESTAURADORES

La aplicación de los distintos productos a utilizar, se realizó siguiendo las instrucciones de sus respectivos fabricantes.

Amalgama (Grupo control)

Las cavidades se obturaron con amalgama de plata con alto contenido de cobre (TYTIN-Kerr), triturada por 10 segundos en amalgamador mecánico de alta velocidad (3.500 r.p.m.) (Ventura Mix Macrodent S.A.- Argentina.), talladas y bruñidas.

El pulido se realizó después de transcurridas 24 horas, con fresa multifilos en forma de flama de 12 fillos y puntas de goma siliconadas con alúmina a baja velocidad (Kenda A. G. - Leichtentein).

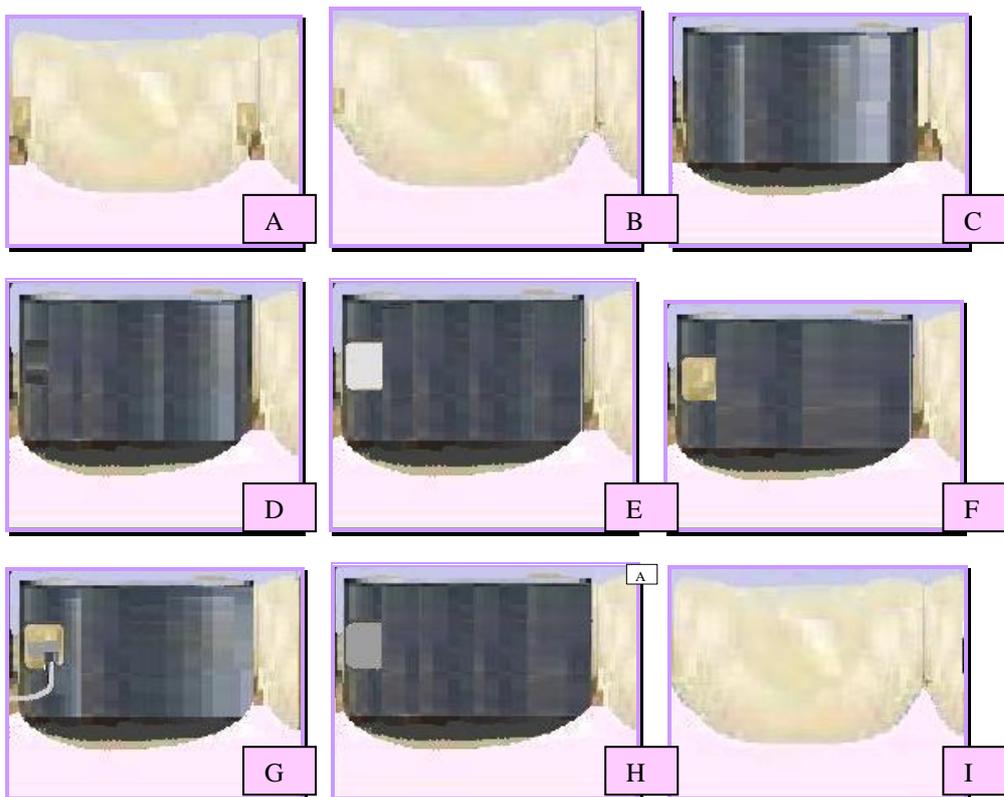


Figura 9: Secuencia de obturación: A- Preparaciones cavitarias B- Cavidad control C- Adaptación de la banda matriz D- zona a perforar E- Perforación F- Cavidad a través de la perforación G- Condensado del material de obturación H- Obturación I- Preparación terminada.

Resinas Compuestas (T.P.H.)

Luego del acondicionamiento, se aplicó un sistema de adhesión multipropósito monoenvase (Prime & Bond 2.1), pincelando la superficie de la preparación, dejando en reposo las superficies mojadas por 30 segundos. Se removió suavemente con aire seco y limpio de una jeringa dental, el excedente durante al menos 5 segundos y luego se polimerizó durante 10 segundos. Para un mejor resultado, se colocó una segunda capa del adhesivo, eliminando el excedente y posteriormente polimerizarla durante 20 segundos.

Inmediatamente después se colocó el material de obturación contenido en compules, llevándolo a la preparación con una jeringa porta compules del tipo Centrix, adaptándolo con instrumentos de bromuro de titanio. Se realizó técnica incremental fotopolimerizando 40 segundos cada capa con lámpara de luz halógena (XL 3000, 3M. St Paul. MN. USA), con potencia medida en el radiómetro incorporado $600\text{mw}/\text{cm}^2$.

Para las restauraciones estéticas el acabado se realizó con fresas de carburo de tungsteno de múltiples filos (12 filos), y piedras diamantadas de grano fino y extrafino (Brasseler - Komet/Germany), discos de poliuretano con óxido de aluminio (Super- Snap - Shofu - Japan) de granulometría decreciente y gomas siliconadas con alúmina (Kenda - polishers - Liechtenstein).

Resina Compuesta Poliácida Modificada

Compómero (DYRACT A-P)

El acondicionamiento de las preparaciones y la técnica de obturación se realizaron de igual forma que para la técnica de la resina compuesta T.P.H. Spectrum.

Posteriormente se obturó con el material compómero en sistema de compules, llevándolo a la preparación con una jeringa porta-compules tipo Centrix.

Luego la fotopolimerización, el acabado y pulido final fue igual para todos los grupos de materiales estéticos.

Composites Condensables (SUREFIL)

Recibieron el mismo acondicionamiento, que las preparaciones de resinas compuestas, inmediatamente se procedió a la aplicación del adhesivo Prime & Bond N.T. Se removió el exceso, secando suavemente con aire seco y limpio durante al menos 5 segundos.

Posteriormente se polimerizó durante 20 segundos. Es recomendable para un mejor resultado la aplicación adicional de una segunda capa del adhesivo y eliminar el excedente, para posteriormente polimerizarla durante 20 segundos.

Luego se colocó el material de obturación contenido en envases monodosis, en capas predosificadas individuales.

Se utilizó la tapa de la unidad invertida, oscura, sobre el material restante, para proteger a Surefil de la polimerización prematura por la luz del ambiente.

Después de retirar la cubierta protectora, se cargó un porta-amalgamas con inserción de plástico antiadherente. Se llevó el material a la preparación, utilizándolo un condensador de amalgama. (Figura 10).

Una vez restauradas las muestras, se las conservó durante 48 horas en solución fisiológica.

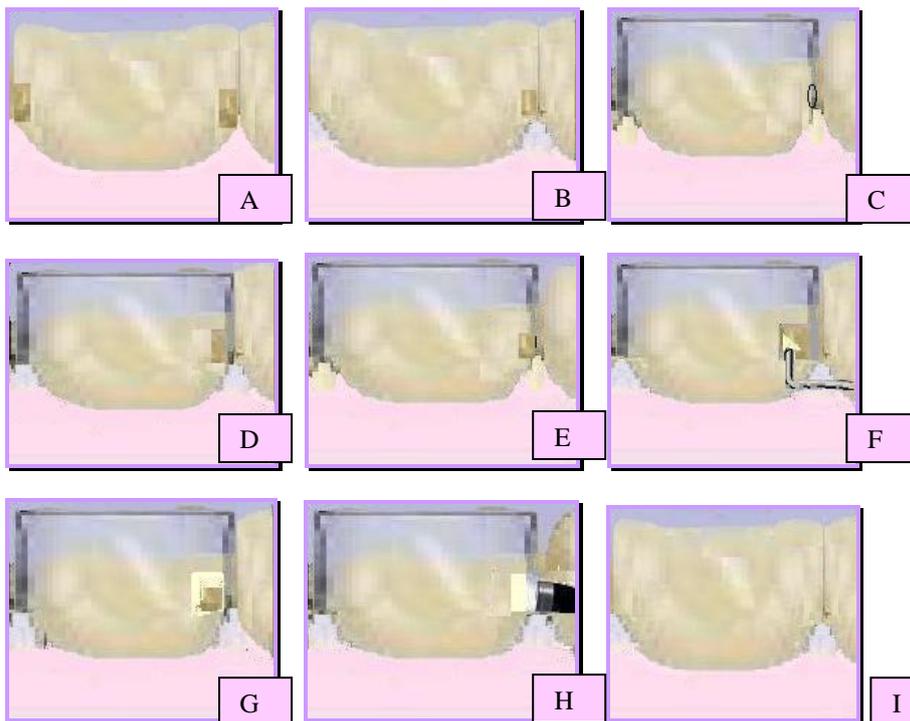


Figura 10: Secuencia de obturación: A- Preparaciones cavitarias B- Preparación cavitaria problema C- Adaptación de la banda matriz D- Perforación E- Visualización de la cavidad a través de la perforación F- Condensación del material de obturación G- Obturación y banda matriz H- Polimerización I- Preparación terminada .

Amalgama con Adhesivo

Las preparaciones cavitarias fueron obturadas con Scotchbond Multi-purpose Plus Dental Adhesive System (3 M St. Paul MN, USA) y amalgama de plata con alto contenido de cobre (TINTÍN-Kerr).

Se aplicó el ácido grabador (fosfórico al 35%), durante 5 segundos. Lavando y secando cuidadosamente durante 5 segundos.

Se aplicó el activador (1.5) procediendo posteriormente a secar la superficie tratada, con una suave corriente de aire durante 5 segundos.

Colocamos el Primer (2) en las superficies activadas y secamos durante 5 segundos.

Para la aplicación del agente adhesivo (3), se mezcló una gota de adhesivo (3) y una de catalizador (3.5), simultáneamente se preparó la amalgama: triturándola en un amalgamador mecánico de alta velocidad (Ventura Mix - Macrodent S.A. - Argentina) durante 10 segundos. Se distribuyó la mezcla adhesiva a las superficies preparadas, sin secar. La condensación de la amalgama, fue inmediata sobre el adhesivo húmedo, luego se realizó el tallado, bruñido y pulido de acuerdo a las pautas señaladas con anterioridad. El mismo procedimiento se utilizó para materiales estéticos con adhesivos autopolimerizables, con lineamiento propio de resinas.

EVALUACIÓN IN VITRO DE LA FILTRACIÓN MARGINAL

Ciclaje Térmico

Este es un proceso in vitro donde se somete un material a temperaturas extremas y muestra la relación del coeficiente lineal de expansión.

La totalidad de los dientes preparados se sometieron a un Test de ciclaje térmico (Charlton y col, 1992) de 500 ciclos, entre 5 y 45°C con un tiempo de permanencia en cada baño de 30 segundos y con un intervalo de 10 segundos entre cada baño a una atmósfera. (Figura 11).



Figura 11: Recipientes individualizados para termociclado.

Luego se conservaron en agua deionizada, en estufa de cultivo a temperatura estandarizada de 37° C durante una semana. (Figura 12).



Figura 12: Estufa de cultivo, en procesado de las muestras.

Cada diente obturado y termociclado, fue preparado de la misma manera que los elementos empleados en la prueba piloto.

Cada muestra fue colocada en un tubo de ensayo individual que contenía 5cm³ de una solución acuosa de Azul de metileno al 2% (200mL) durante 48 horas y mantenida en una estufa de cultivo, a una temperatura estandarizada de 37° C ±1 °C. (Figura 13).

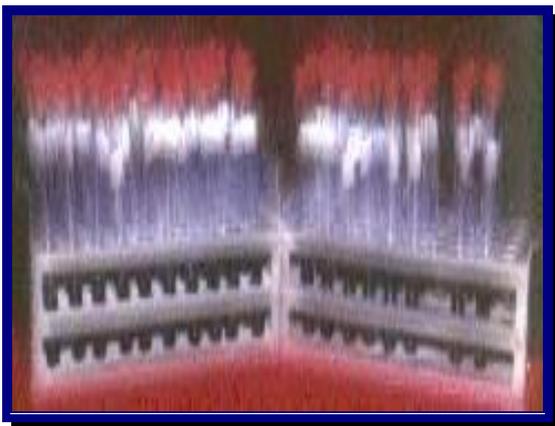


Figura 13: Tubos de ensayo con muestras sumergidas en Azul de metileno.

Cumplido cada período, se retiraron las muestras de sus respectivos tubos, se lavaron profusamente con jabón líquido y se limpiaron con un cepillo y pasta de pómez.

Luego fueron secadas y cortadas longitudinalmente en sentido vestíbulo palatino o lingual, mediante discos de diamante Renfert Turbo Flex-S de 0,15mm. de espesor N° 29-0100 a velocidad convencional similares a los micrótomos de ACCUTOM. (Samar y col. 2002).

Posteriormente se las secó con papel absorbente y se las incluyó en polímeros tipo resinas acrílicas totalmente transparentes, como el EPIFIX. (Figuras 14 y 15).



Figura 14: Muestra de Amalgama incluida en resina acrílica transparente



Figura 15: Muestra de Resina Compuesta incluida en resina acrílica transparente.

Se controló el mismo volumen de resina para cada una de las muestras, para que todas contaran con un espesor mínimo para el análisis digitalizado.

Pulido previo a la digitalización

Las muestras, incluidas en sus pastillas de resinas, requerían de un tratamiento específico de la superficie para luego ser observadas y analizadas. Para ello se realizó un estudio minucioso, de los minerales, y de ésta forma se pudo seleccionar el abrasivo específico, logrando un pulido óptico final, que optimizó la observación, y por consiguiente un análisis estadístico muy preciso.

La selección del mineral para el pulido se realizó a partir, del análisis que realizamos sobre el contenido del CD Photo-Atlas of Minerals. (Figuras 16 a 20).

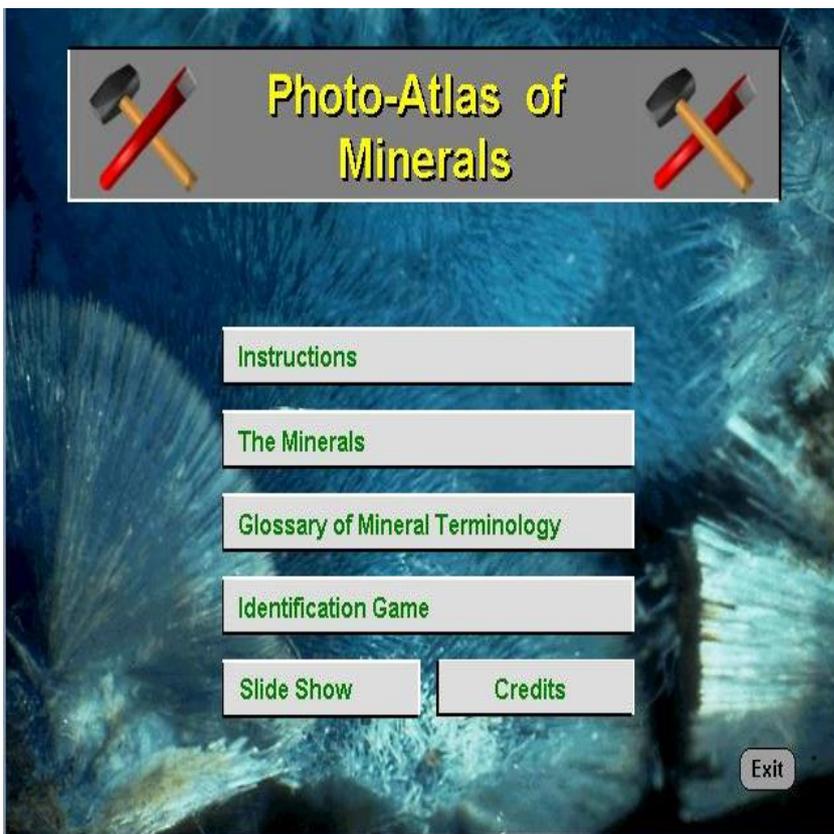


Figura 16: Inicio del CD Photo- Atlas of Mineral, botones de inicio de tareas programadas.

En base a lo analizado para el proceso de pulido, utilizamos abrasivos. Los mismos se dividen en tres grupos :

- **abrasivos naturales** de grado superior, que comprenden, por orden de dureza, al diamante, corindón, esmeril y granate;
- **abrasivos silíceos**, que consisten en formas diversas de sílice;
- **abrasivos varios**, entre los figuran los polvos de pulimentación.

En nuestro trabajo se utilizó la secuencia de la **Tabla 4**:

Tabla 4. Secuencia de abrasivos naturales para pulido

Pulido Grueso: Carburo de Silicio.

Pulido Fino : Carburo de Silicio - Distintas mallas.

Pulido Óptico : Oxido de Aluminio.



Figura 17: Mineral para pulido grueso, aspecto superficial.

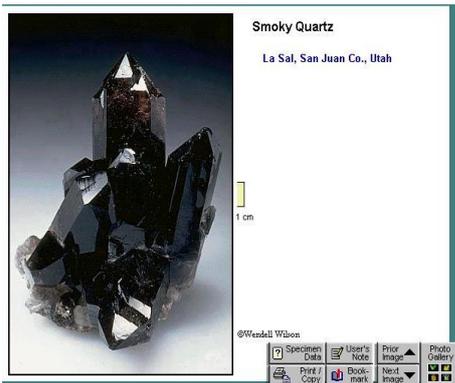


Figura 18: Variedad Minerales para pulido grueso.



Figura 19: Mineral para pulido fino.



Figura 20: Mineral para pulido óptico. Vista natural.

Una vez pulidas, se secaron las muestras con papel absorbente y posteriormente se observó la lisura superficial de cada una a mayor aumento con lupa, para evitar alteraciones de la superficie del cristal del escáner, evitando errores en el escaneado y digitalización previo al análisis de imagen.

A continuación, se muestra a modo de ejemplo, el grupo de 30 días. (Figura 21).



Figura 21: Grupo 30 días: Muestras procesadas, desde la N°1 a la N°7, (con 5 dientes cada una), tanto para grupos controles como experimentales.

Análisis y Digitalización de Imágenes

Es una técnica asistida por ordenador que pretende obtener datos cuantitativos de imágenes microscópicas (Peinado Herreros y Moral Leal, 2001).

Una imagen electrónica o digital es aquella en la que se han reemplazado los colores o los tonos de grises de una fotografía, dibujo o transparencia por señales eléctricas con cargas positivas o negativas que pueden ser almacenadas, transmitidas y luego reproducidas con toda fidelidad en un monitor de computadora, TV o dispositivo similar (Barrancos Mooney, 1999).

Las ventajas que brindan las imágenes electrónicas son múltiples y en nuestra profesión en particular se destacan las siguientes:

- a) su fácil y cómodo almacenamiento.
- b) su enorme utilidad para el diagnóstico.
- c) su empleo cada vez mayor en la enseñanza.
- d) su aplicación en la investigación.

Las imágenes se pueden obtener mediante un dispositivo de captura, dispositivo fotográfico convencional (analógico) o bien mediante una cámara de video (digital). En el primer caso se obtienen fotografías que posteriormente pueden ser tomadas mediante un escáner, en el segundo la imagen es tomada en tiempo real.

En cualquiera de los dos casos el **dispositivo de captura** deberá transformar la imagen en señales eléctricas adecuadas para su posterior procesamiento en el ordenador.

Las señales eléctricas procedentes de los dispositivos de captura, son tomadas por una tarjeta digitalizadora o framegrabber cuya función es la de digitalizar los datos analógicos procedentes de la imagen y

por consiguiente transformar la imagen capturada en una imagen digital.

Digitalización es el proceso por el cual la información que contiene la imagen capturada se transforma en un conjunto de puntos (pixels) definidos en un plano por unas coordenadas concretas, y cuyo valor se corresponde con una intensidad luminosa determinada (nivel de grises) en ese punto (bits).

Almacenamiento de la imagen, es un formato independiente de plataforma para que pueda ser leído en cualquier aplicación (TIFF-GIFF- BMP-JPEG).

Procesamiento de la imagen: conjunto de operaciones o tratamiento que tienen por objeto mejorar la calidad de una imagen o transformarla de forma que sea más adecuada para su análisis cuantitativo.

Obtención de datos: se obtiene un listado en el propio programa de análisis de imagen. Esos datos pueden:- procesarse estadísticamente en el propio programa de análisis de imagen.- exportarse a otra aplicación que permita procesar los datos y analizarlos (EXCEL). (Figura 22).

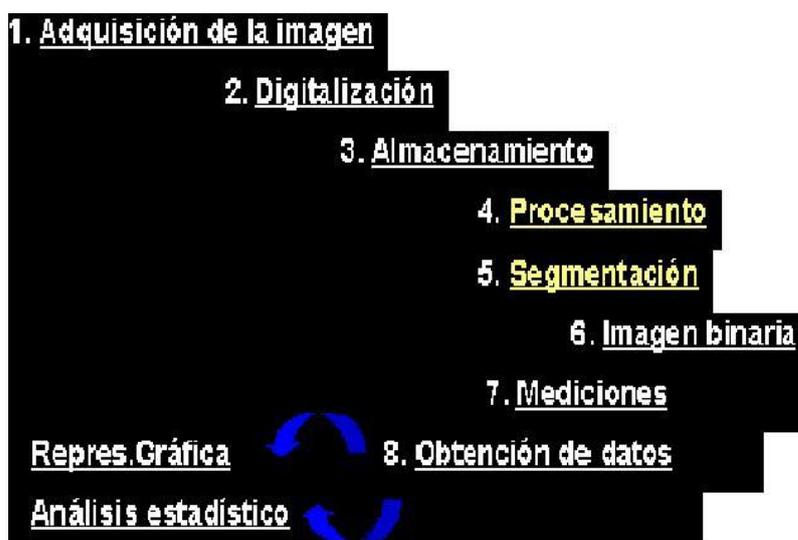


Figura 22: Secuencia en Análisis de Imagen

Se procedió a realizar el estudio correspondiente, mediante la utilización de un programa informático de Análisis de Imagen KSLITE KONTRON, mediante el cual se realiza el tratamiento específico de las imágenes.

El software utilizado consistió en un programa fotográfico y otro de análisis de imagen, donde se realizaron previa calibración del mismo, diversas medidas, de forma interactiva y automática de perímetro y área en cada una de las imágenes de previamente capturadas, específicamente en cada una de las siete zonas prefijadas (Figura 23).

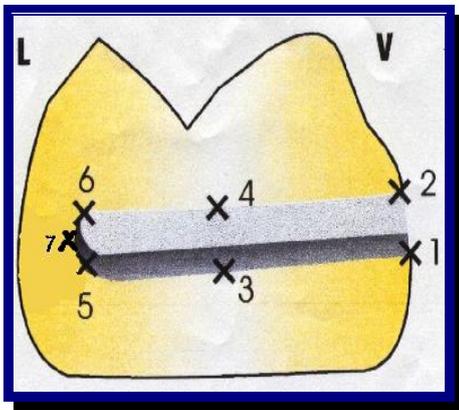


Figura 23: Representación esquemática de zonas donde se determinó microfiltración.

Dichas medidas consistieron en: análisis estadístico de los datos, ha contado con ordenadores, bases de datos, estadística descriptiva (media aritmética, desviación estándar, máximo y mínimo) y estadística analítica.

Área de objetos: se basa en el cálculo de la superficie de los objetos de interés en una imagen, bien individualmente o conjuntamente.

La estimación de áreas es profusamente utilizada en morfometría en el cálculo de relaciones entre superficies que, estereológicamente, equivalen a relaciones entre volúmenes, según el principio de Delesse (Figuras 24 y 25).

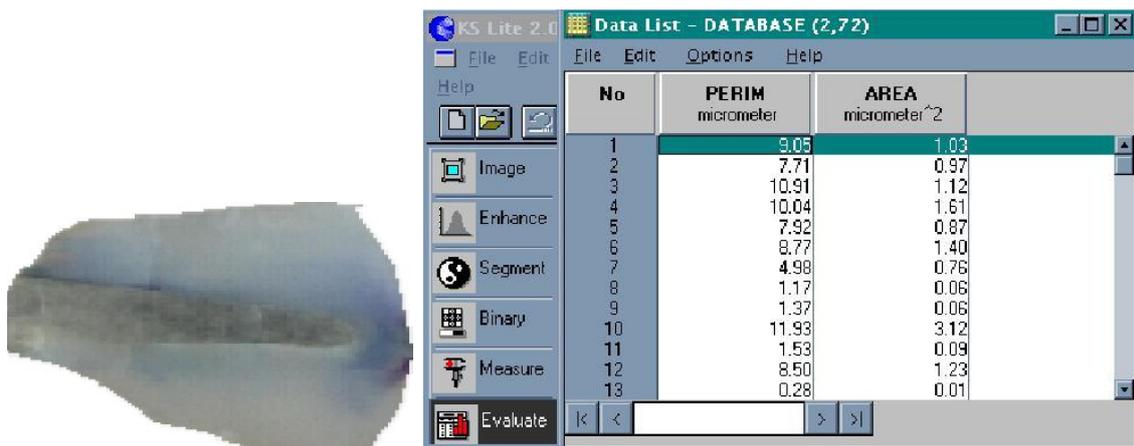
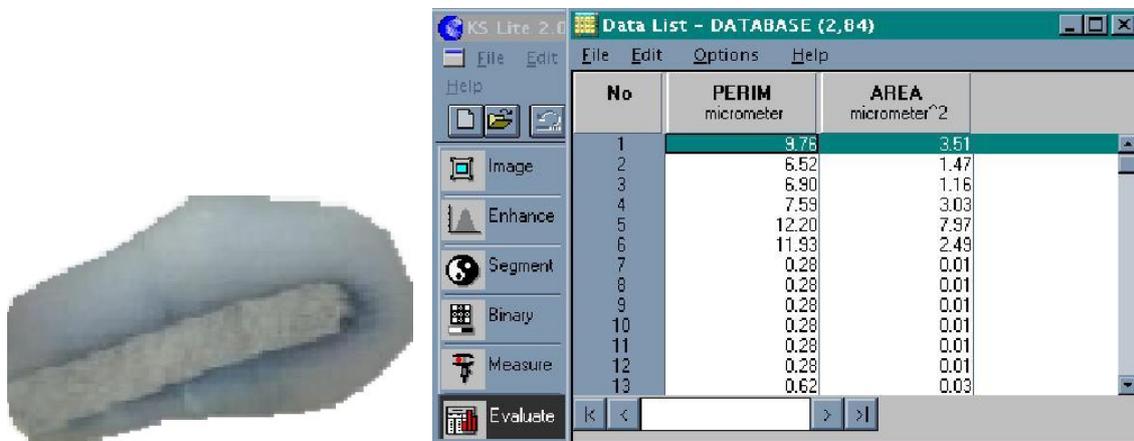
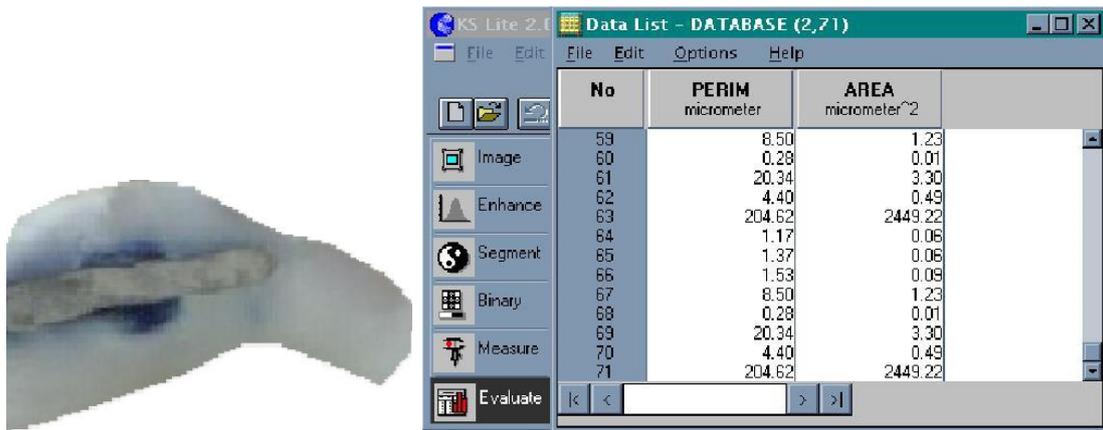


Figura 24: Microfiltración de amalgamas con listado de datos estadísticos por zonas: A) 30 días B) 60 días C) 90 días.



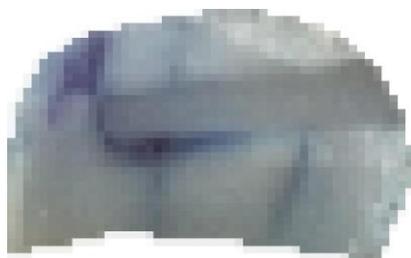
KS Lite 2.0 Data List - DATABASE (2,84)

No	PERIM micrometer	AREA micrometer ²
1	0.68	0.03
2	1.42	0.12
3	3.61	0.50
4	9.42	0.94
5	1.25	0.09
6	0.28	0.01
7	0.28	0.01
8	0.77	0.03
9	0.28	0.01
10	0.28	0.01
11	1.87	0.10
12	1.53	0.13
13	0.48	0.02



KS Lite 2.0 Data List - DATABASE (2,188)

No	PERIM micrometer	AREA micrometer ²
1	10.69	6.25
2	4.02	0.79
3	3.87	0.80
4	0.68	0.03
5	3.61	0.50
6	9.42	0.94
7	1.25	0.09
8	0.28	0.01
9	0.28	0.01
10	0.77	0.03
11	0.28	0.01
12	0.28	0.01
13	1.87	0.10



KS Lite 2.0 Data List - DATABASE (2,133)

No	PERIM micrometer	AREA micrometer ²
1	5.66	1.41
2	4.16	0.75
3	6.23	2.25
4	7.89	3.92
5	5.73	1.33
6	0.68	0.03
7	1.42	0.12
8	3.61	0.50
9	9.42	0.94
10	1.25	0.09
11	0.28	0.01
12	0.28	0.01
13	0.77	0.03

Figura 25: Microfiltración de resinas con listado de datos estadísticos por zonas: A) 30 días B) 60 días C) 90 días.

El programa nos permitió abrir la imagen previamente capturada de un micrómetro a 100x. La distancia entre los los trazos fue de 10 μ m. A continuación se describe la secuencia de los pasos del programa.

1) Primera ventana: presentación del programa informático KSLITE KONTRON, borde superior herramientas de trabajo, lado izquierdo de la pantalla botones para cada una de las operaciones. (Figura 26).

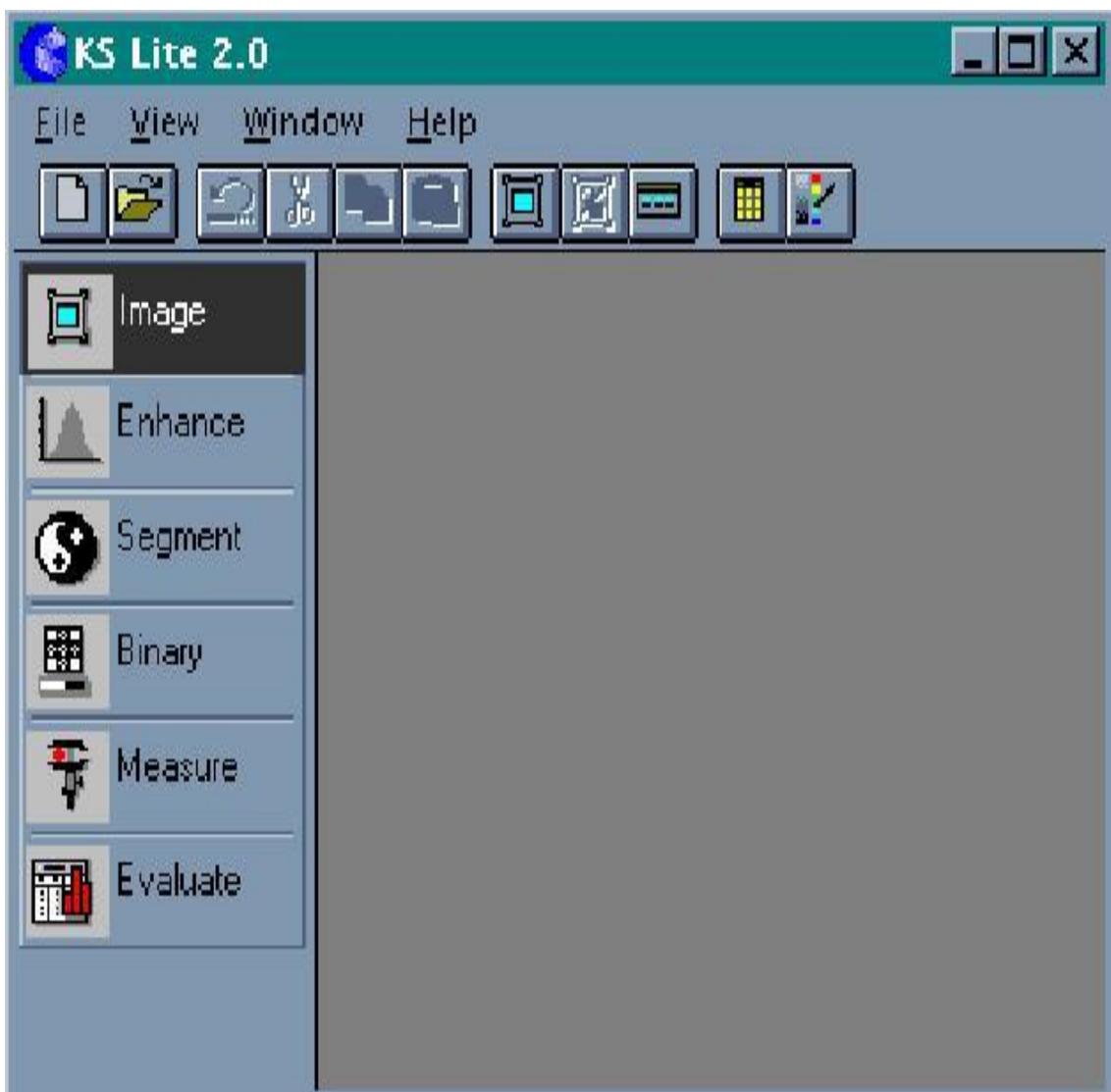


Figura 26: Primera ventana: presentación del programa informático KSLITE KONTRON.

2) Abrir la imagen previamente capturada de un micrómetro a 100 x (distancia entre los trazos es de 10 μm) (Figura 27).



Figura 27: Vista de la ventana con imagen previa.

3) Abrir menú Measure, Seleccionar Calib. Geom. (Figura 28).



Figura 28: Menú Measure, Selección Calibre Geométrico.

4) Seleccionar, unidad micrómetro, distancia X e Y 10 μm y con el ratón, dibujar sobre el micrómetro un cuadrado. Cuando esté terminado, el valor de Ratio en el menú será de 1. Dar OK y cerrar la imagen. (Figura 29).



Figura 29: Calibración Geométrica de la unidad seleccionada.

5) Abrir la imagen con la que trabajaremos y seguidamente el menú Measure y Set Features. (Figura 30).

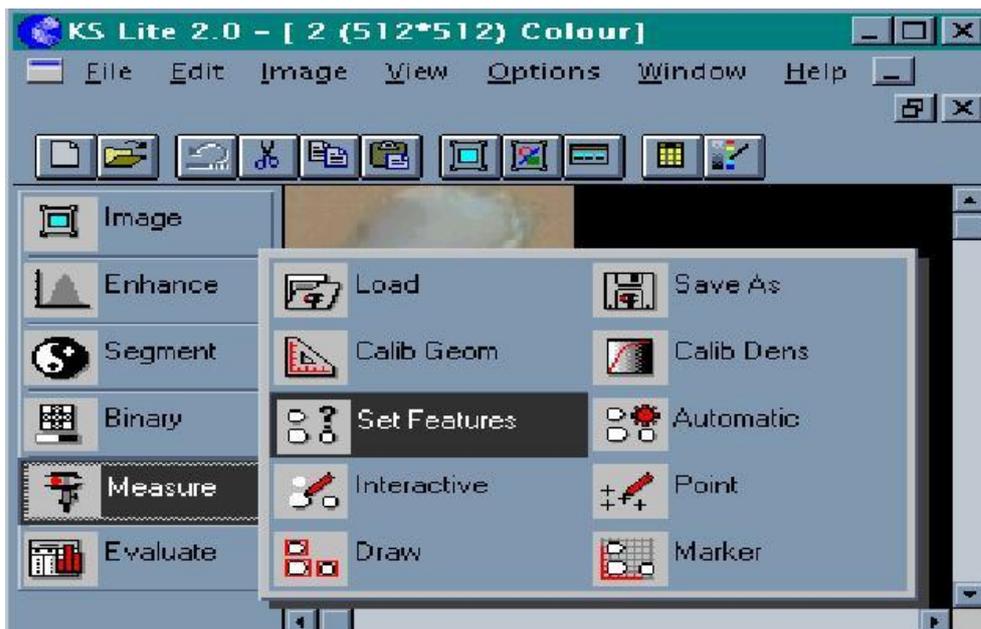


Figura 30: Ventana del menú Set Features.

6) Donde indicaremos los parámetros a medir, en este caso área y perímetro, que se expresarán en la unidad elegida, micrómetros en este caso. Confirmar con OK. (Figura 31).

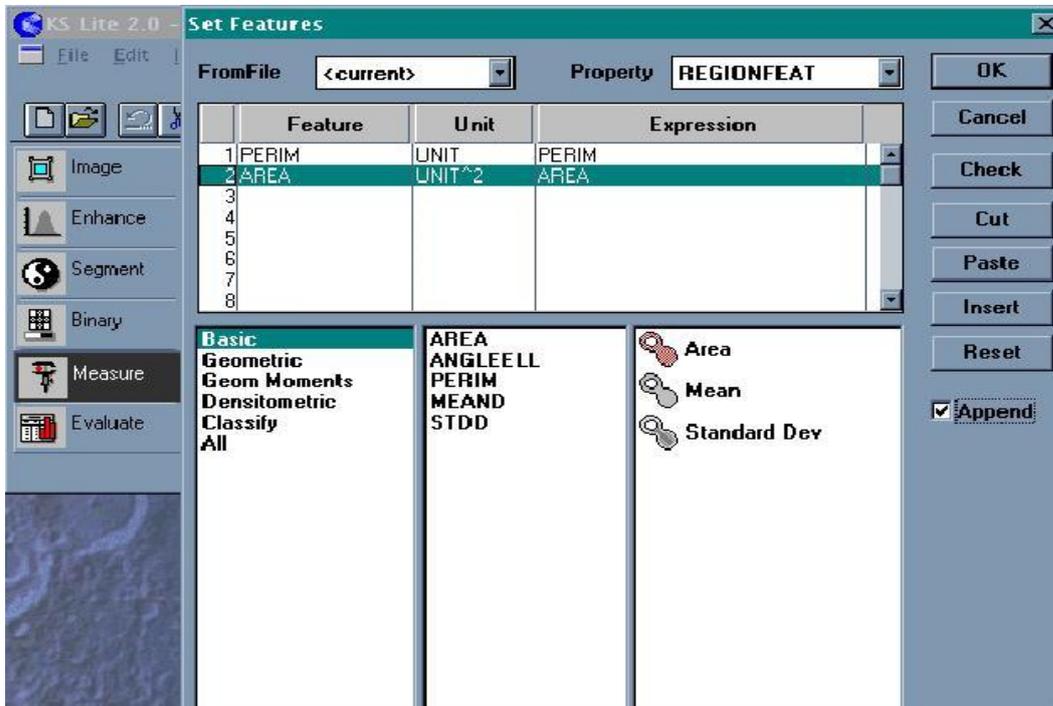


Figura 31: Indicamos parámetros a medir.

7) Abrir el menú Measure y seleccionar Interactive. (Figura 32).



Figura 32: Imagen menú Measure y selección Interactive.

8) Se abrirá una ventana donde van a ir apareciendo las medidas. Activar la casilla Append para que se vayan memorizando las sucesivas medidas; la casilla Autoclose para cerrar los contornos y la casilla Region Freehand, para hacer medidas de perímetros a mano alzada. Comenzar dibujando con el ratón el contorno que se desea medir. Al cerrarlo, aparecerá en la ventana su longitud y el área encerrada. Presionar el botón Apply para memorizarlas y seguidamente el Reset, que borrará el contorno dibujado. Continuar haciendo medidas del mismo modo y al terminar, presionar OK. (Figura 33).

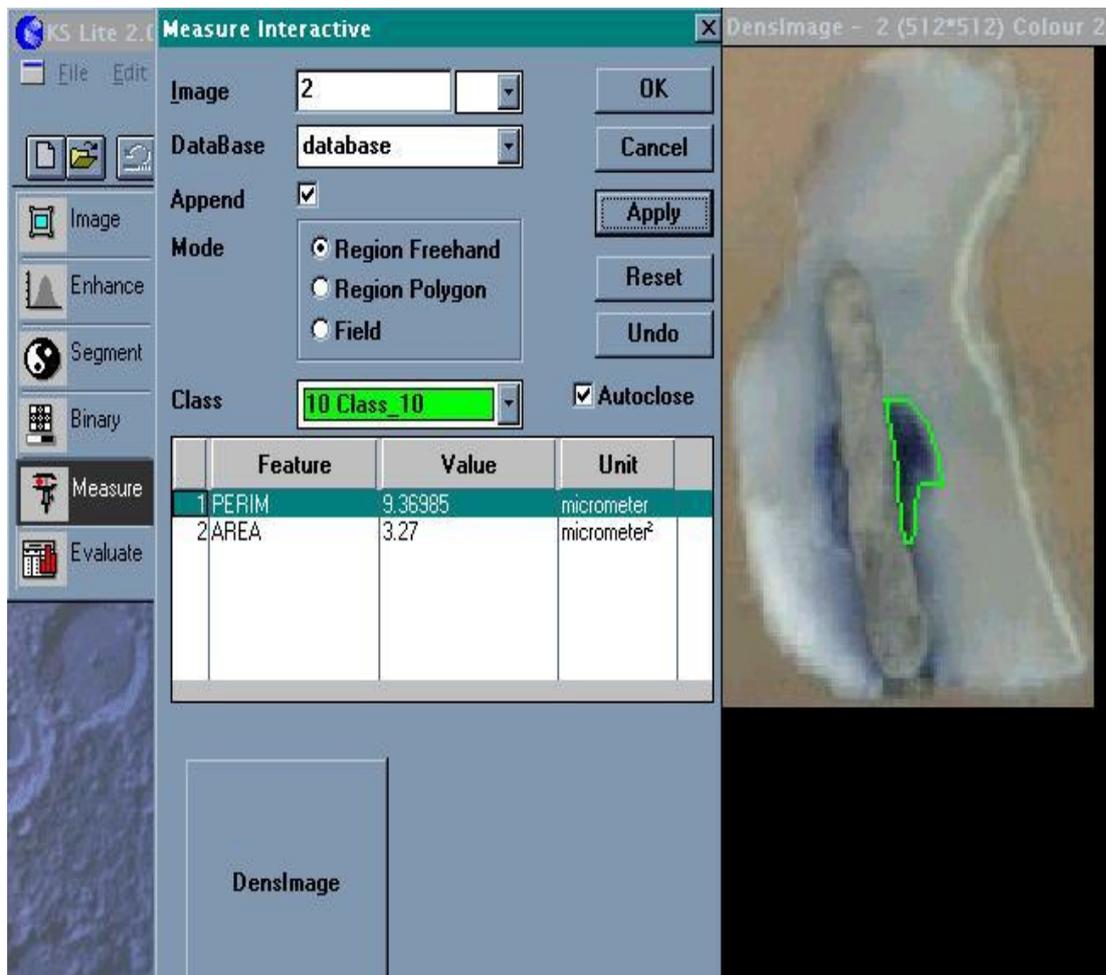


Figura 33: Mediciones interactivas.

9) Para visualizar las medidas, abrir Evaluate, data list y OK. (Figura 34).



Figura 34: Ventana que despliega menú Evaluate y data list.

10) Aparecerá el listado de las medidas realizadas. (Figura 35).

The screenshot shows the 'Data List - DATABASE (2,7)' window. The title bar reads 'KS Lite 2.0 Data List - DATABASE (2,7)'. The menu bar includes File, Edit, Options, and Help. The window contains a table with the following data:

No	PERIM micrometer	AREA micrometer ²
1	7.64	1.66
2	8.31	3.21
3	9.37	3.27
4	7.92	2.60
5	3.07	0.41
6	4.93	0.71
7	1.22	0.09

The table is displayed in a window with a toolbar on the left containing buttons for Image, Enhance, Segment, Binary, Measure, and Evaluate. The Evaluate button is highlighted. At the bottom of the window, there are navigation buttons: '<|<', '>|>', and a search field.

Figura 35: Listado de medidas por zonas.

11) El programa también lleva a cabo un estudio estadístico que aparece pulsando sobre Evaluate Data histogram, OK. (Figura 36).



Figura 36: Menú Evaluate Data histogram.

12) Parámetros seleccionados en Data Histogram. (Figura 37).

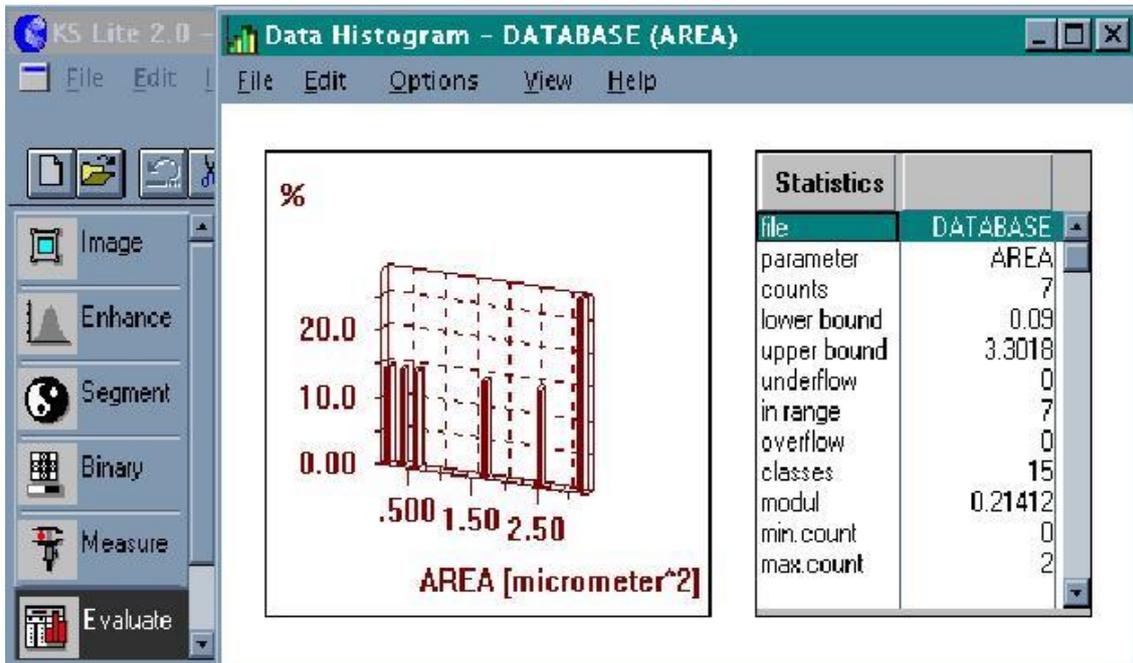


Figura 37: Estadística de parámetros seleccionados.

13) Otros datos estadísticos, abriendo ventana Image Histogram. (Figura 38).



Figura 38: Ventana desplegando Image Histogram.

14) Representación de histograma en Image Histogram. (Figura 39).

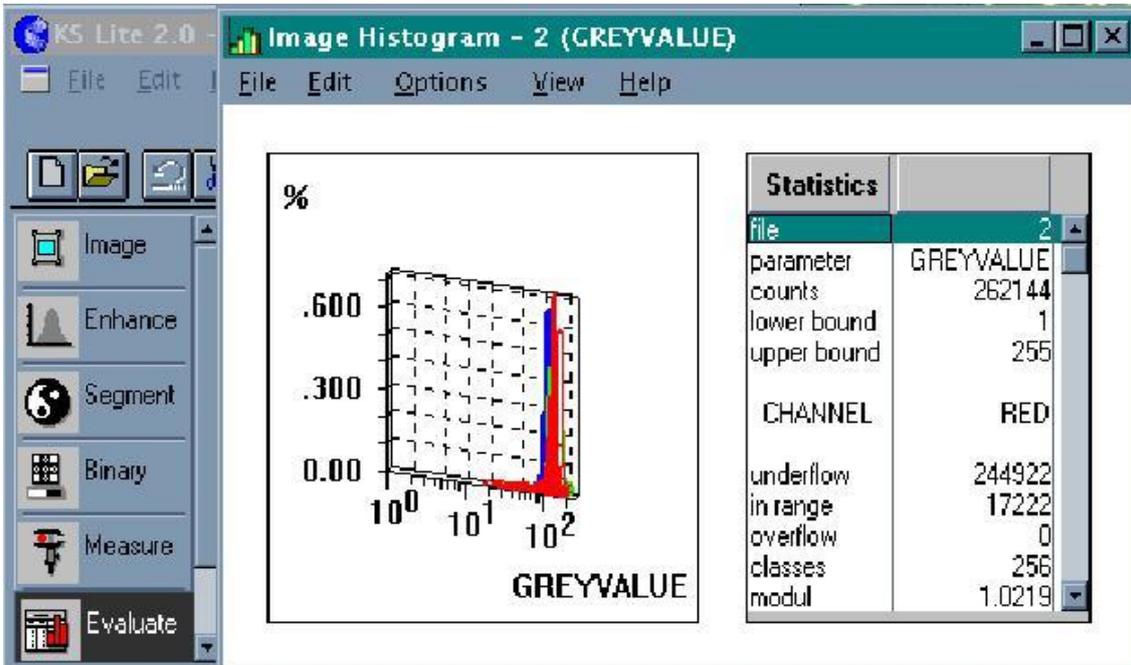


Figura 39: Representación esquemática de datos estadísticos.

15) Es posible realizar medidas automáticas, basándose en los niveles de grises de la imagen. Para ello, utilizar la herramienta Segment Threshold. (Figura 40).



Figura 40: Ventana de menú Segment Threshold.

16) Mediante la cual ajustamos las zonas del mismo nivel de grises, moviendo las guías sobre la curva correspondiente. Activar la casilla Invert, para quedarnos solamente con la zona seleccionada, correspondiente a las vacuolas de las células, que aparecerá coloreada de verde. Pulsar OK. (Figura 41).

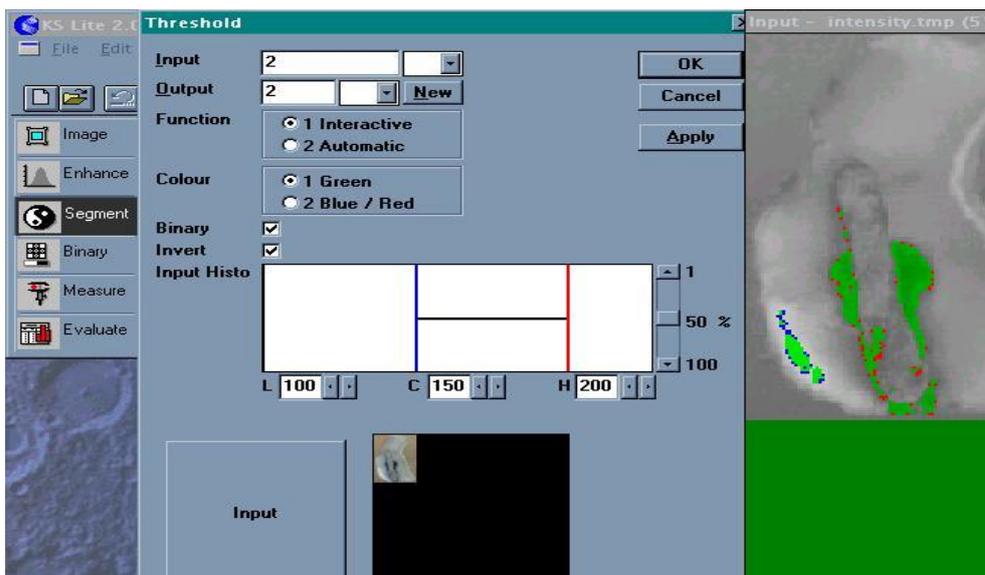


Figura 41: Zonas seleccionadas con el mismo nivel de grises.

17) Con lo que aparecerá una nueva imagen blanco y negro, con solamente las zonas seleccionadas. (Figura 42).

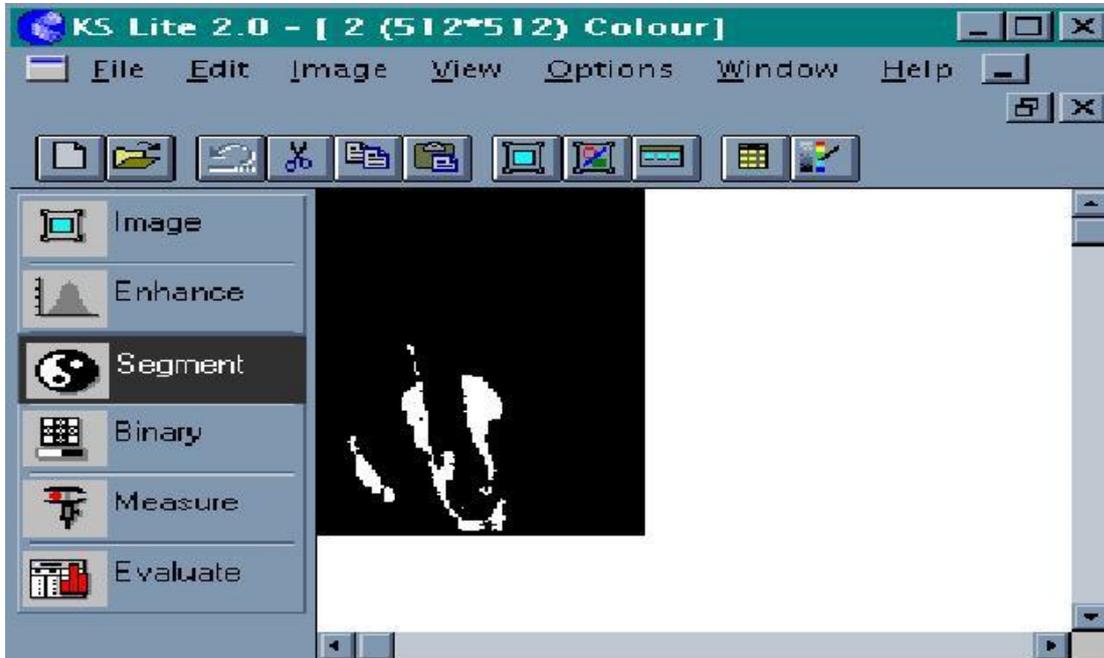


Figura 42: Imagen de zonas seleccionadas en blanco y negro.

18) Sobre ella se pueden realizar medidas de forma automática, abriendo el menú Measure, Automatic. (Figura 43).



Figura 43: Ventana del menú Measure Automatic.

19) Aparecerá una pantalla como en el caso anterior y si nos situamos con el ratón sobre cualquiera de las zonas seleccionadas, se leerán en la casilla correspondiente, los datos de la misma en cuanto a área y perímetro. (Figura 44).

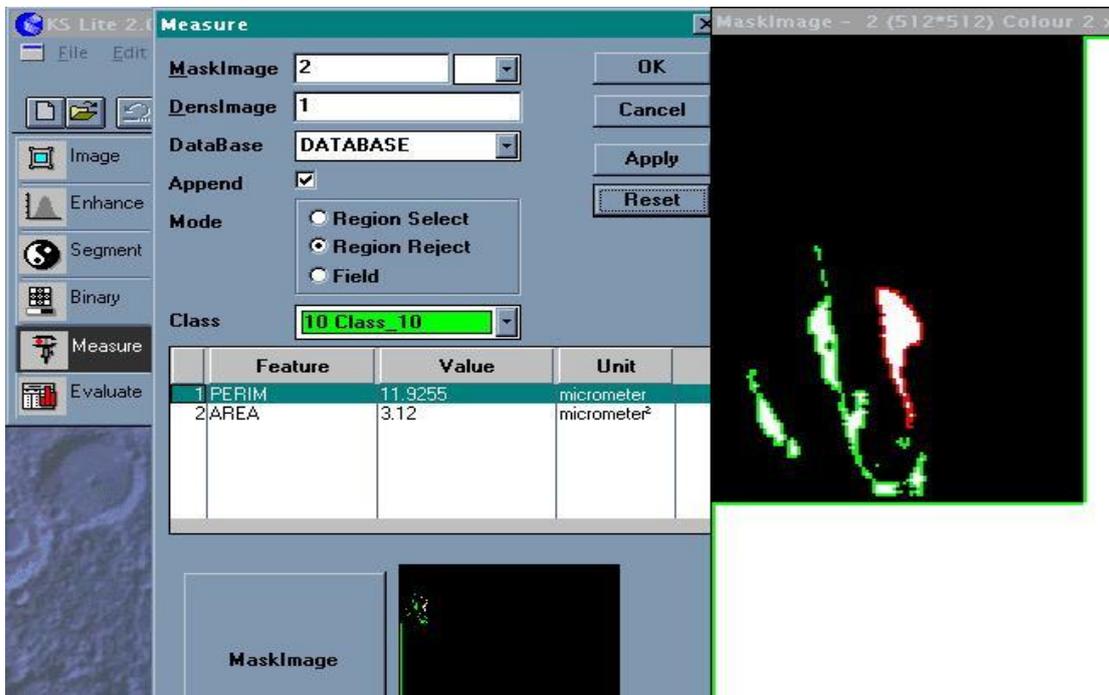


Figura 44: Zona 3 seleccionada y valores en forma automática.

20) Del mismo modo que el caso anterior, abriendo el menú evaluate, se tendrá acceso al listado de estos datos. (Figura 45).



Figura 45: Ventana de menú evaluate data list.

21) Verificación del listado de datos. (Figura 46).

No	PERIM micrometer	AREA micrometer ²
59	8.50	1.23
60	0.28	0.01
61	20.34	3.30
62	4.40	0.49
63	204.62	2449.22
64	1.17	0.06
65	1.37	0.06
66	1.53	0.09
67	8.50	1.23
68	0.28	0.01
69	20.34	3.30
70	4.40	0.49
71	204.62	2449.22

Figura 46: Listado de datos en los parámetros seleccionados.

22) Estadística correspondiente abriendo ventana data histogram. (Figura 47).

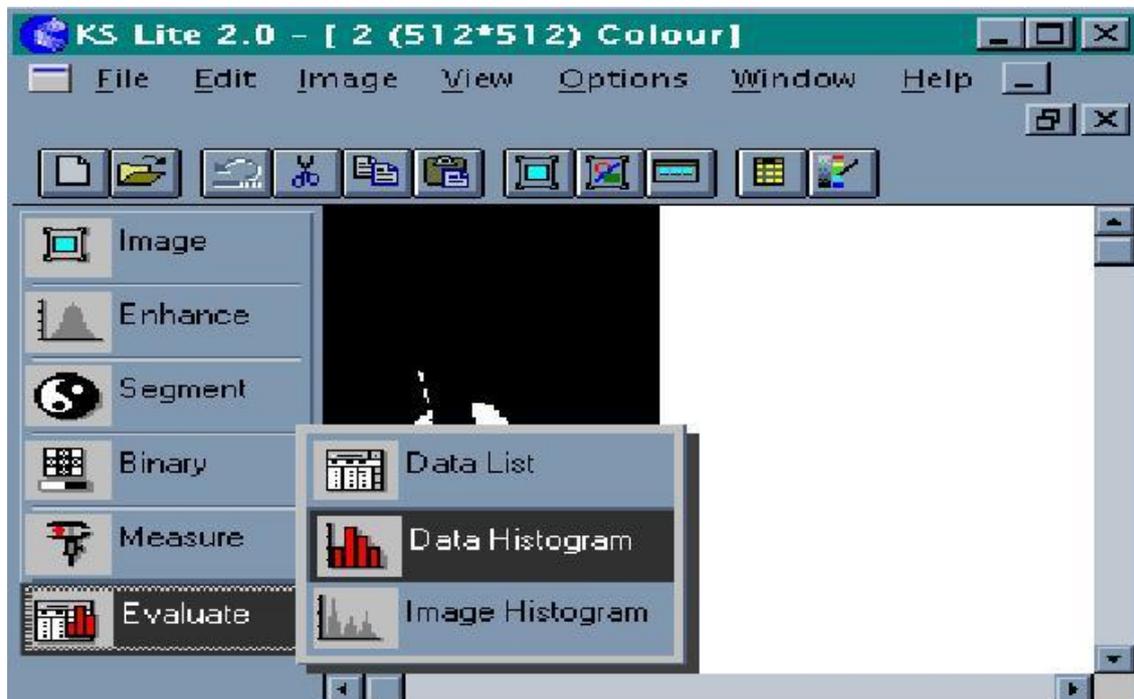


Figura 47: Ventana de menú data histogram.

23) Parámetros seleccionados y sus registros en histograma. (Figura 48).

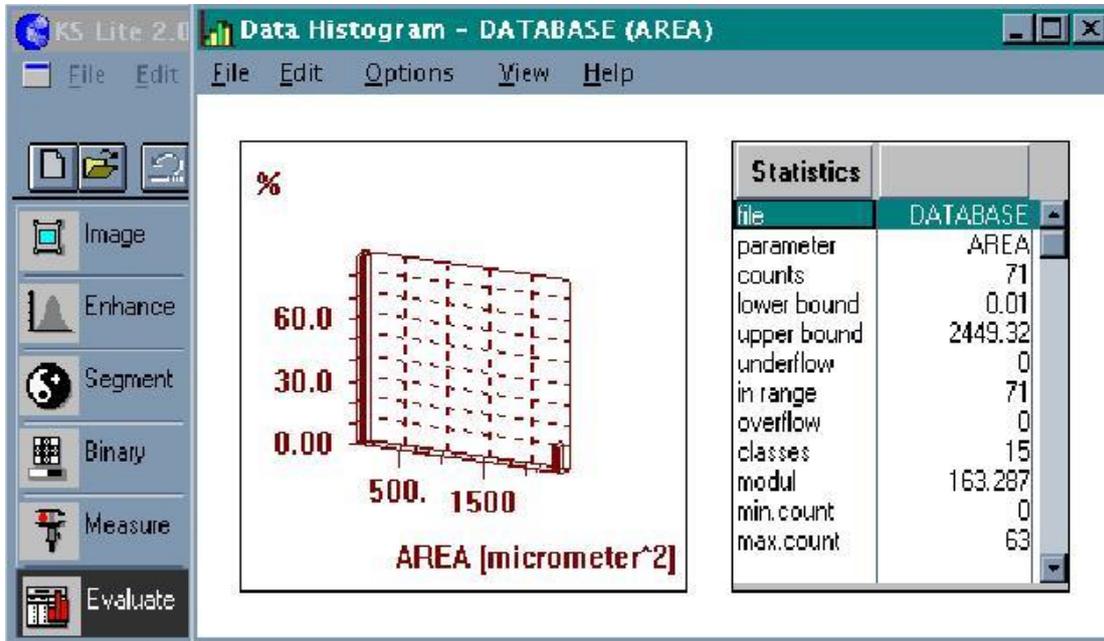


Figura 48: Histograma de medidas automáticas.

24) Completamos la estadística abriendo ventana image histogram. (Figura 49).



Figura 49: Ventana de menú image histogram.

25) Podemos completar la estadística con los valores de image histogram. (Figura 50).

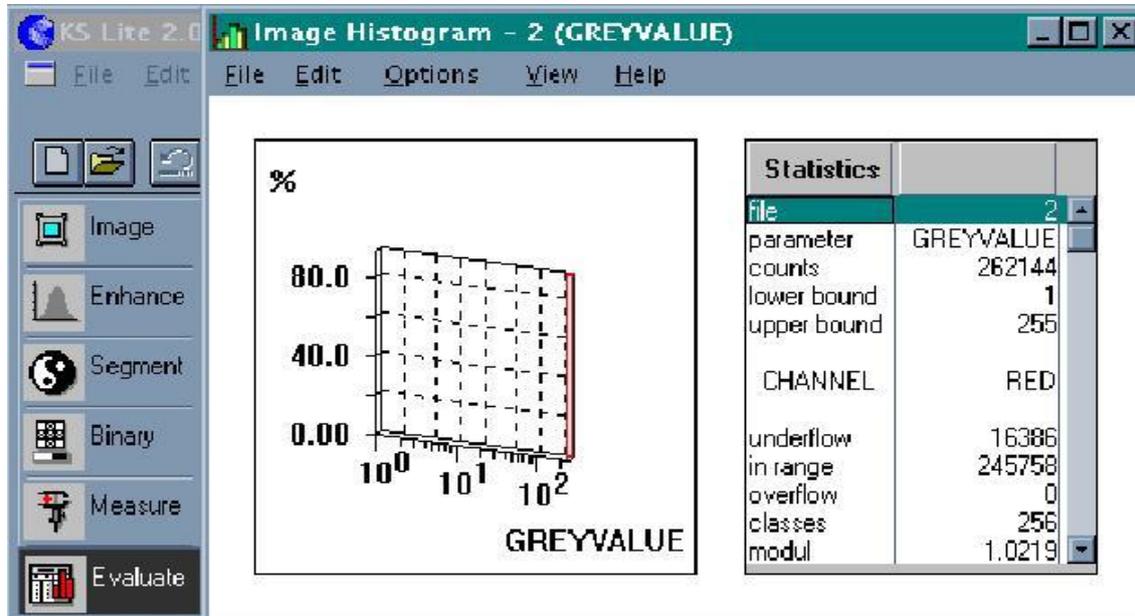


Figura 50: Image histogram y la estadística correspondiente.

26) Sobre la última imagen que se ha obtenido mediante la herramienta Segment, pueden aplicarse algunos filtros sencillos. Concretamente, abriendo el menú Binary, Morphology. (Figura 51).



Figura 51: Ventana binary morphology.

27) Acceso a filtros donde se permiten despreciar las partículas que se encuentran por debajo o por encima de un tamaño estándar (Open). (Figura 52).

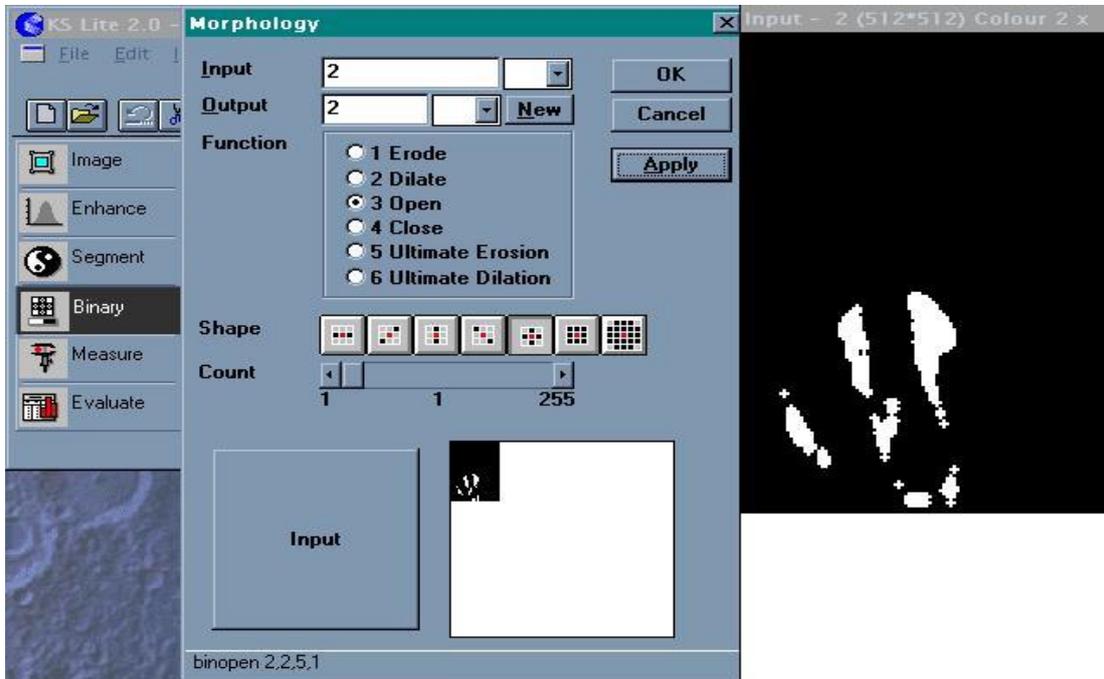


Figura 52: Aplicación de filtro open.

28) Una vez aplicado, volvemos al menú Measure, Automatic, para realizar las medidas. (Figura 53).

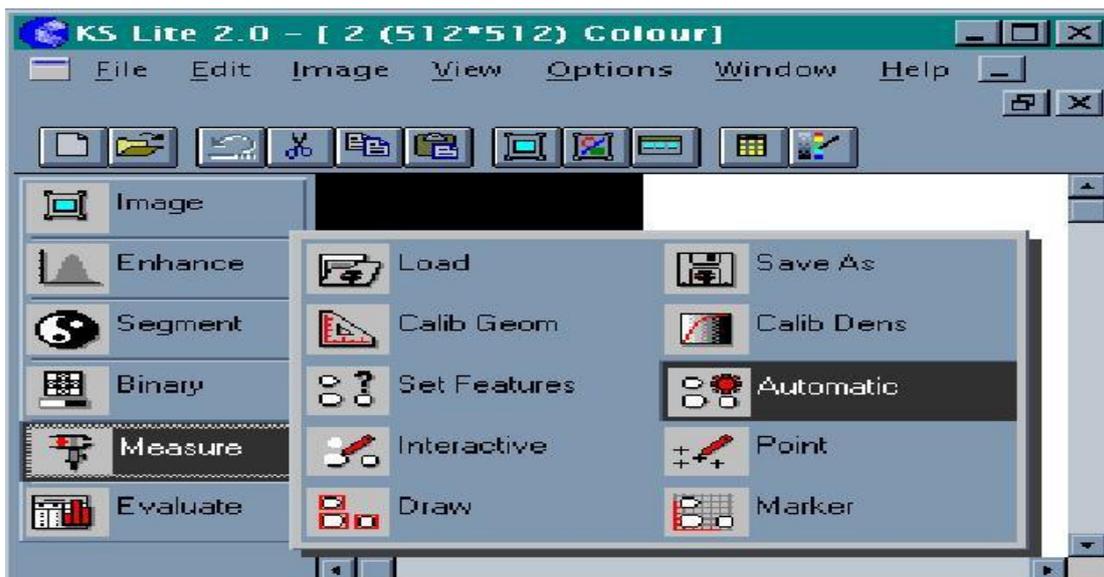


Figura 53: Despliegue de menú measure automatic.

29) Realizamos las medidas en las zonas correspondientes. (Figura 54).

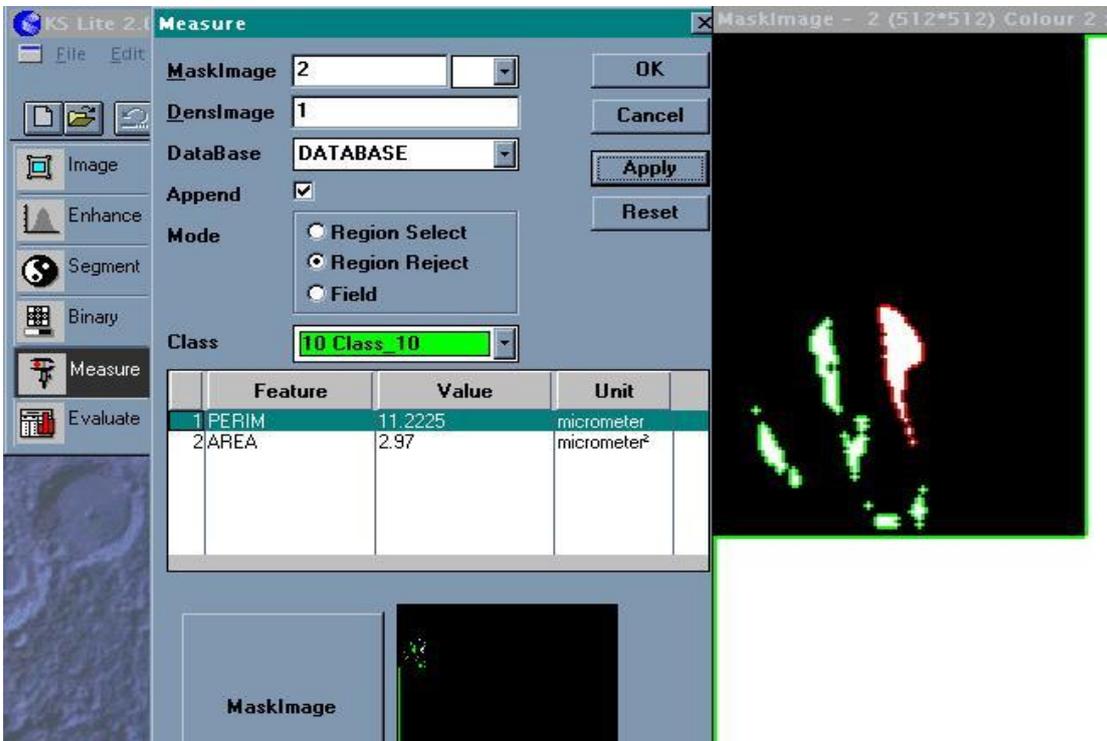


Figura 54: Medicion en zona 3, análisis comparativo de valores.

30) El listado de datos se observa en el menú data list. (Figura 55).

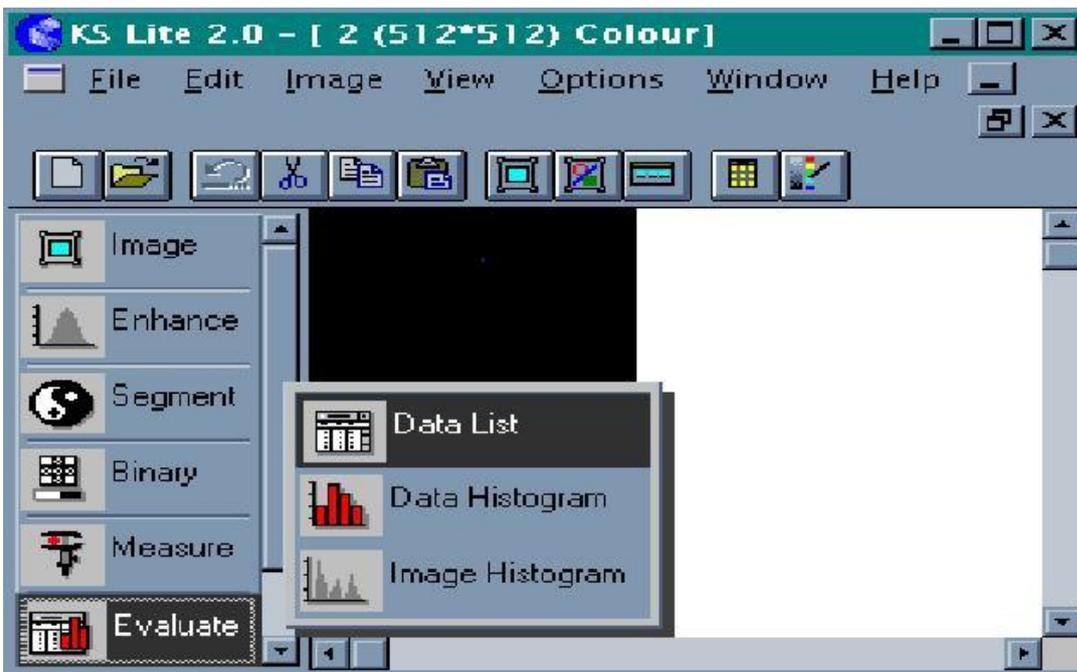


Figura 55: Ventana data list.

31) Listado de datos en parámetros seleccionados. (Figura 56).

No	PERIM micrometer	AREA micrometer ²
124	0.85	0.05
125	2.33	0.35
126	3.71	0.39
127	204.62	2449.22
128	0.85	0.05
129	7.68	1.64
130	11.22	2.97
131	6.33	0.88
132	5.99	1.02
133	0.85	0.05
134	2.33	0.35
135	3.71	0.39
136	204.62	2449.22

Figura 56: Podemos observar el número de datos y los valores correspondientes.

32) Se realizó el histograma correspondiente abriendo menú data histogram. (Figura 57).

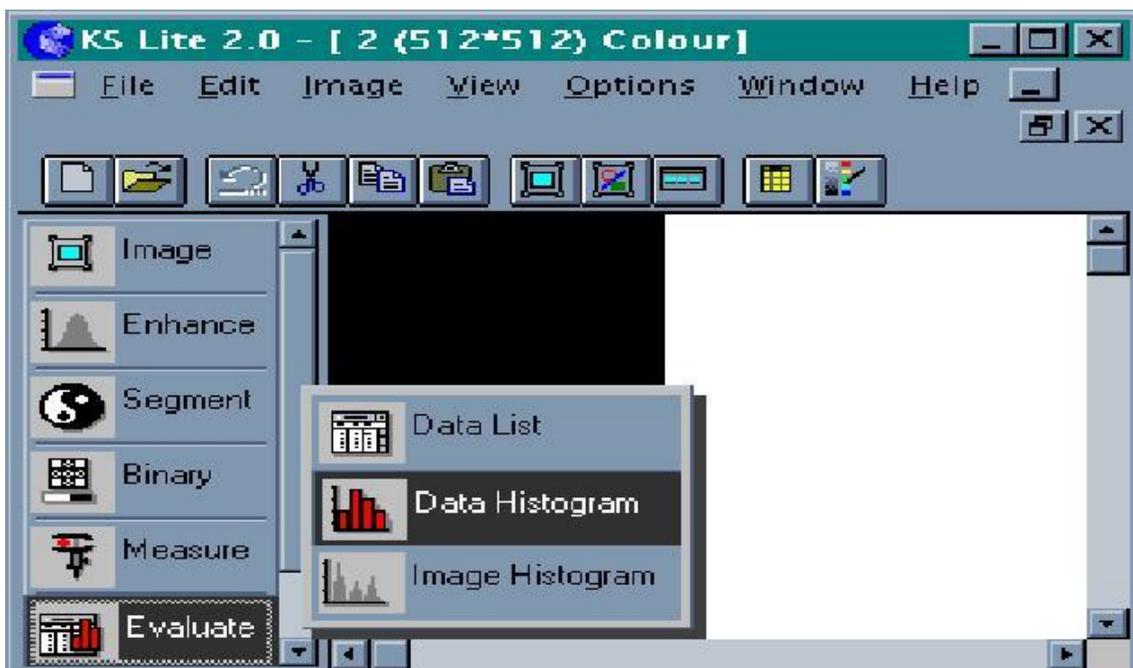


Figura 57: Ventana data histogram.

33) El histograma correspondiente. (Figura 58).

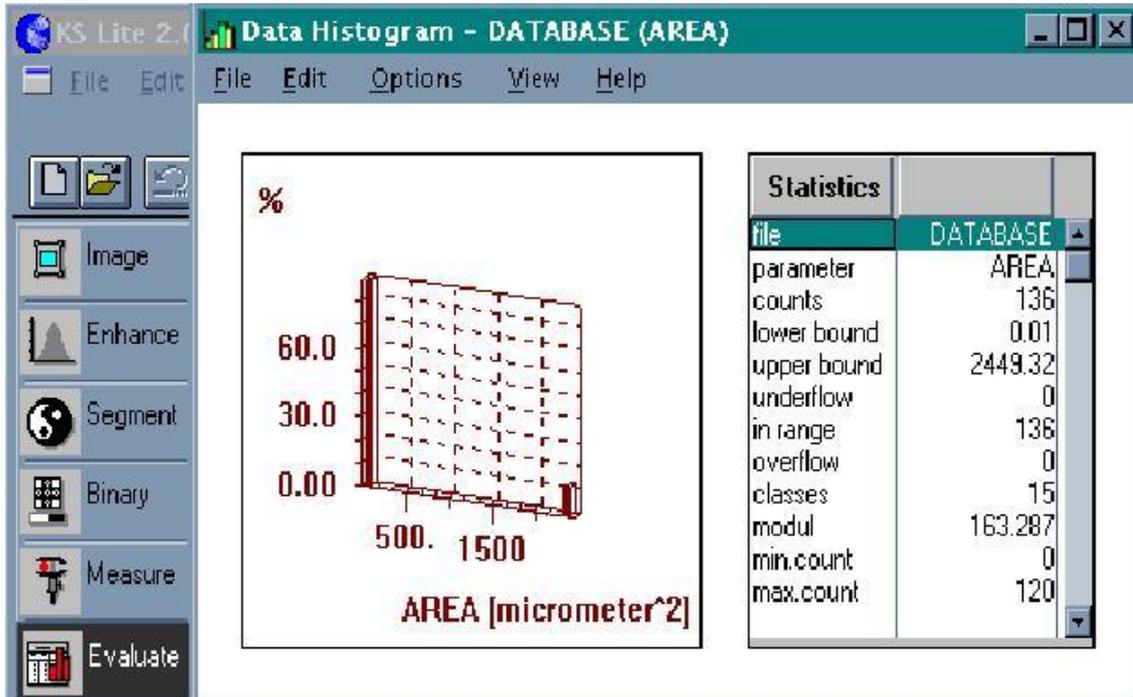


Figura 58: histograma y estudio estadístico.

34) Completamos el análisis en image histogram. (Figura 59).

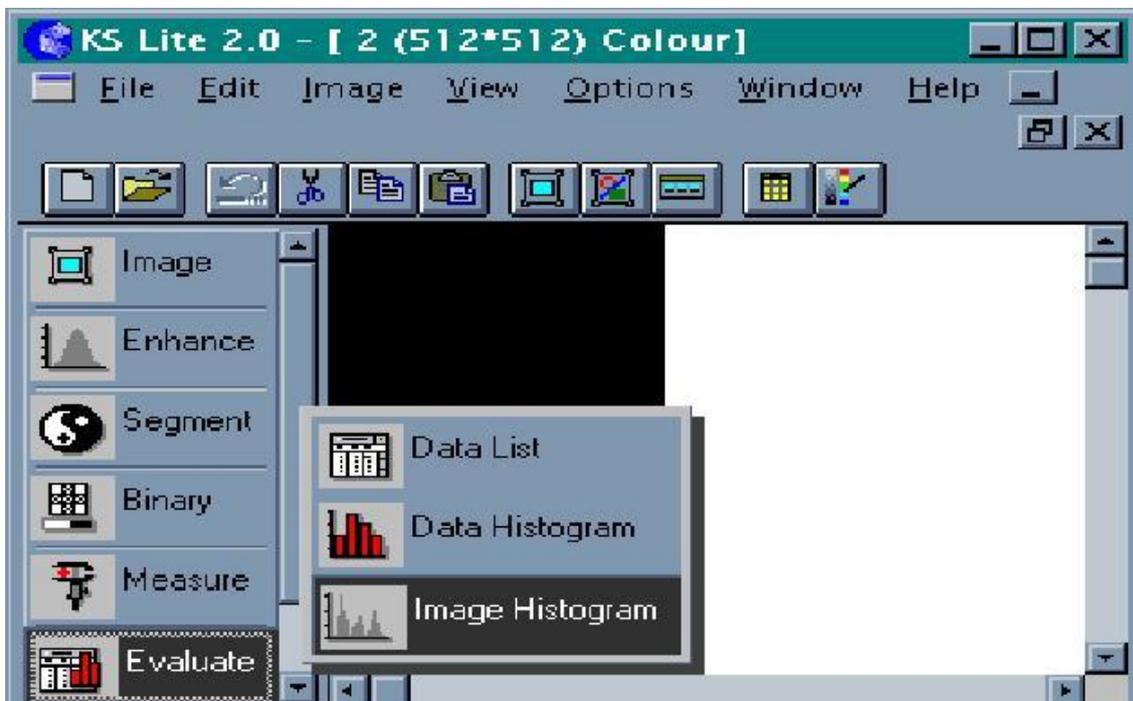


Figura 59: Ventana image histogram.

35) Obtenemos las mediciones con el detalle estadístico. (Figura 60).

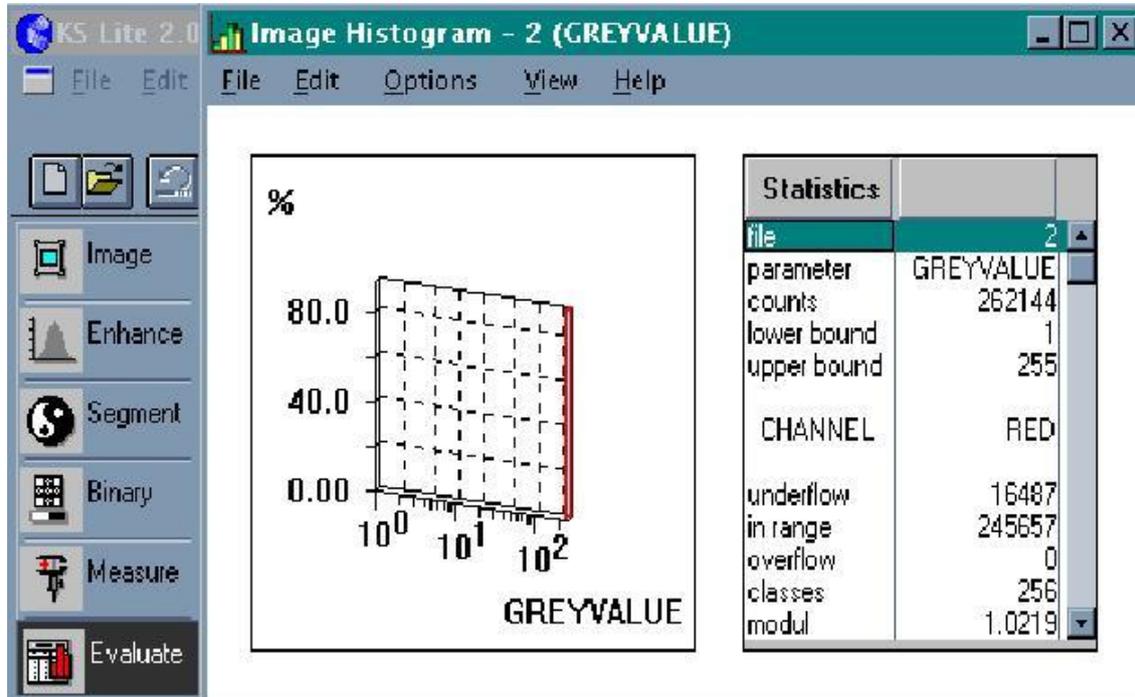


Figura 60: Imagen de histograma y análisis de valores.

36) Volvemos nuevamente al menú binary morphology. (Figura 61).



Fig 61: Ventana desplegada de menú binary morphology.

37) Seleccionamos otro filtro que delimita más precisamente las partículas seleccionadas (Erode). (Figura 62).

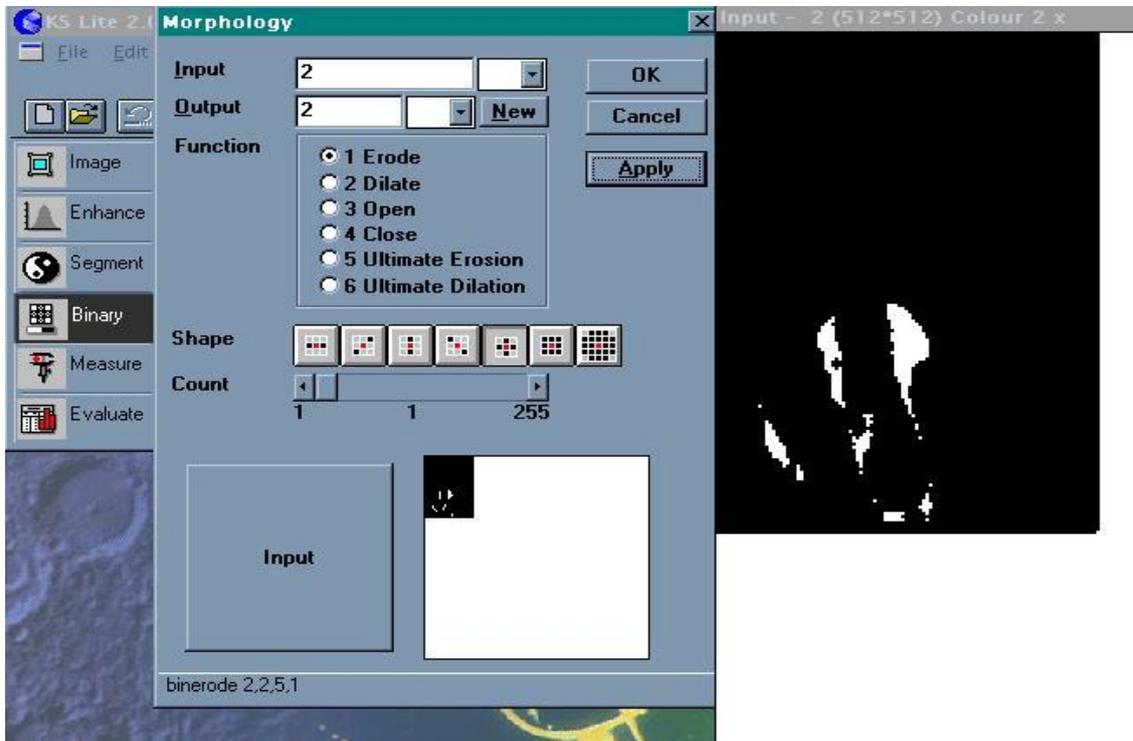


Figura 62: Aplicación del filtro en la imagen de la derecha.

38) Realizamos nuevamente la apertura del menú measure automatic. (Figura 63).



Figura 63: Ventana del menú measure automatic.

39) A la imagen obtenida le realizamos las mediciones correspondientes. (Figura 64).

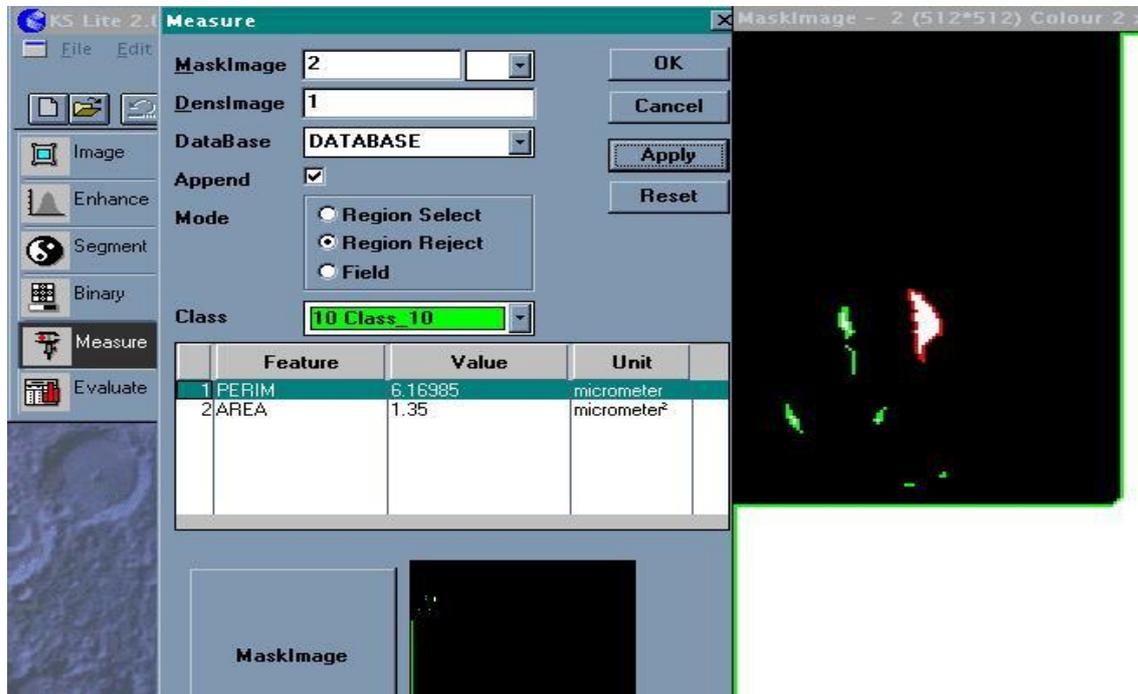


Figura 64: En la imagen se pueden ver los valores una vez seleccionada.

40) Desplegamos el menú data list. (Figura 65).

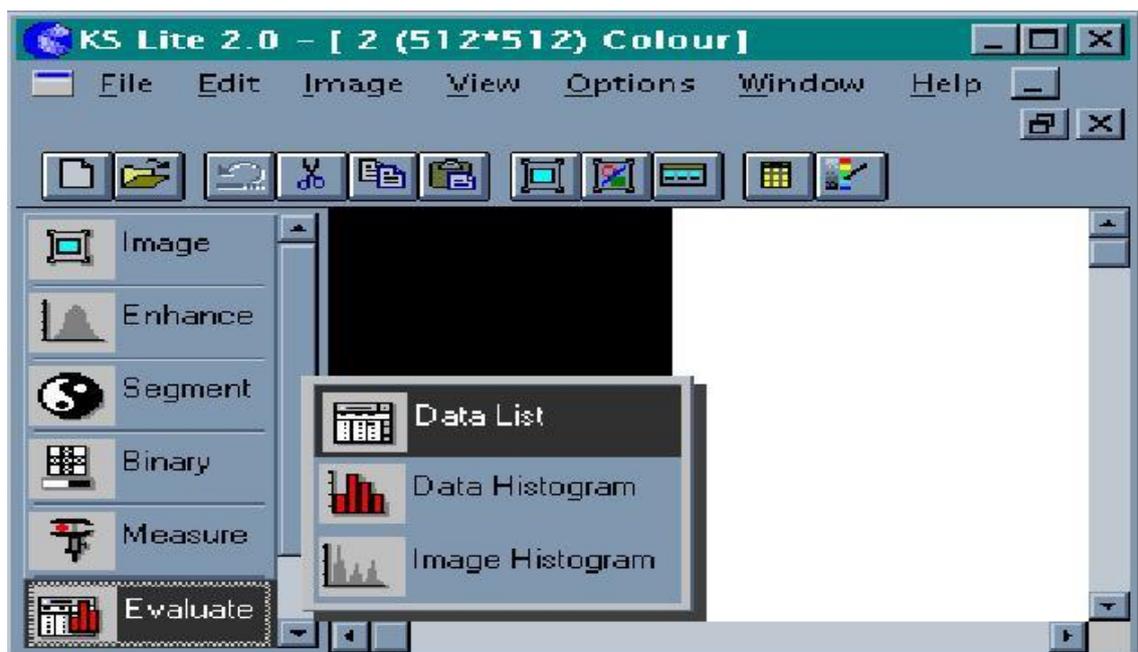


Figura 65: Ventana data list.

41) Visualizamos el listado de datos contabilizando el número de estadísticas efectuadas. (Figura 66).

No	PERIM micrometer	AREA micrometer ²
181	2.25	0.10
182	2.41	0.19
183	0.62	0.03
184	0.68	0.03
185	204.51	2443.87
186	2.67	0.30
187	6.17	1.35
188	2.25	0.10
189	1.53	0.10
190	2.41	0.19
191	0.62	0.03
192	0.68	0.03
193	204.51	2443.87

Figura 66: Número de mediciones realizadas.

42) Apertura del menú data histogram. (Figura 67).

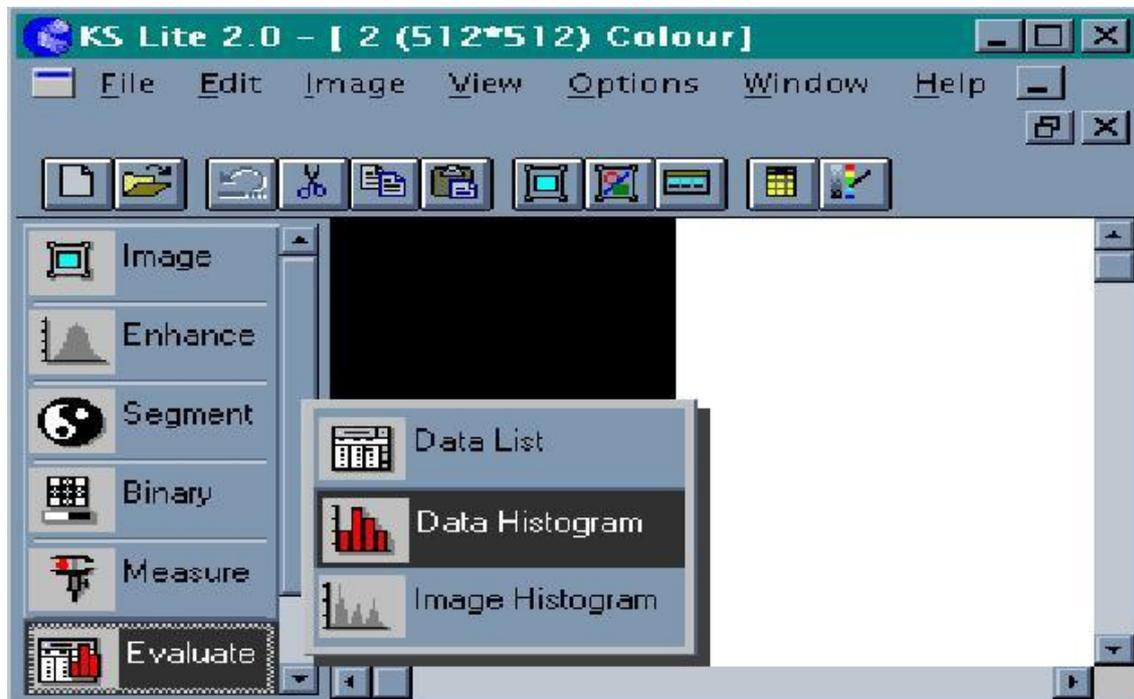


Figura 67: Ventana data histogram.

43) Histograma de las zonas medidas. (Figura 68).

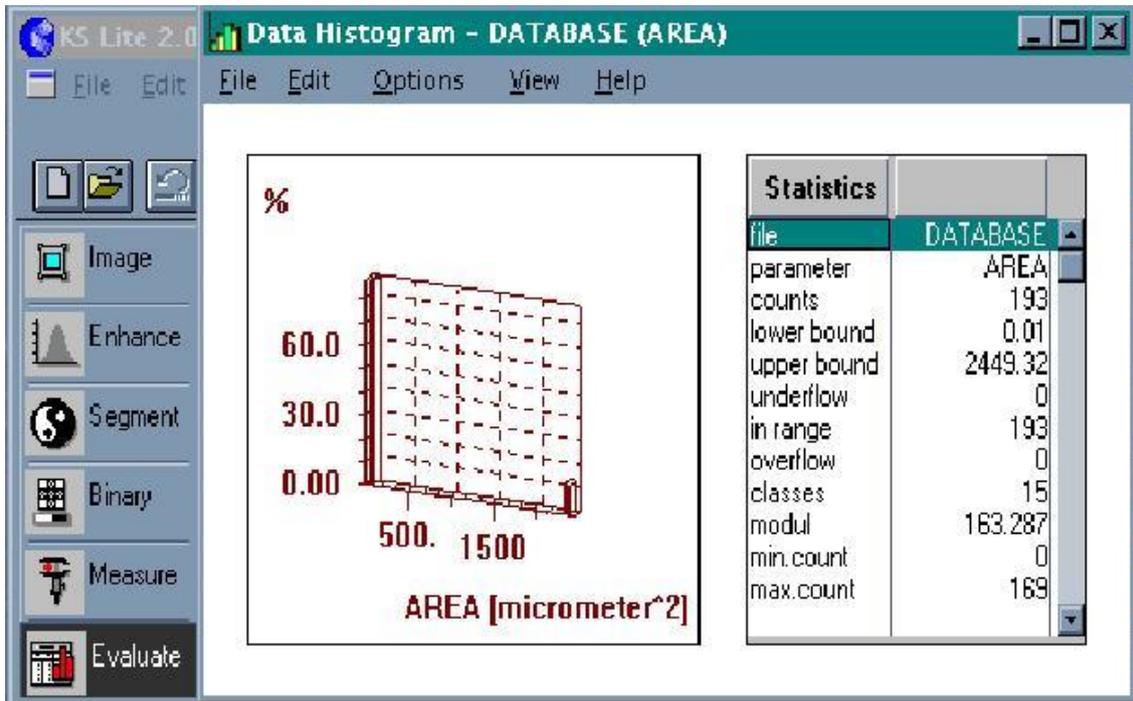


Figura 68: Histograma y datos estadísticos.

44) Abrimos imagen histogram. (Figura 69).

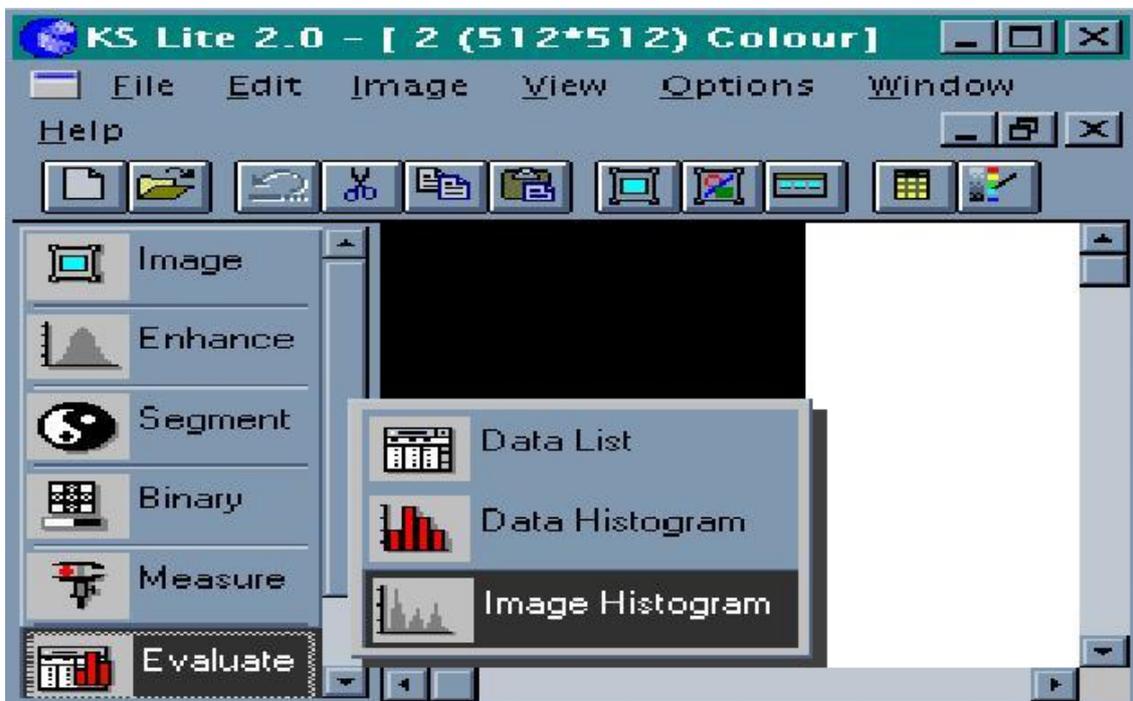


Figura 69: Ventana image histogram.

45) Estadística de las zonas evaluadas. (Figura 70).

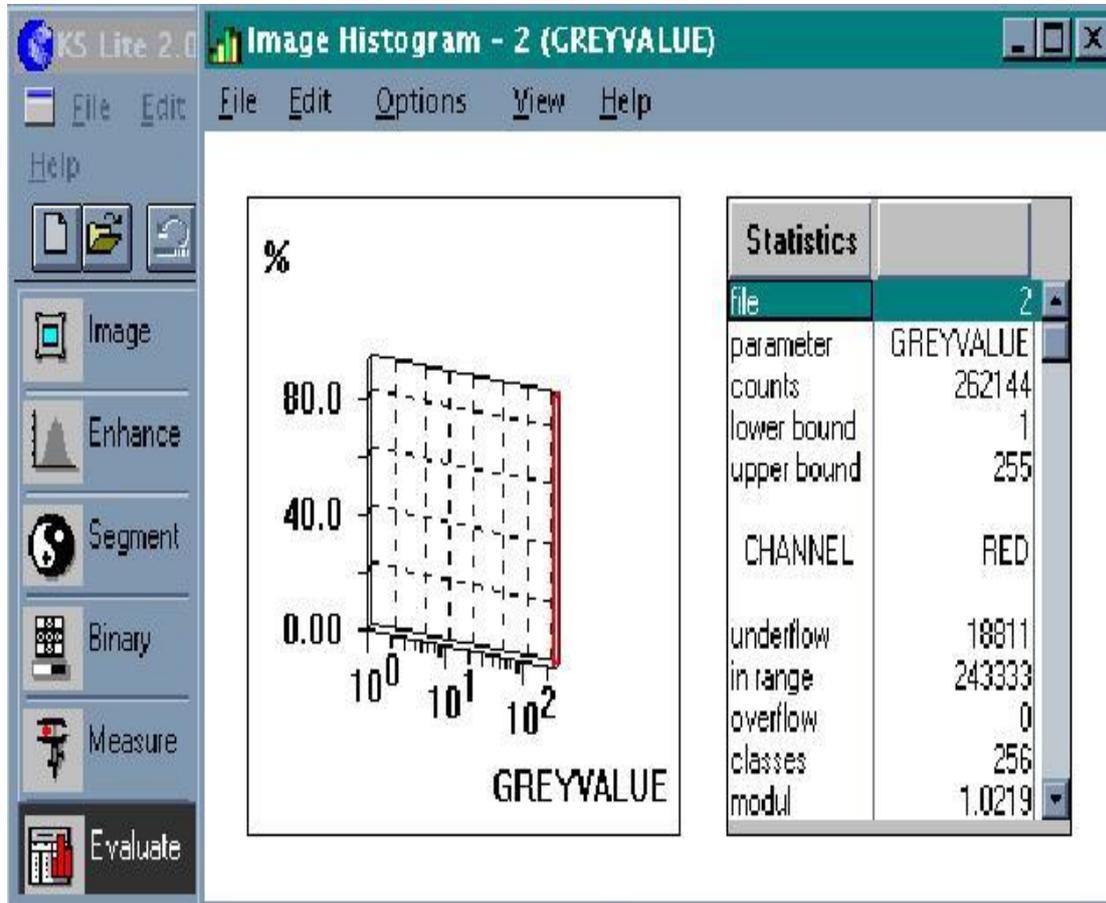


Figura 70: image histogram con detalle minuciosos de las zonas seleccionadas.

Para efectuar la simulación se incorporaron los datos en forma numérica y se los aplicó sobre los elementos y puntos de las muestras. Fueron introducidos en un programa Surfer (surfdriver software-Moody and Lozanoff. Honolulu. HI.USA), el que suministra sobre la pantalla bidimensional del ordenador con las coordenadas espaciales X, Y y Z de cada uno de esos 100 puntos para cada una de las muestras. (Figuras 71 y 72).

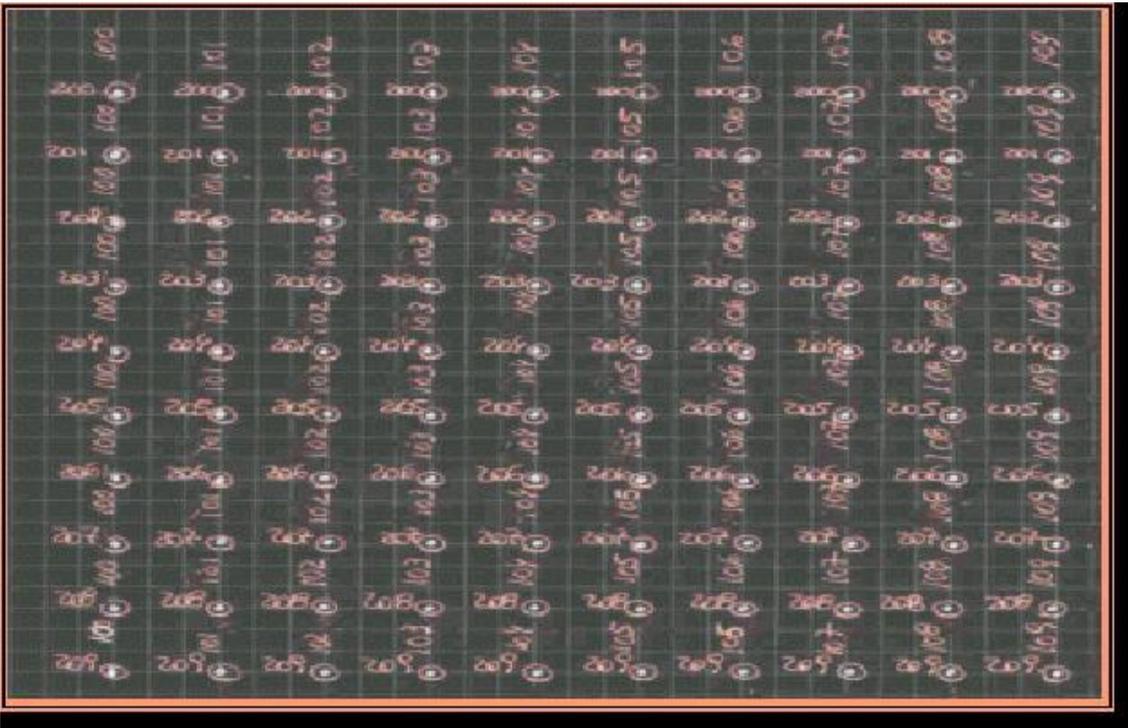


Figura 71: Grilla con base de datos numéricos para X Y.

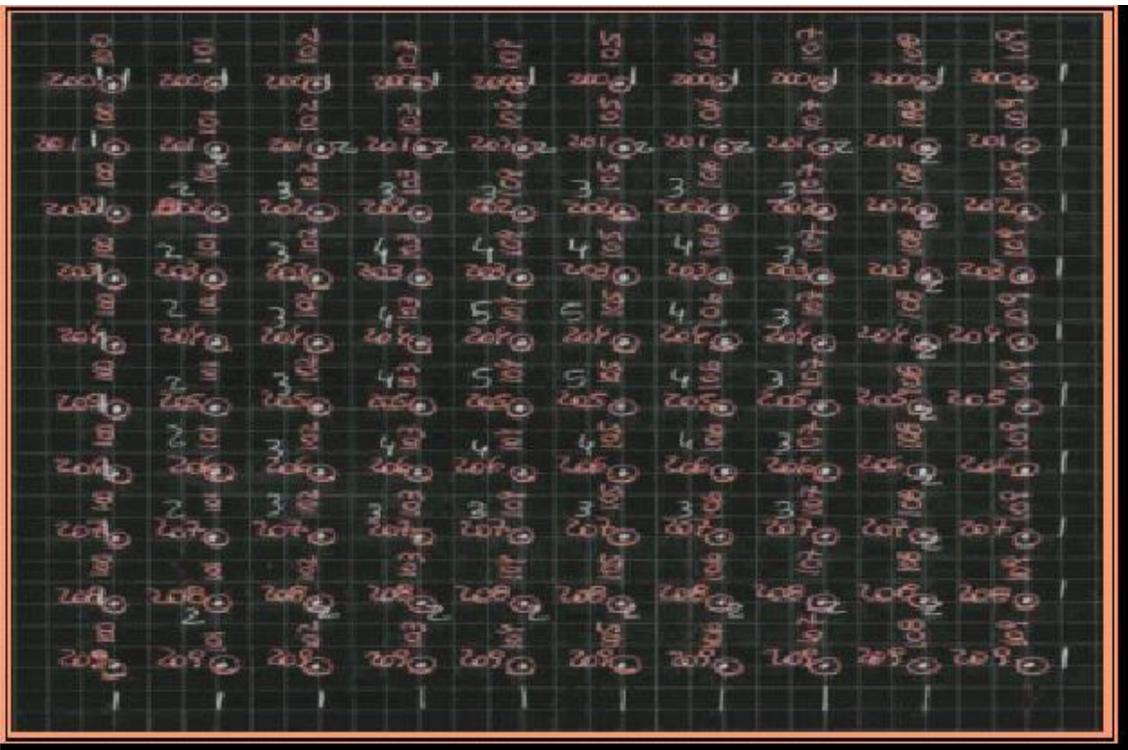


Figura72: Grilla con datos numéricos para los niveles de X Y Z.

En base a estas grillas se realizaron las mediciones en las coordenadas xyz para cada uno de los puntos que determinan la estructura dentaria de cada una de las muestras. (Figura 73).

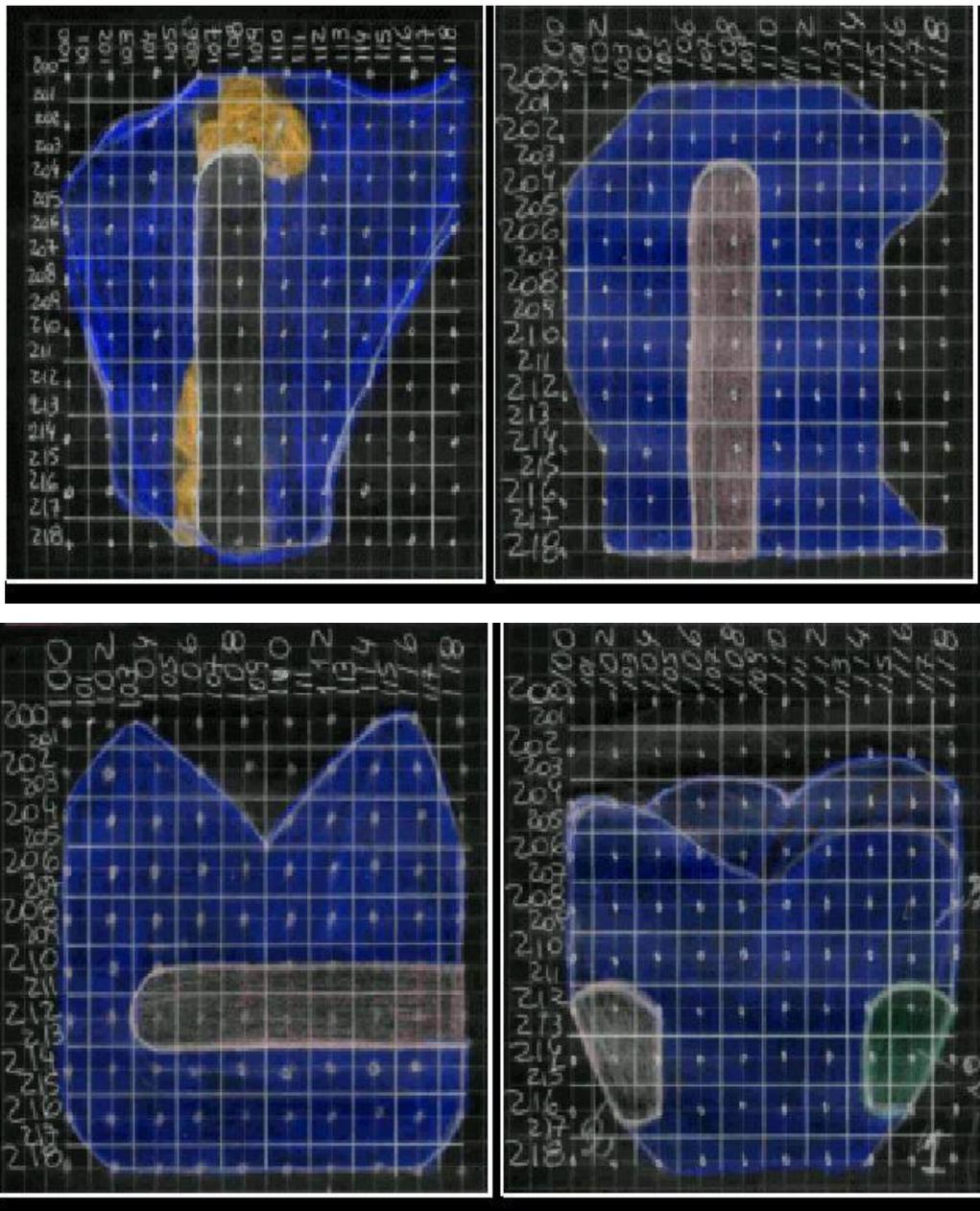


Figura 73: Grillas: A-Muestra amalgama microfiltrada B- Muestra experimental sin microfiltración C- Preparación cavitaria vista proximal D- Preparaciones cavitarias vista vestibular.

A partir de una base de datos Excel, se obtiene un formato txt, que será importada por el programa en formato GRD, los que son requeridos para la elaboración del contorno del mapa, de la superficie a plotear y guía la performans de las operaciones requeridas en el perfil de la grilla. Los datos XYZ están organizados en columnas ; los datos de X en la columna A , Y en la columna B y Z en la columna C, la información se centraliza en datos en A de longitud, en B de latitud y C datos de elevación. Esta información se utilizó para elaborar datos estadísticos.

Con este método, la computadora maneja tres coordenadas, x-y-z, en base a una retícula que trabaja en el área escaneada centralizando la investigación en el área de microfiltración. Las marcaciones en 100µm en el plano x-y proveen una información de aproximadamente 3,000 o 5,000 puntos medidos en la superficie, permitiendo crear una red tridimensional de las muestras y modelar de este modo sus imágenes 3D.

Esta imagen se genera casi de inmediato una vez introducidos los datos con el programa Surfer (Figura 74).

Se despliegan las listas de grilla, trabajando en base a datos que se despliegan del menú grilla, realizando cálculos operacionales geométricos con análisis selectivo de volumen y densidad como también situaciones operacionales desplegadas del menú mapa con operaciones de movimiento de la imagen en 3 dimensiones, con un grado con confiabilidad por la exactitud de la transpolación.



Figura 74: Programa Surfer, con el menú desplegado de operaciones de Windows

El programa requiere que los datos de la imagen guardados en base de datos txt sea transformado a base de datos GRD para incorporarlos al programa. (Figura 75).

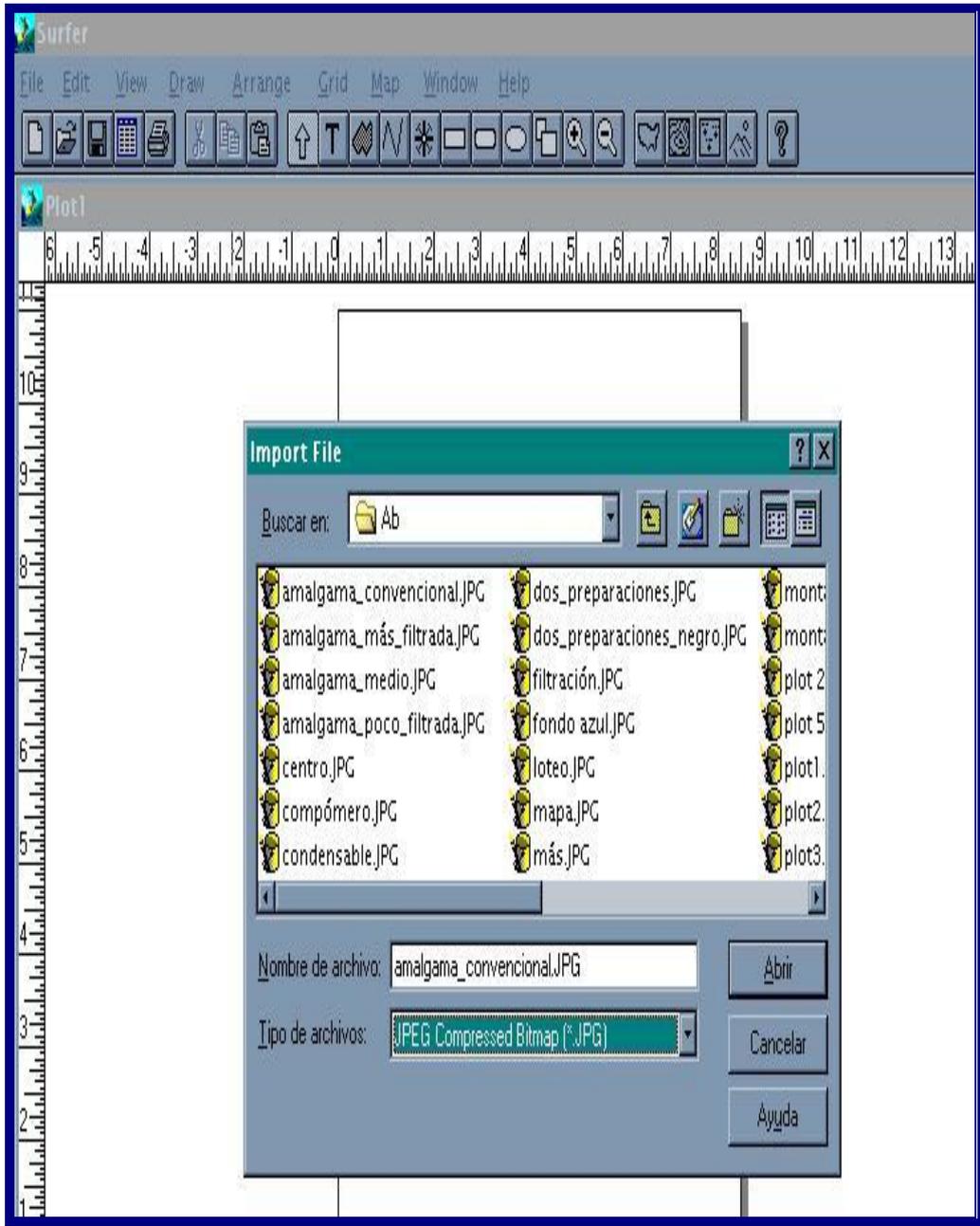


Figura 75: Operación de importación de base de datos txt a formato GRD.

Necesitamos abrir una nueva página para operar con la imagen digitalizada. (Figura 76).

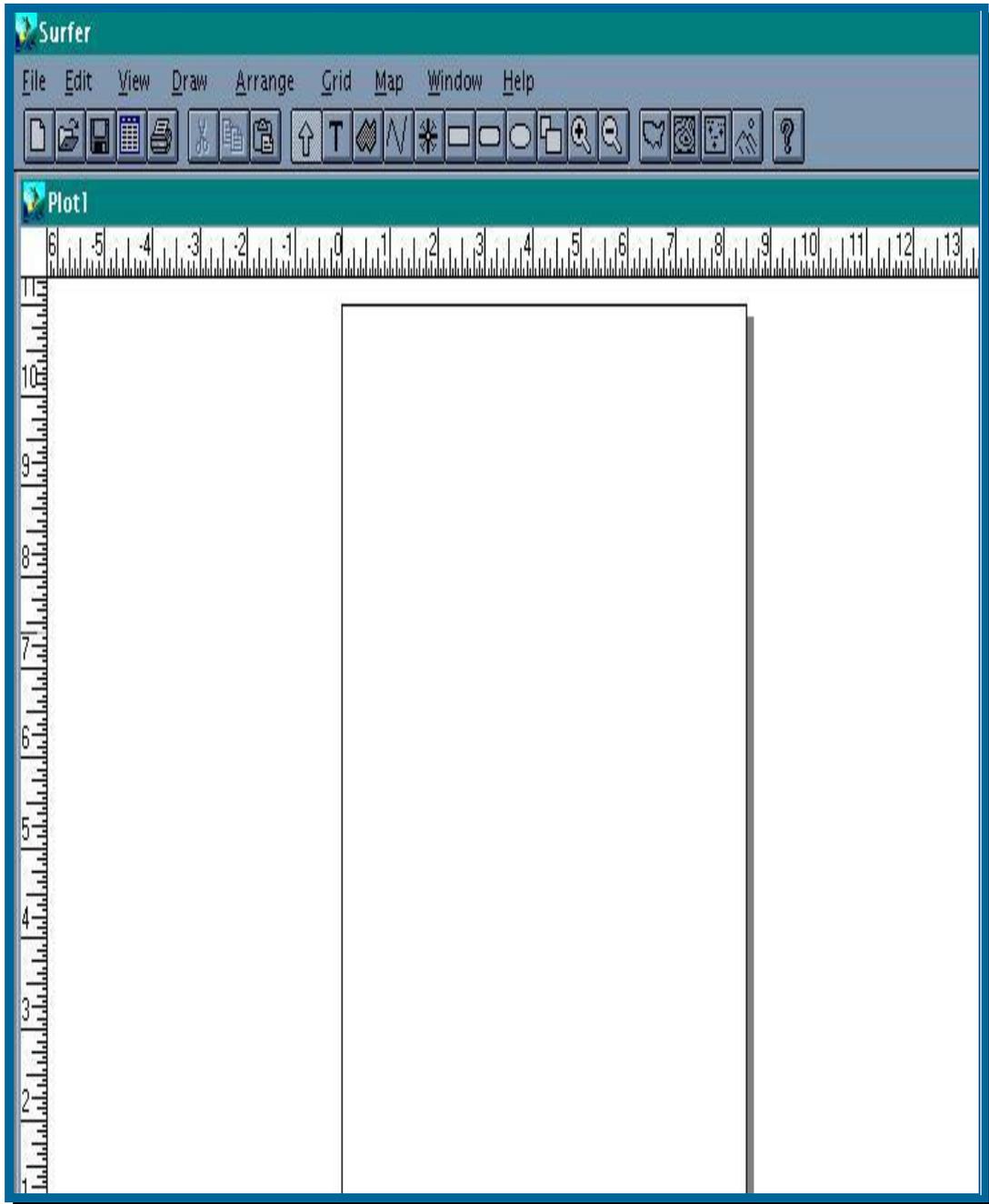


Figura 76:Comando operacional del nuevo Plot 1, para inicio de operaciones con imagen digitalizada y calibrada.

Seguidamente se realizaron las calibraciones en las escalas xyz. (Figura 77).

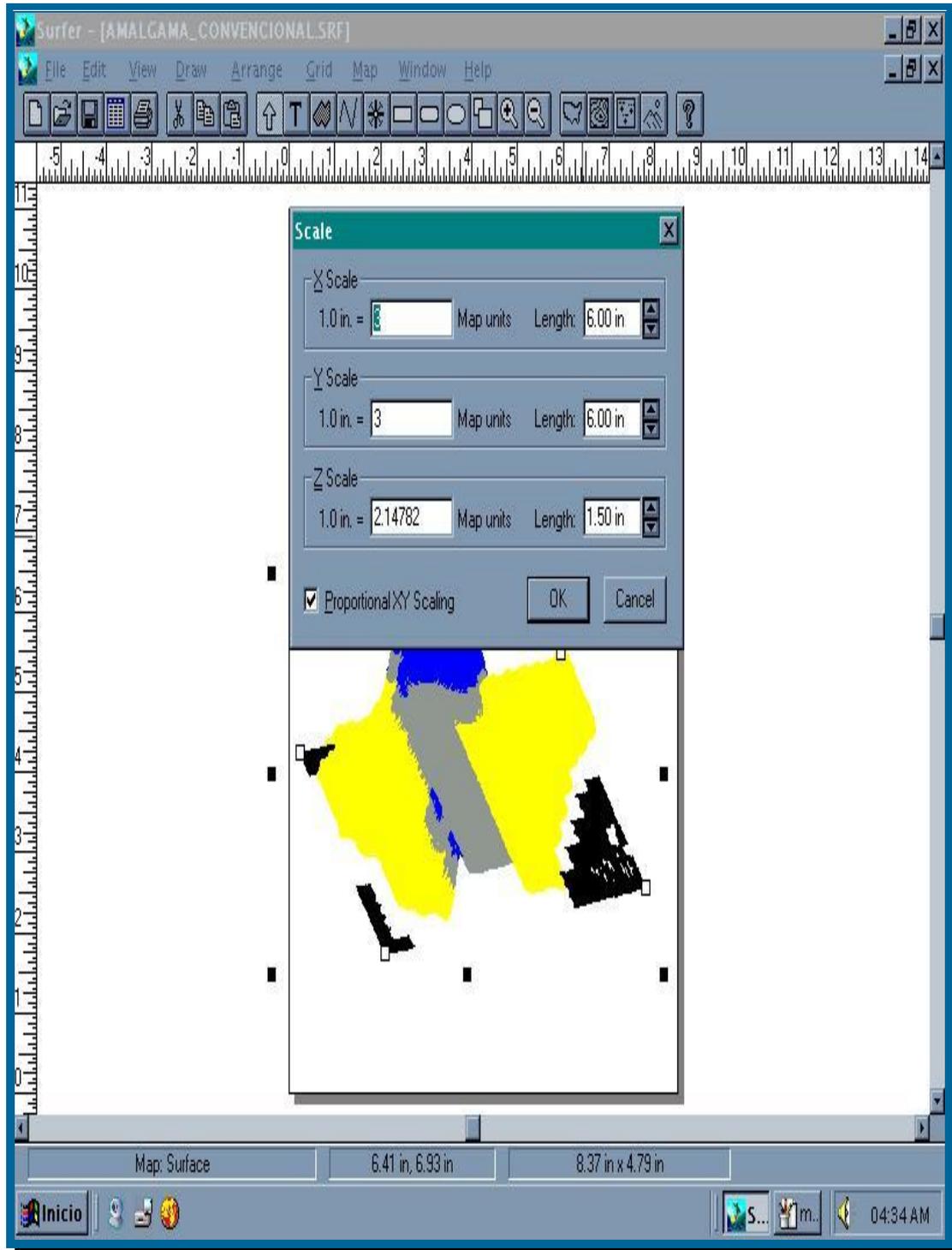


Figura 77: Escala y calibración, XYZ, para las mediciones.

Visualización de los valores de la muestra incorporada con detalle de las coordenadas xyz. (Figura 78).

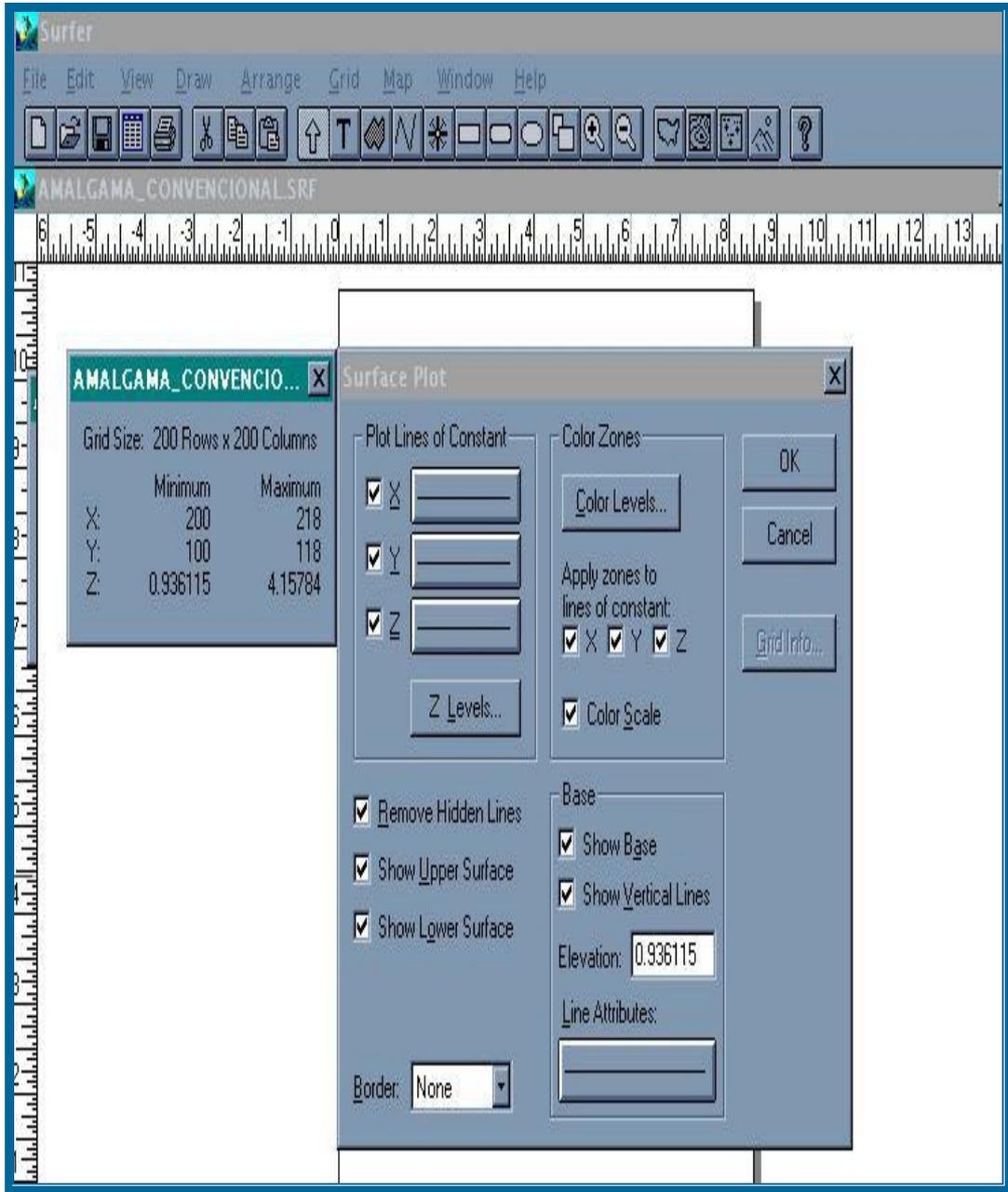


Figura 78: Rango de datos, en máximos y mínimos sobre las coordenadas XYZ.

Detalles en el menú grilla desplegando los parámetros a valorar. (Figura 79).

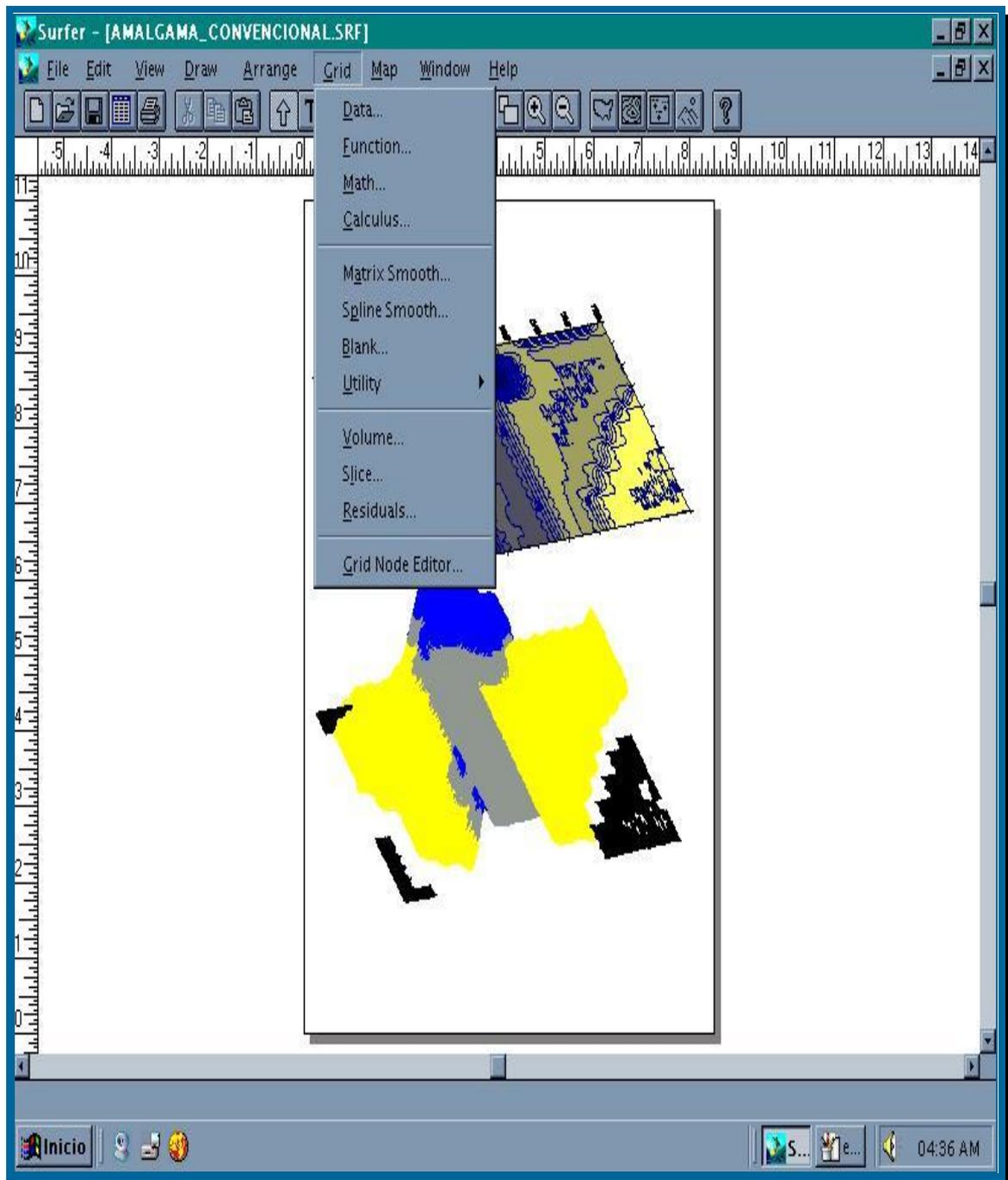


Figura 79: Menú grilla, desplegado para análisis de volúmenes.

Se desplegó el menú mapa para la ubicación espacial en 3D. (Figura 80).

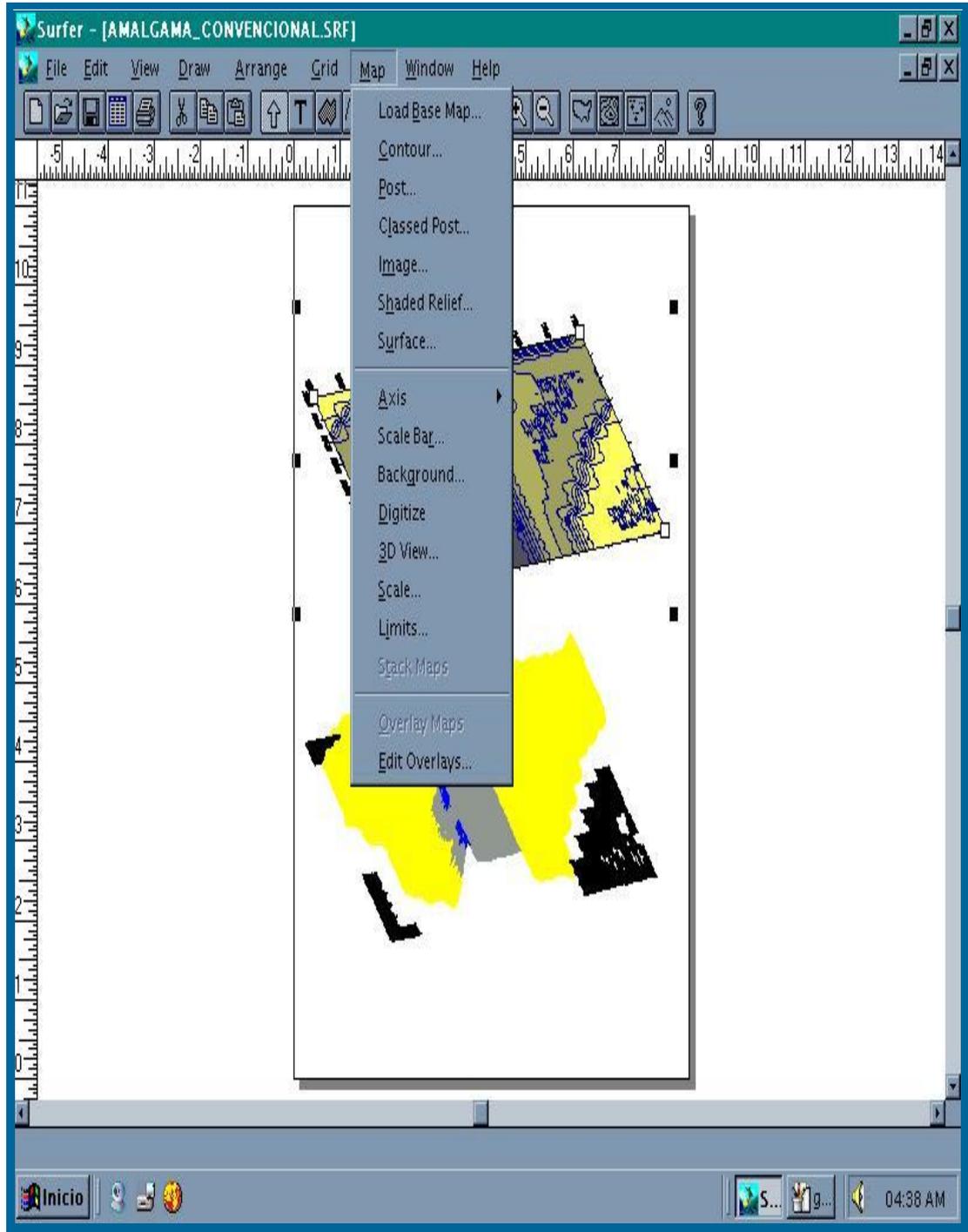


Figura 80: Despliegue del menú mapa y disposición espacial 3D.

Realizamos en la grilla calibración para las líneas con niveles de colores y conteo por niveles. (Figura 81).

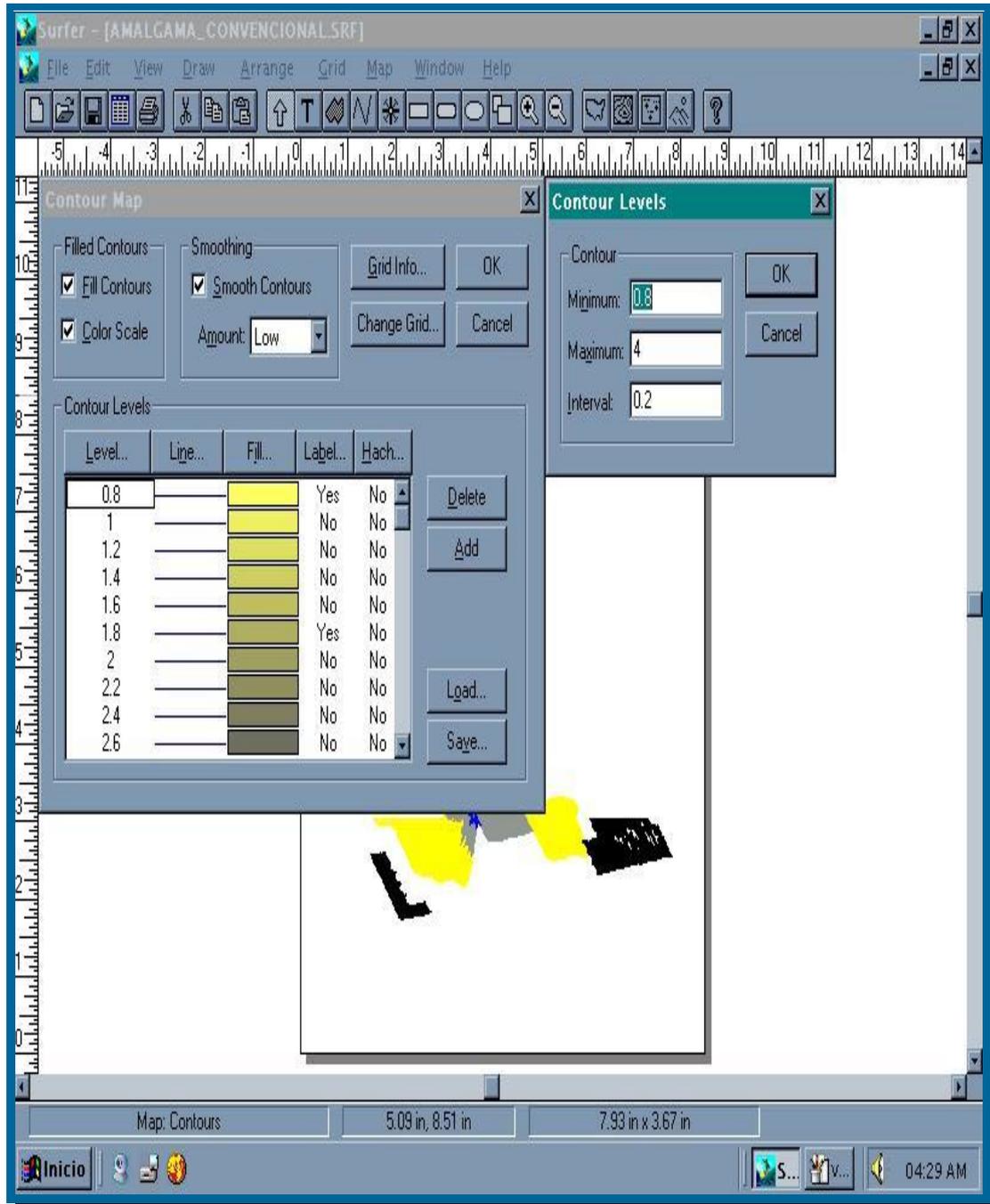


Figura 81: Calibración, niveles de colores con grilla de información

Las estructuras de simulación en forma de red se pueden manipular en el ordenador, esto es, se pueden mover en cualquier dirección en el espacio y esto nos permite observar la morfología de las superficies microfiltradas.

Se puede observar el resultado de la aplicación en la zona 7 de la muestra, donde el se halla ligeramente deformado, estirado y desplazado hacia delante. (Figura 82).

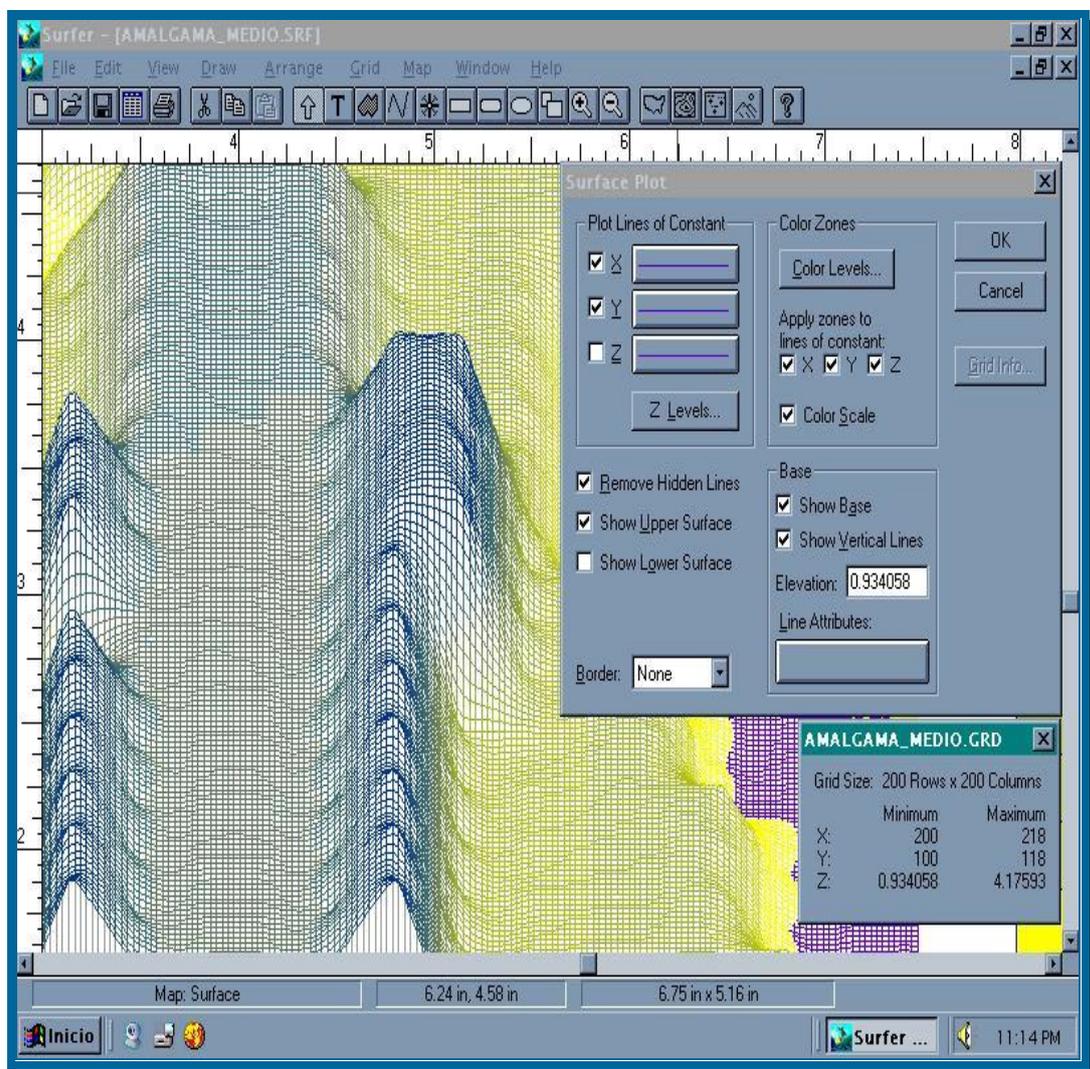


Figura 82: Muestra 5 de amalgama diente 2 base con rango desplegado.

La grilla digitalizada del material estético es analizada en las coordenadas xyz. (Figura 83).

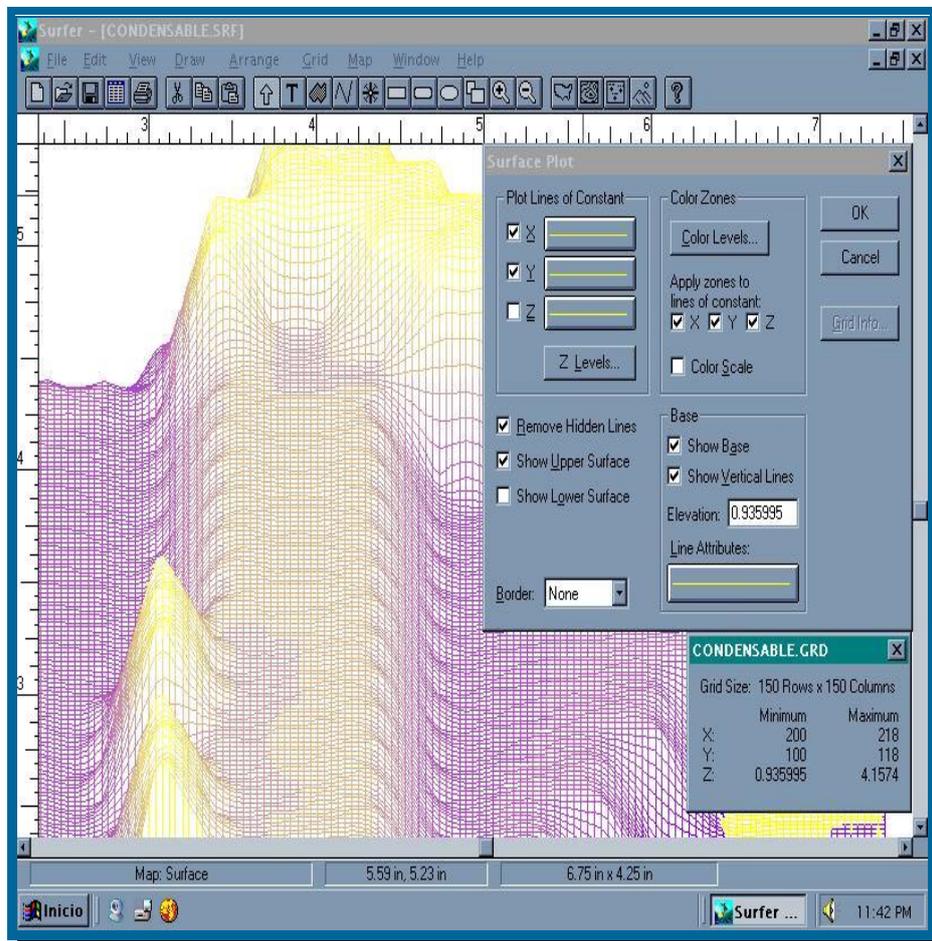


Figura 83: escala y rango de datos de la muestra 1 diente 3 (condensable).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de varianza fue utilizado para determinar diferencias significativas entre las medias de los grupos experimentales.

Se utilizó la metodología estadística no paramétrica de comparación de varias muestras independientes, test de Kruskal - Wallis. Para comparar promedios de valores, se utilizó la técnica no paramétrica test de Mann - Whitney U.

III. RESULTADOS

A- Análisis comparativo de la microfiltración con materiales plásticos en dientes temporarios.

En base al análisis y medición de las muestras realizadas con el programa Kslite Kontron 2.0. determinamos la superficie media de microfiltración, como se puede observar en la Figura 84.

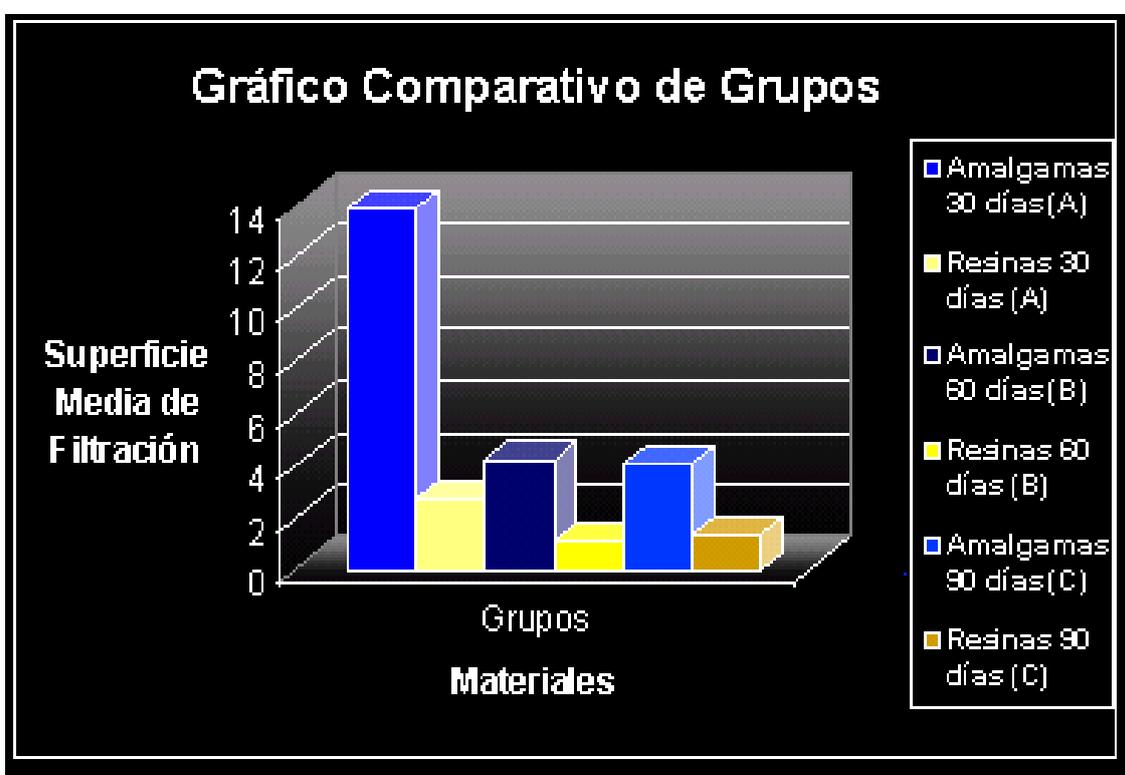


Figura 84: Superficie media de filtración - material de obturación.

Establecida la superficie media de filtración, se comprobó que existen diferencias significativas entre las amalgamas y resinas en grupos de 30 días de prueba ($p < 0.001$). También las diferencias fueron significativas en las amalgamas y resinas de 60 días de prueba ($p < 0.01$) y en 90 días de prueba, ($p < 0.01$). (Figura 85).

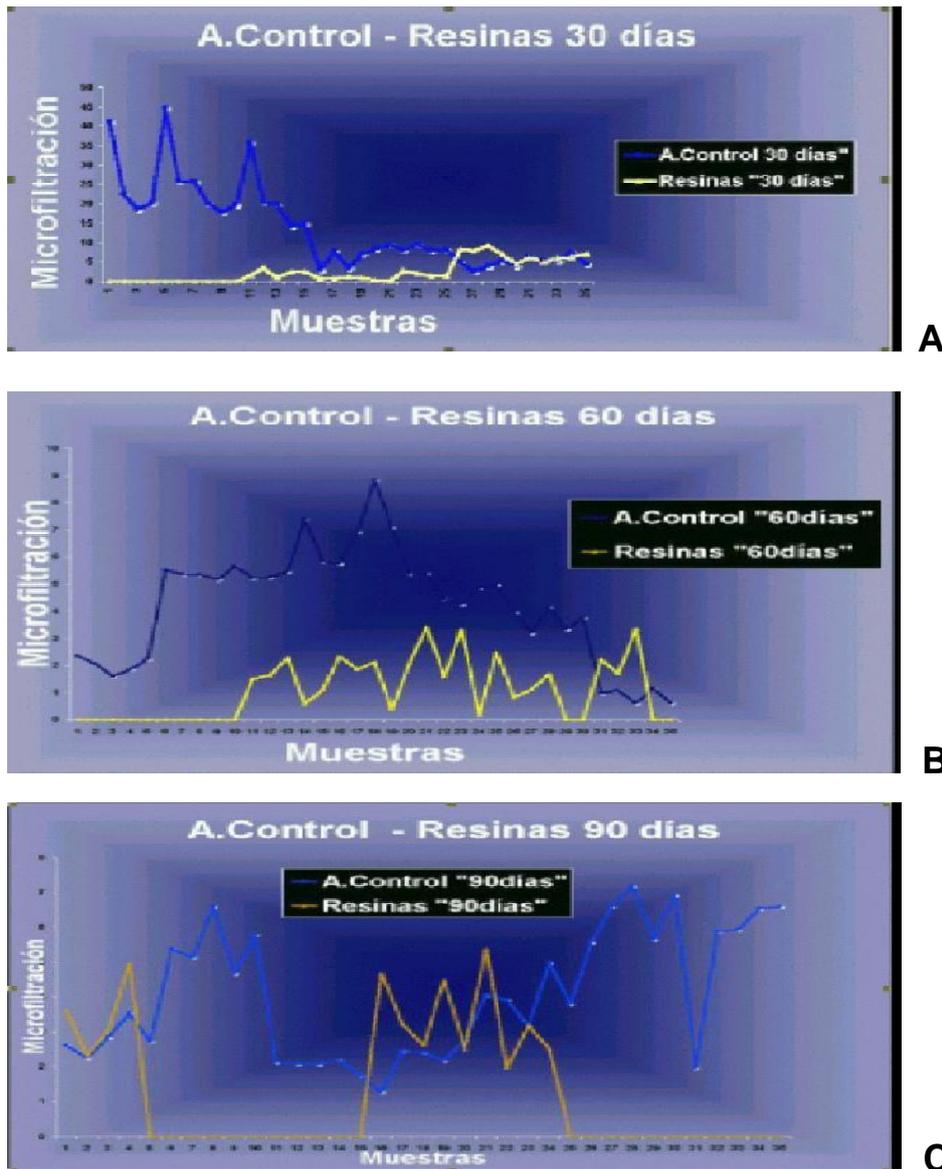


Figura 85: Estadística para grupos de amalgamas y resinas en: A) 30 días, B) 60 días y C) 90 días.

La comparación entre los grupos de amalgamas fue la siguiente:

Amalgamas de 30 días con amalgamas de 60 días, la diferencia es significativa ($p < 0.001$).

Amalgamas de 30 días con amalgamas de 90 días, la diferencia significativa ($p < 0.001$).

Las diferencias no fueron significativas, entre las amalgamas de 60 y 90 días. (Figura 86).

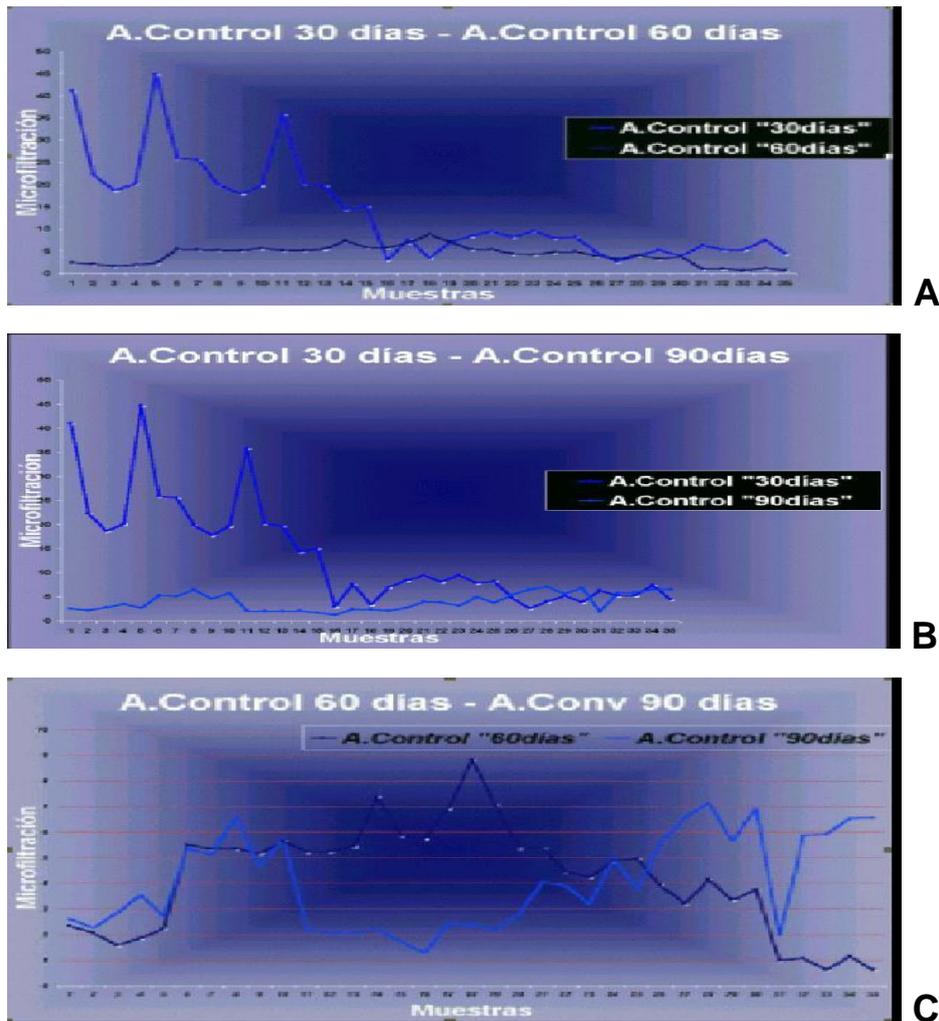


Figura 86: Estadística para grupos de amalgamas en: A) 30 y 60 días, B) 30 y 90 días C) 60 y 90 días.

Al comparar los grupos experimentales de resinas, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Resinas en grupos de 30 y 60 días, la diferencia significativa se determinó con $p < 0.05$.

En los grupos de 30 y 90 días la significación se estableció con $p < 0.05$.

La diferencia no fue significativa entre resinas de 60 y 90 días de prueba. (Figura 87).

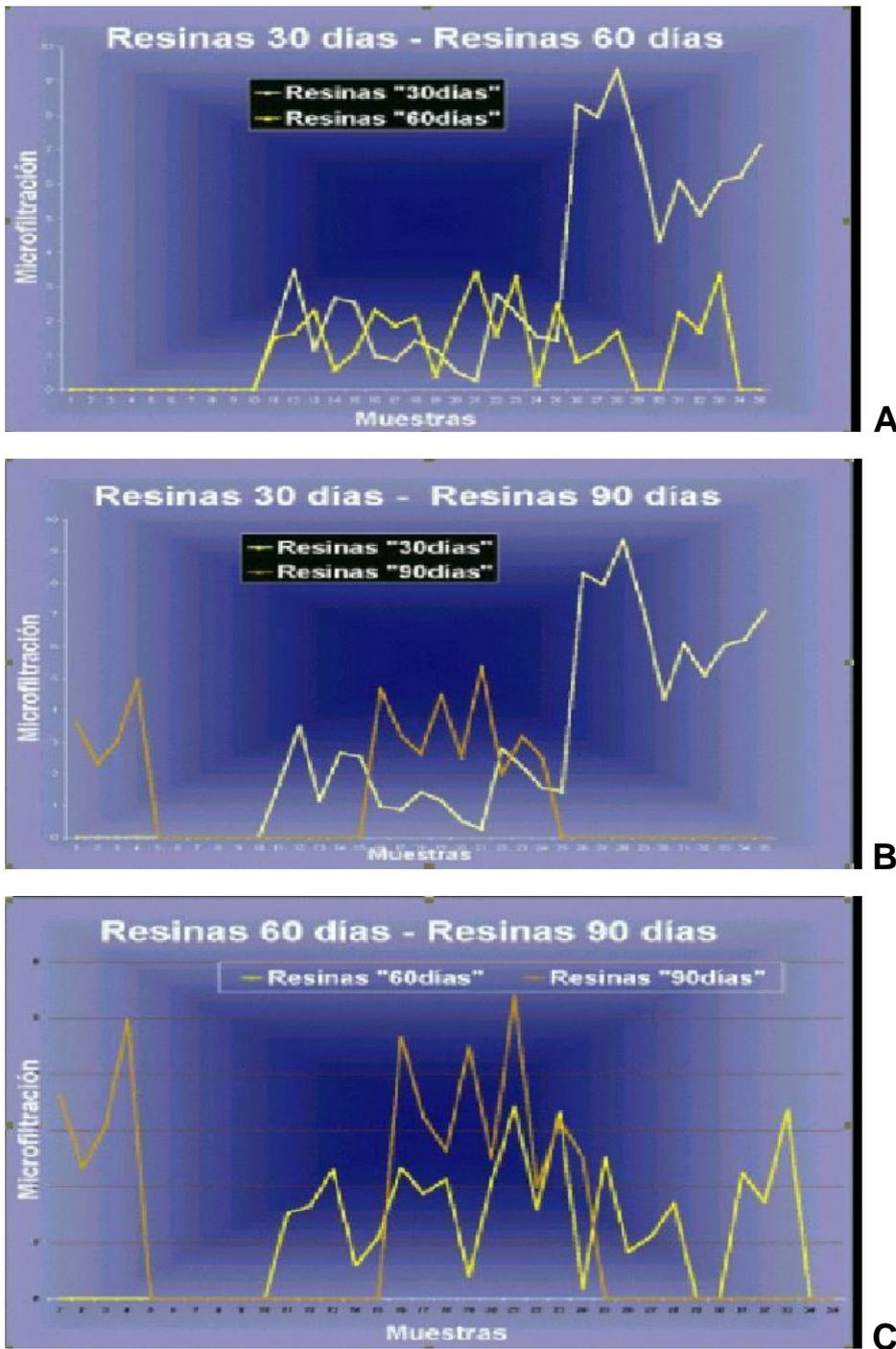


Figura 87: Estadística para grupos de resinas en: A) 30 y 60 días, B) 30 y 90 días C) 60 y 90 días.

Se realizó el registro de mayor filtración por zonas de cada muestra para el grupo control, representado los 30 días. (Tabla 4).

Tabla 4. Zonas con mayor microfiltración-Grupo control a los 30 días

7.33	3.08	1.54	1.63	2.96	0.97	0.77
12.56	4.77	3.54	6.81	1.88	0.39	1.36
10.87	6.93	3.69	0	1.19	0.37	2.36
8.83	3.88	3.63	0	1.5	0	0.61
2.31	4.77	6.93	0	3.3	3	2
6.03	1.85	9.08	0	0	1.21	0.8
0	2.95	8.46	0	0	0	0
A-R	A-RCP-M	A-COND	A&R	A&RCP-M	A&COND	A&AA

Se realizaron las mediciones a los 60 días. (Tabla 5).

Tabla 5. Zonas con mayor microfiltración-Grupo control a los 60 días

1.24	1.74	0.68	1.64	0.44	0.54	0.61
1.19	1.14	0.21	1.97	0.15	0.25	0
0	1.31	3.07	1.57	1.81	1.73	0.38
0	0.83	0.27	1.3	0.19	0.31	0.31
0	0.78	1.6	0.51	2.62	2.27	0.25
0	0.43	0.49	0.83	0.24	0.6	0.22
0	0.79	1.38	1.35	0.37	1.13	0.27
A-R	A-RCP-M	A-COND	A&R	A&RCP-M	A&COND	A&AA

Posteriormente las mediciones se realizaron a los 90 días. (Tabla 6).

Tabla 6 Zonas con mayor microfiltración-Grupo control a los 90 días

0.21	1.09	0.65	0	0.65	1.9	0.56
0.23	0.29	0.55	0.1	0.06	1.21	0.27
1.14	2.76	0.5	0	0.78	1.93	0.06
0.94	0.92	0	0.28	0.07	0.98	0.12
1.06	0.96	0.41	0.52	0.6	1.01	4.26
0.55	1.69	0.81	2.28	1.77	0.7	0.53
0.35	0.15	0.81	0.95	1.47	0.9	2.95
A-R	A-RCP-M	A-COND	A&R	A&RCP-M	A&COND	A&AA

Realizamos el registro de mayor filtración por zonas de cada muestra para el grupo experimental, representado los 30 días. (Tabla 7).

Tabla 7. Grupo problema a los 30 días

0	0	1.63	0.31	0.41	0.73	0.38
0	0	1.54	0.53	0	0.15	0.43
0	0	0	0.86	0	4.7	4.65
0	0	1.44	0.4	0	0.06	0
0	0	0	0	1.26	2.19	0
0	0	0	0	0.67	2.01	0
0	0	0	0	2.81	1.61	1.98
A-R	A-RCP-M	A-COND	A&R	A&RCP-M	A&COND	A&AA

Las valoraciones se realizaron para el grupo de 60 días. (Tabla 8).

Tabla 8. Grupo problema a los 60 días

0	0	0.79	1.9	0	0	0.29
0	0	0.62	0.43	0.18	0	0.29
0	0	1.51	0.27	0.8	0	0
0	0	0	0	0.8	0	1.67
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0.84	1.15
0	0	1.03	0.53	2.18	1.12	0.34
A-R	A-RCP-M	A-COND	A&R	A&RCP-M	A&COND	A&AA

Las mediciones con mayor microfiltración se observaron a los 90 días. (Tabla 9).

Tabla 9. Grupo problema a los 90 días

0.52	0	0	0.19	0	0	0
0.17	0	0	0.29	0.63	0	0
1.4	0	0	1.21	0.6	0	0
0.73	0	0	0.19	1.73	0	0
1.13	0	0	2.32	1.93	0	0
0.55	0	0	1.08	1.22	0	0
1.34	0	0	0.95	0	0	0
A-R	A-RCP-M	A-COND	A&R	A&RCP-M	A&COND	A&AA

En la Tabla 10 se presenta la microfiltración en los grupos controles en los 30, 60 y 90 días.

Tabla 10. Registros de microfiltración Marginal por zonas en los grupos de control.

7.33	1.74	1.9
12.56	1.97	0.55
10.87	3.07	2.76
8.83	1.3	0.98
6.93	2.62	4.26
9.08	0.83	2.28
8.46	1.38	2.95
30d	60d	90d

De igual manera se realizaron los registros en los grupos experimentales en 30, 60 y 90 días. (Tabla 11).

Tabla 11. Registros de microfiltración marginal por zonas en los grupos experimentales.

1.63	1.9	0.52
1.54	0.62	0.63
4.7	1.51	1.4
1.44	1.67	1.73
.19	0	2.32
2.01	1.15	1.22
2.81	2.18	1.34
30d	60d	90d

Basándonos en el análisis estadístico, un dato muy importante es poder establecer que las zonas de mayor microfiltración para el grupo de amalgamas control se establecieron en los 30 días de prueba, en cada una de las zonas. Los valores en μm registrados son: zona 1 (7.33); zona 2 (12.56); zona 3 (10.87); zona 4 (8.83); zona 5 (6.93); zona 6 (9.08); zona 7 (8.46). (Tabla 12).

Tabla 12. Mayor microfiltración por zonas control y el correspondiente período de prueba.

1	7.33	30d
2	12.56	30d
3	10.87	30d
4	8.83	30d
5	6.93	30d
6	9.08	30d
7	8.46	30d

Los registros de mayor microfiltración por zonas experimentales se establecen en diferentes grupos de prueba:

Zona 1 (60 días); zonas 2, 3, 6 y 7 (30 días); zonas 4 y 5 (90 días).

El registro de los valores indicó:

zona 1 (1.9); zona 2 (1.54); zona 3 (4.7); zona 4 (1.73); zona 5 (2.32); zona 6 (2.01); zona 7 (2.81). (Tabla 13).

Tabla 13. Mayor microfiltración por zonas experimentales y el correspondiente período de prueba.

1	1.9	60d
2	1.54	30d
3	4.7	30d
4	1.73	90d
5	2.32	90d
6	2.01	30d
7	2.81	30d

Pudimos determinar un orden decreciente de microfiltración, basado en las zonas estudiadas. Por ello podemos decir que los valores más elevados se localizaron en primer lugar en zonas 2 amalgamas 3 resina; segundo lugar zonas 3 amalgamas 7 resinas; tercer lugar zonas 6 amalgamas 5 resina; cuarto lugar zonas 4 amalgamas resinas 6; quinto lugar zonas 7 amalgamas 1 resinas; sexto lugar zonas 1 amalgamas 4 resinas; séptimo lugar zonas 5 amalgamas 2 resinas. (Tabla 14).

Tabla14. Zonas de estudio y orden de microfiltración

ZONAS	>A	>R
1	6	5
2	1	7
3	2	1
4	4	6
5	7	3
6	3	4
7	5	2

Resultando un orden decreciente por zona microfiltrada. (Tabla 15).

Tabla 15. Orden decreciente de microfiltración. En A por zonas correspondientes y B-Materiales .

> a < F	F_A	F_R
1	2	3
2	3	7
3	6	5
4	4	6
5	7	1
6	1	4
7	5	2

A

> a < F	F_A	F_R
1 RCM-P	COND	
2 COND	A+	
3 COND+	RCM-P+	
4 RES+	COND+	
5 A+	RES	
6 RES+	RES+	
7 RCM-P+	RCM-P	

B

Tambien podemos ver el resumen de zonas microfiltradas, material y periodo de prueba. (Tabla 16).

Tabla 16. Orden decreciente de microfiltración por zonas y su equivalente en materiales de prueba por grupos.

zona	GRUPO CONTROL		GRUPO PROBLEMA	
1	A/RCP-M	30d	R. Condensable	30d
2	A/R. Condensable	30d	Amalgama +SBMPP	30d
3	A/R. Condensable+SBMPP	30d	RCP-M +SBMPP	90d
4	A/R. Compuesta +SBMPP	30d	R. Condensable+SBMPP	30d
5	A/Amalgama +SBMPP	30d	R. Compuesta	60d
6	A/R. Compuesta	30d	R. Compuesta +SBMPP	90d
7	A/RCP-M +SBMPP	30d	RCP-M	30d

Los resultados se transfirieron para su visualización sobre la imagen de la muestra correspondiente. (Figura 88).

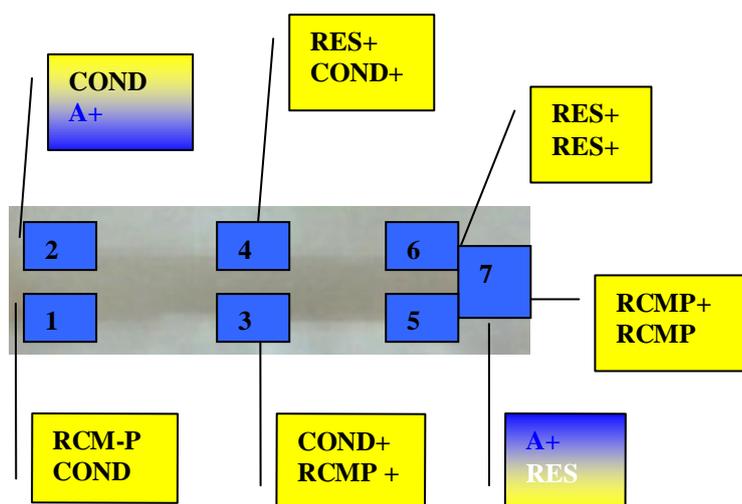


Figura 88: Materiales con mayor microfiltración por zonas.

Se realizó un análisis de las zonas más cercanas al haz de luz, zonas 1,2 y 4 para cada una de los grupos. (Figura 89).

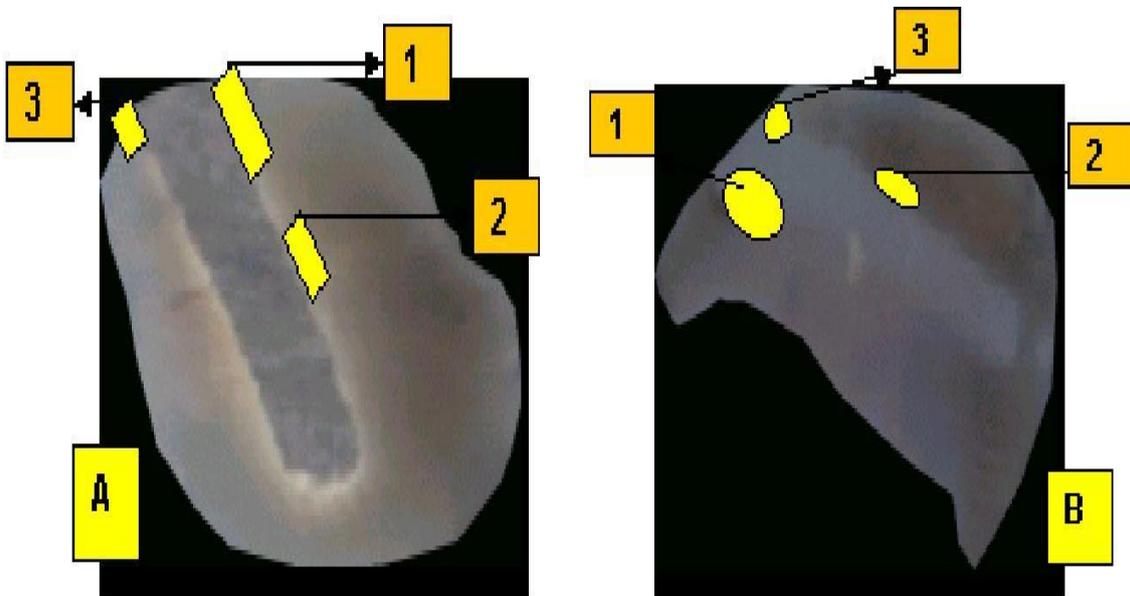


Figura 89: Zonas cercanas al haz lumínico y posiciones en relación a la microfiltración en las muestras de A: Amalgamas Controles y B: Muestras experimentales.

El análisis estadístico determinado para todos los grupos nos permitió realizar cuadros comparativos con registros referenciales de sus datos, quedando plasmados en imágenes correspondientes en primer lugar al periodo de prueba de los 30 días (grupo A) para materiales controles y experimentales. (Figura 90).

Posteriormente se realizó la comparación entre materiales controles y experimentales (grupo B). (Figura 91).

Finalmente, el análisis comparativo se realizó entre materiales controles y experimentales (grupo C). (Figura 92).

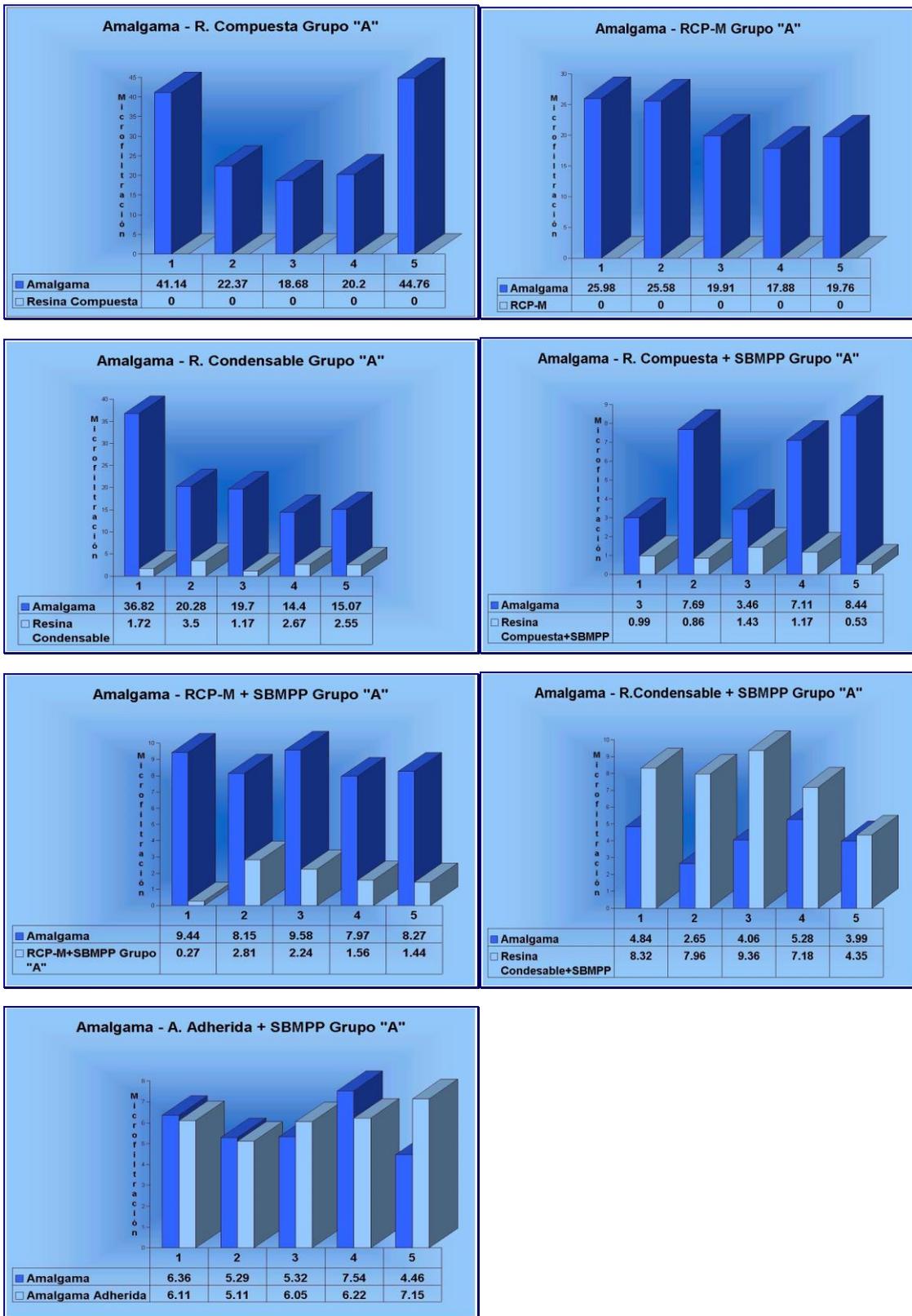


Figura 90: Comparativo Grupo "A" Amalgama y experimental (Resinas).

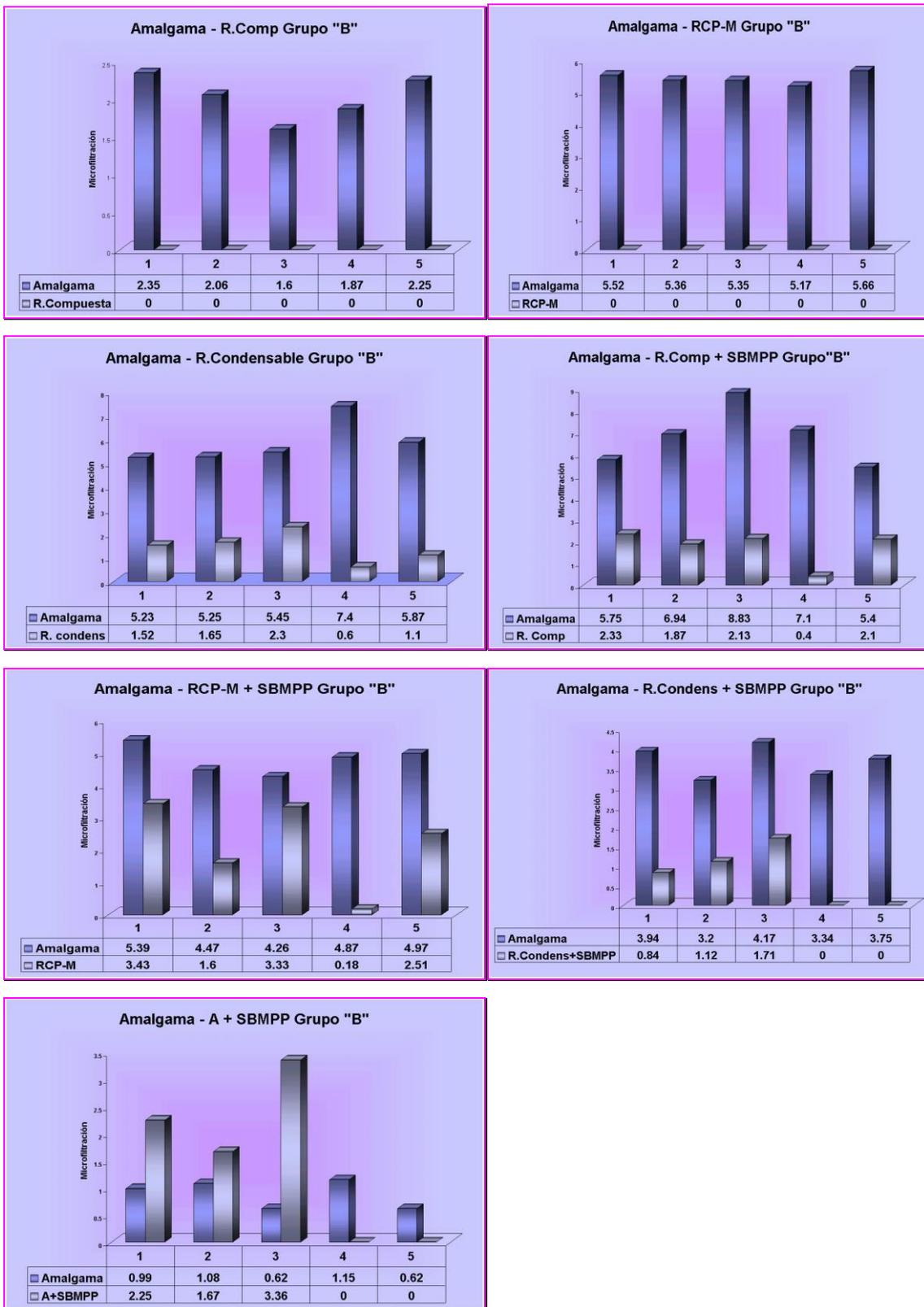


Figura 91: Comparativo Grupo "B" Amalgama y experimental (Resinas).

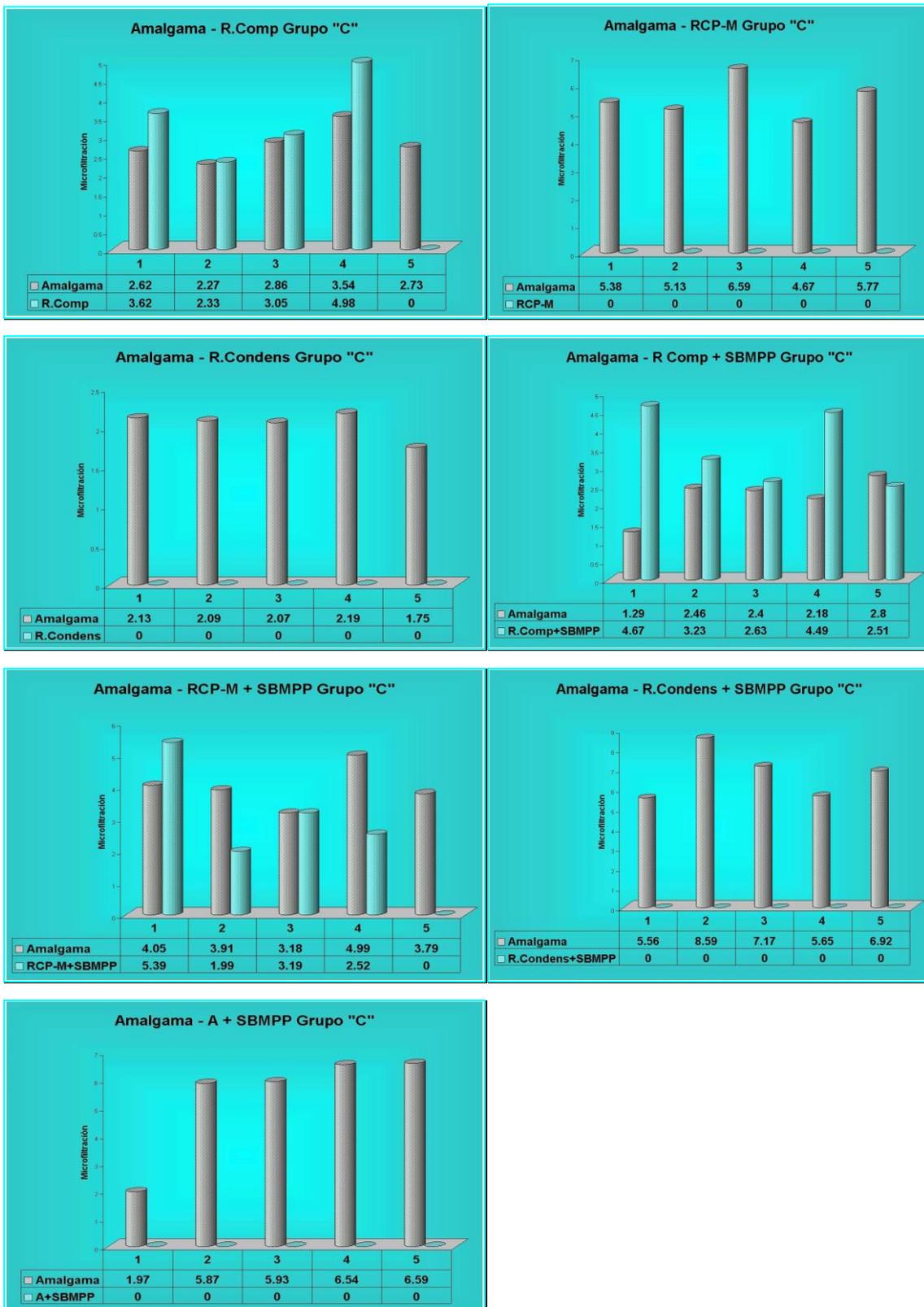


Figura 92: Comparativo Grupo "C" Amalgama y experimental (Resinas).

Observamos en cada grupo de prueba el grado de microfiltración, su elemento dentario y zona correspondiente. (Tabla 17).

Tabla 17. Mayor microfiltración por material-Grupos A, B y C.

Muestras "A"	Material > Microfil.	Diente	Zonas
RESINA	AMALG	D5	2
RCMP	AMALG	D1	3
COND	AMALG	D1	7
RESINA+SBMPP	AMALG	D5	2
RCMP+SBMPP	AMALG	D3	1
COND+SBMPP	COND	D3	3
AMAL+SBMPP	AMALG	D4	3
Muestras "B"	Material > Microfil.	Diente	Zonas
RESINA	AMALG	D1	1
RCMP	AMALG	D5	1
COND	AMALG	D4	3
RESINA+SBMPP	AMALG	D3	2
RCMP+SBMPP	AMALG	D1	5
COND+SBMPP	AMALG	D3	3
AMAL+SBMPP	A+SBMPP	D3	4
Muestras "C"	Material > Microfil.	Diente	Zonas
RESINA	RESINA	D4	3
RCMP	AMALG	D3	3
COND	AMALG	D4	1
RESINA+SBMPP	RESINA	D1	5
RCMP+SBMPP	AMALG	D4	6
COND+SBMPP	AMALG	D3	1
AMAL+SBMPP	A+SBMPP	D5	5

Se presenta la microfiltración de cada elemento dentario correspondiente a cada muestra en los grupos de prueba de 30 (A), 60 (B) y 90 (C) días. (Figura 93).

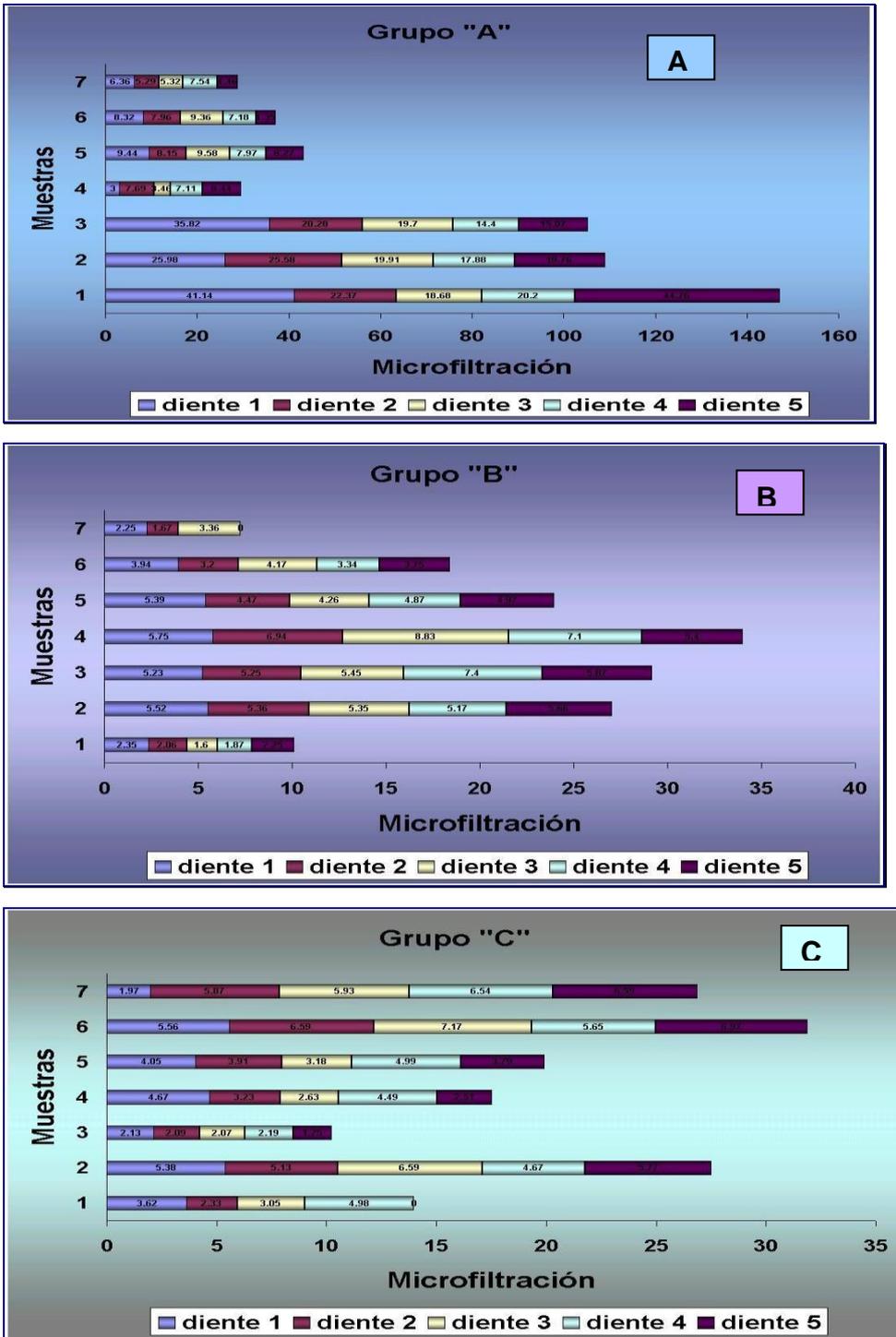


Figura 93: Mayor microfiltración: **A** (30 días), **B** (60 días), **C** (90 días).

Se ordenaron las muestras con mayor microfiltración en cada grupo experimental y su correspondiente material. (Tabla 18).

Tabla 18. Mayor Microfiltración: A-Muestras por orden de microfiltración por grupos ; B- Materiales con mayor microfiltración.

Mat/c	Res	Rcp-m	Cond	Res+	Rcpm+	Cond+	A+
A	M 1	M 2	M 3	M 5	M 6	M 4	M 7
B	M 4	M 3	M 2	M 5	M 6	M 1	M 7
C	M 6	M 2	M 7	M 5	M 4	M 1	M 3

Mat/c	Res	Rcp-m	Cond	Res+	Rcpm+	Cond+	A+
A	A	A	A	A	A	RES	A
B	A	A	A	A	A	A	RES
C	RES	A	A	RES	A	A	A

Se analizaron los resultados estadísticos por área microfiltrada para muestras de amalgamas controles y sus dientes de prueba correspondientes. (Figura 94).

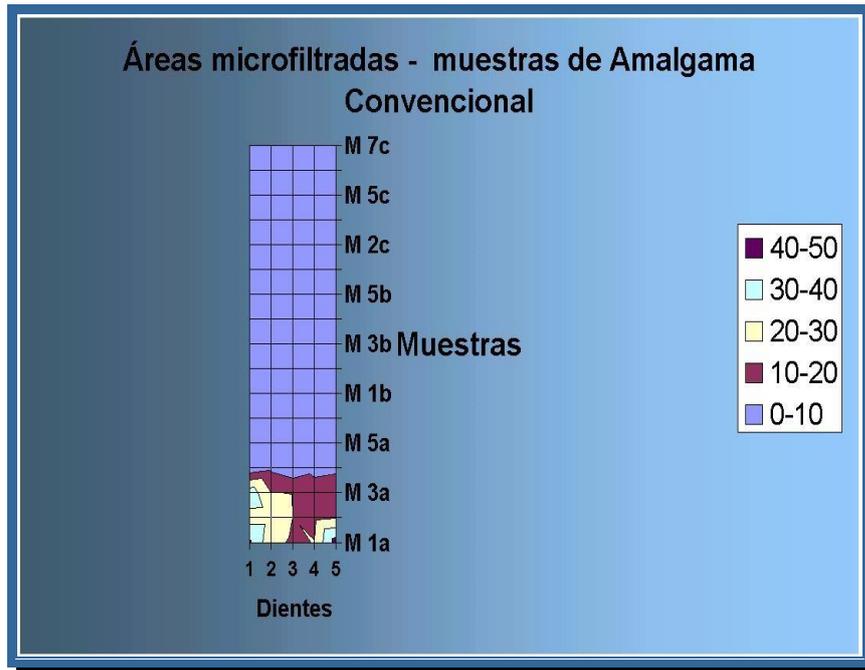


Figura 94: Áreas microfiltradas de amalgama control.

El mismo análisis se realizó con los materiales experimentales (Figura 95).

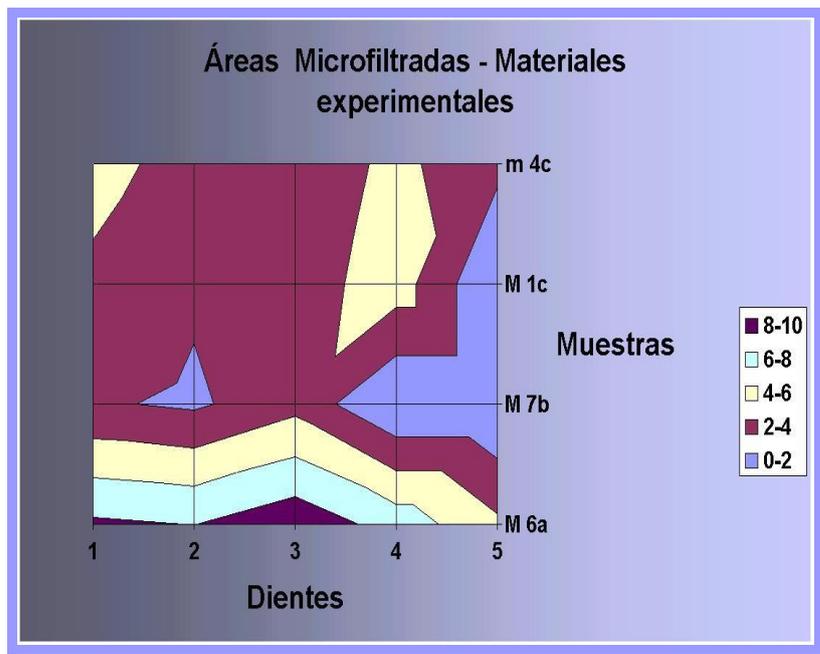


Figura 95: Áreas microfiltradas en materiales experimentales.

El mismo análisis por área también se realizó en los grupos de 30, 60 y 90 días. (Figura 96).

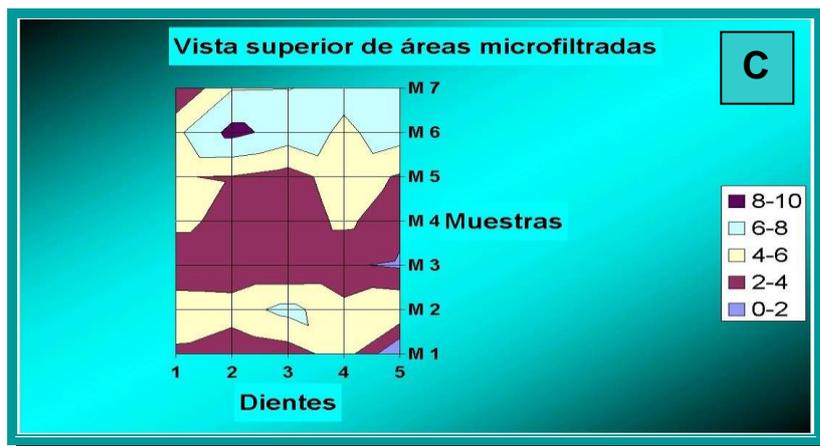
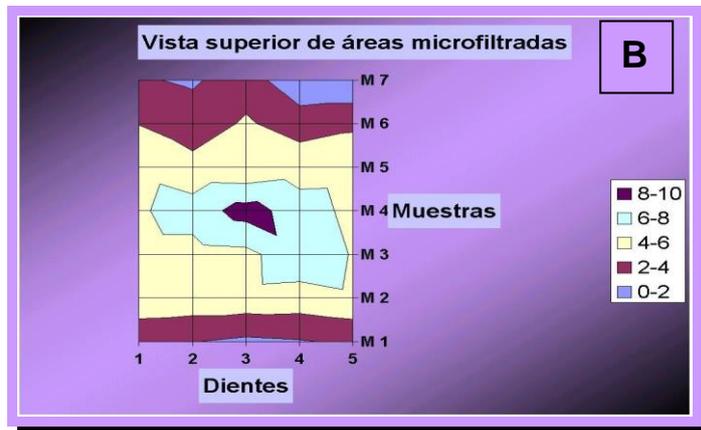
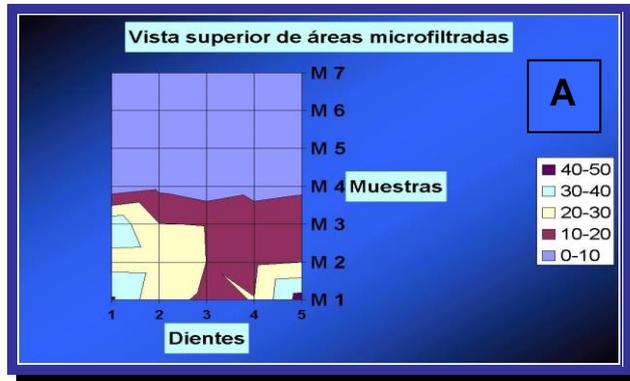


Figura 96: Áreas microfiltradas, experimentales Grupos "A" 30 días, "B" 60 días y "C" 90 días.

B- Análisis de imagen y reconstrucción digital tridimensional de los resultados obtenidos en el estudio de la microfiltración.

Se realizó un análisis por elemento dentario de cada muestra, especificando zonas y observaciones puntuales. (Figuras 97 a 101).

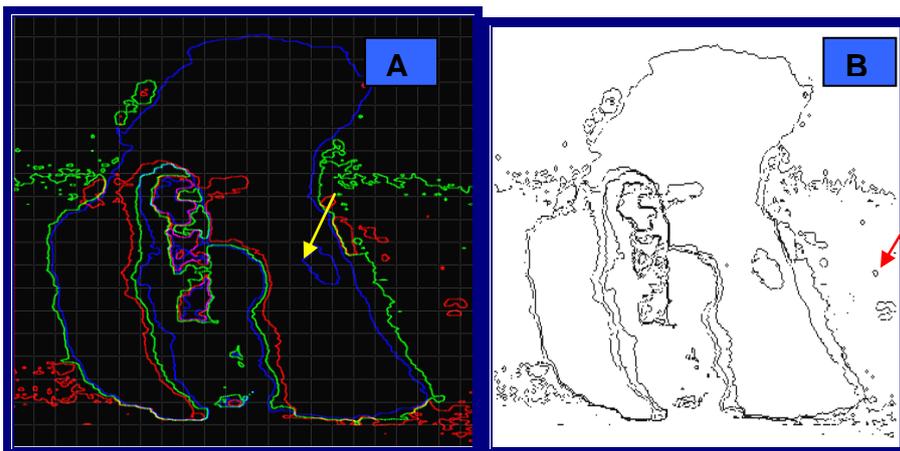


Figura 97: A: Imagen digitalizada de Amalgama Muestra 1 Diente 3 Zona 3, de mayor microfiltración. B: Obsérvese la posición de algunos puntos delimitando, el área microfiltrada.

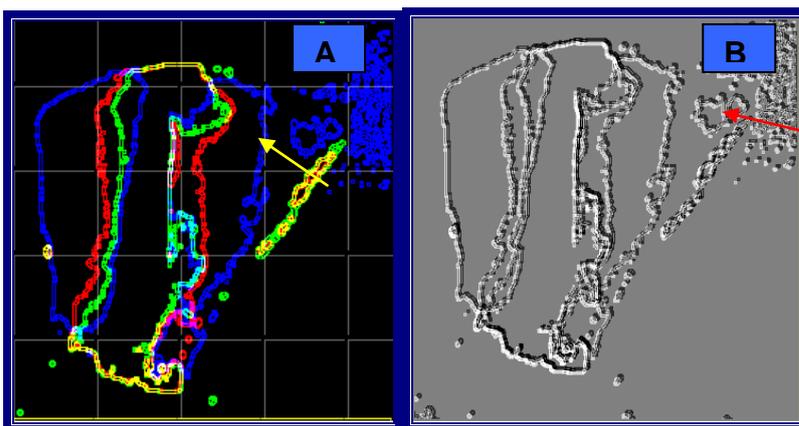


Figura 98: A: Microfiltración Amalgama Muestra 1 Diente 1 Zona 5, indicando expansión de la microfiltración. B: Detalles de áreas microfiltradas con penetración en estructura dentaria.

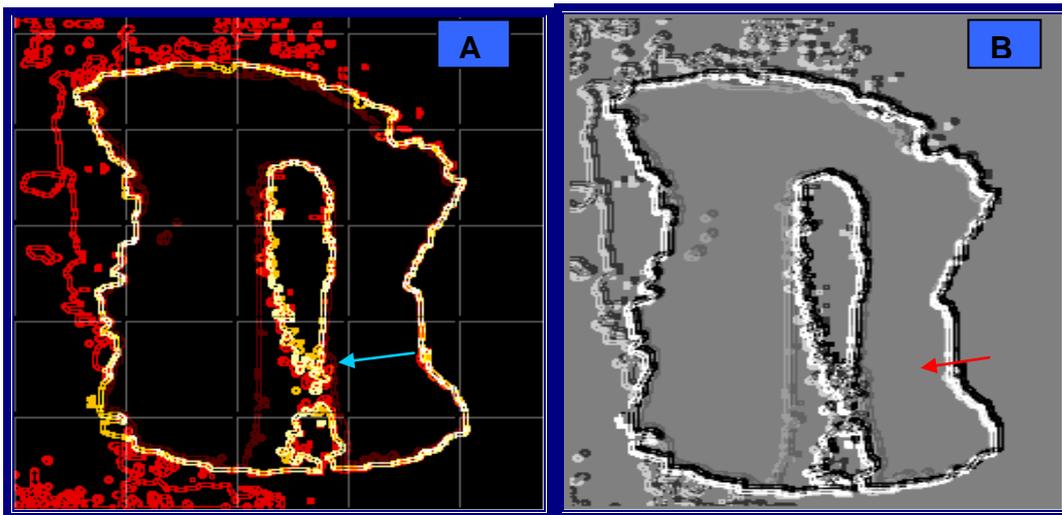


Figura 99: A: Digitalización de la Microfiltración en Resina Compuesta Muestra 1 Diente 1 Zona 1 . B: Pequeña área microfiltrada y su íntima relación con borde cabo periférico y la restauración.

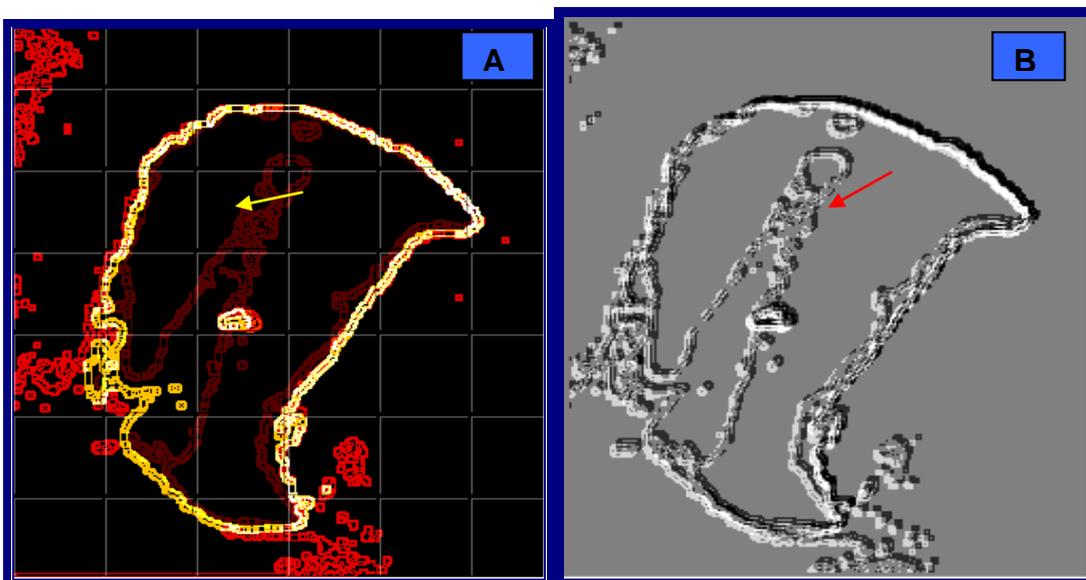


Figura 100: A: Área de microfiltración en Resina Compuesta de la Muestra 1 Diente 2 zona 3, observamos la relación material de obturación y esmalte dentario. B: Con mayor definición se puede identificar la microfiltración íntegramente en estructura dentaria.

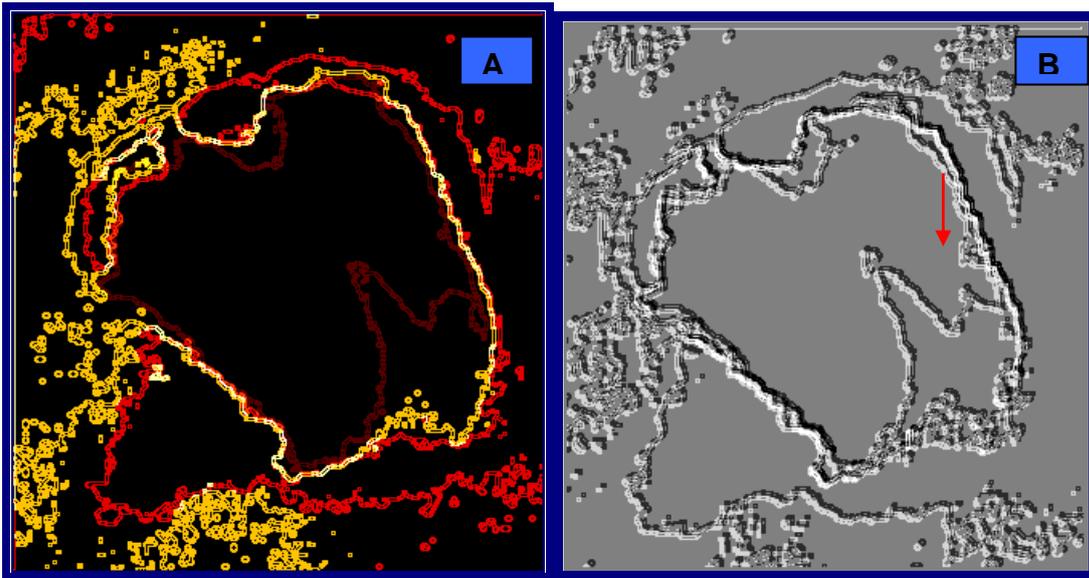


Figura 101: A: Muestra 2 Diente 4, con Compómero, no presenta microfiltración. B: Pueden verificarse con nitidez, los detalles del borde cabo periférico de la restauración.

Las imágenes con resolución en programa SURFER , nos permitieron analizar las muestras en tres dimensiones y confeccionar su propia grilla digitalizada para realizar un análisis pormenorizado, trabajando y confeccionando mapas que posibilitan la reconstrucción digitalizada de las muestras. (Figuras 102 a 115).

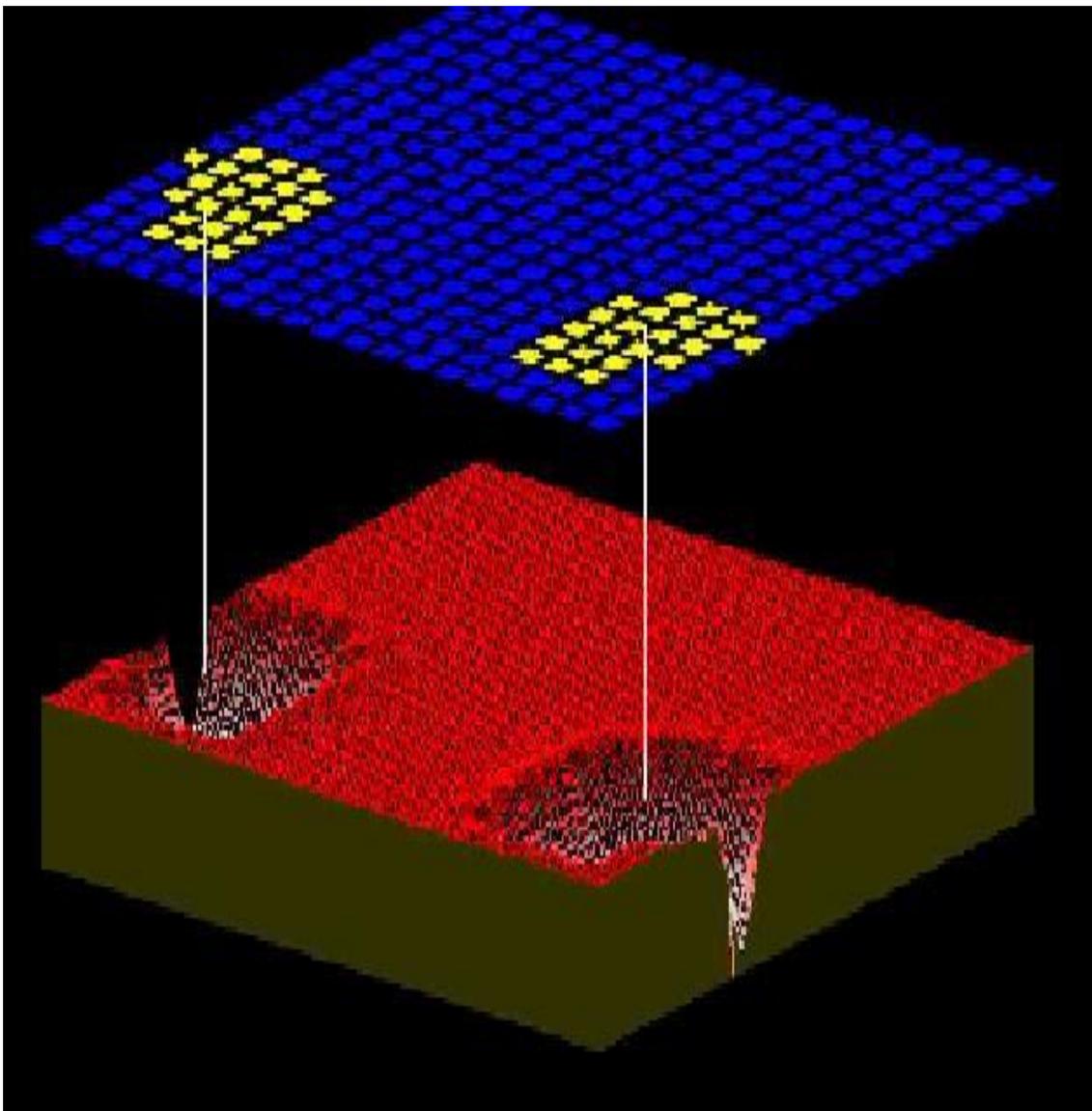


Figura 102: Imagen digitalizada de la Figura , con las dos preparaciones y su proyección en un digitalizador que muestra los grillados de la muestra.

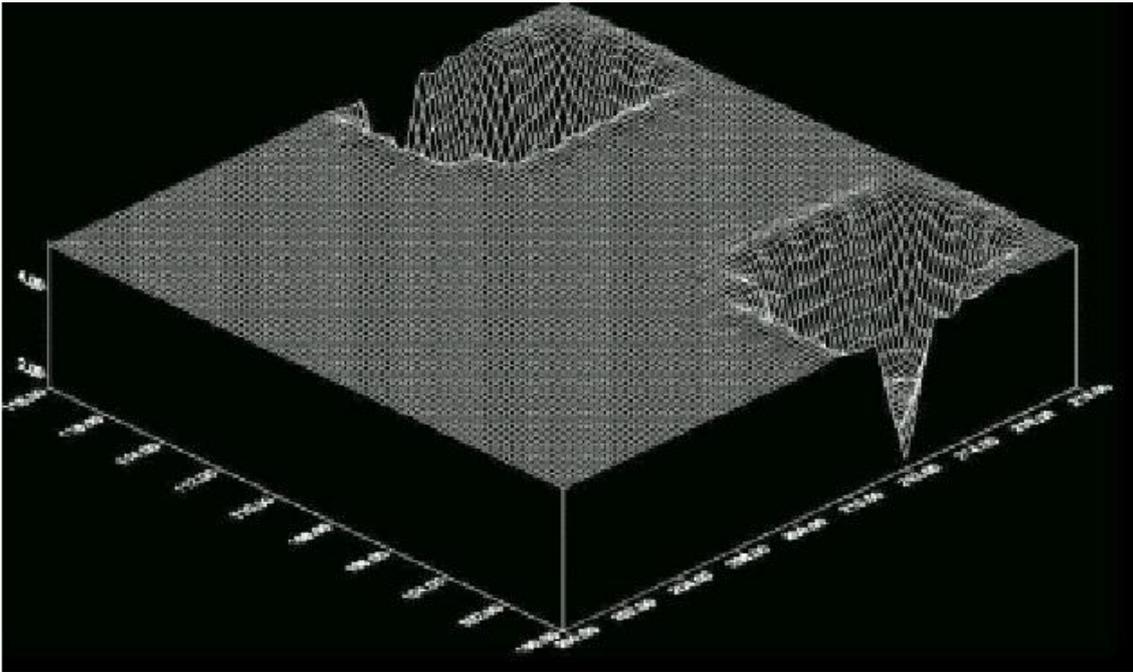


Figura 103: Vista superior de la grilla, que permite definir detalles de las zonas de abordaje de las preparaciones en nivel de grises.

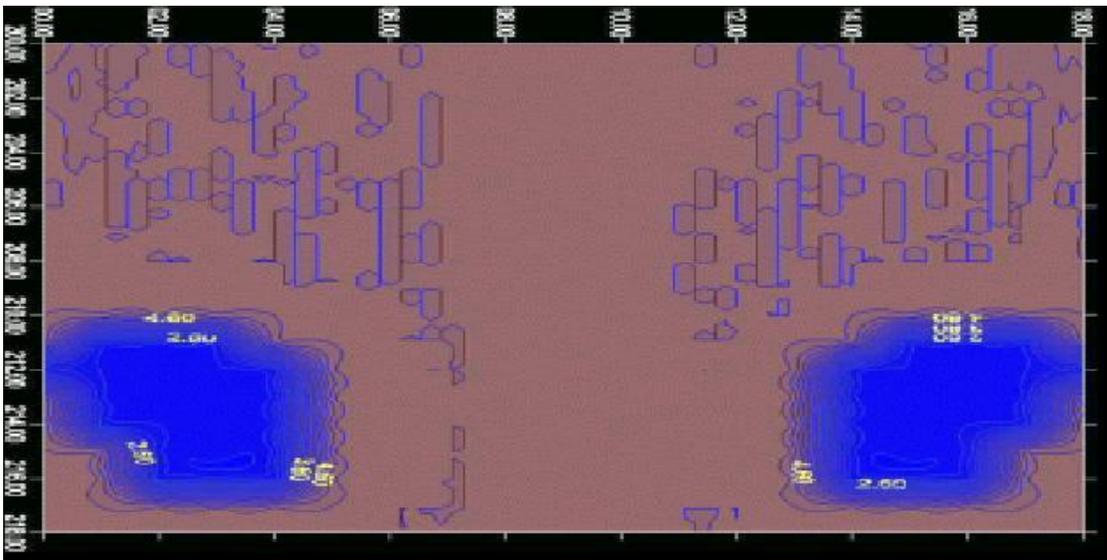


Figura 104: Mapa digitalizado con marcación de zonas correspondientes a las preparaciones realizadas.

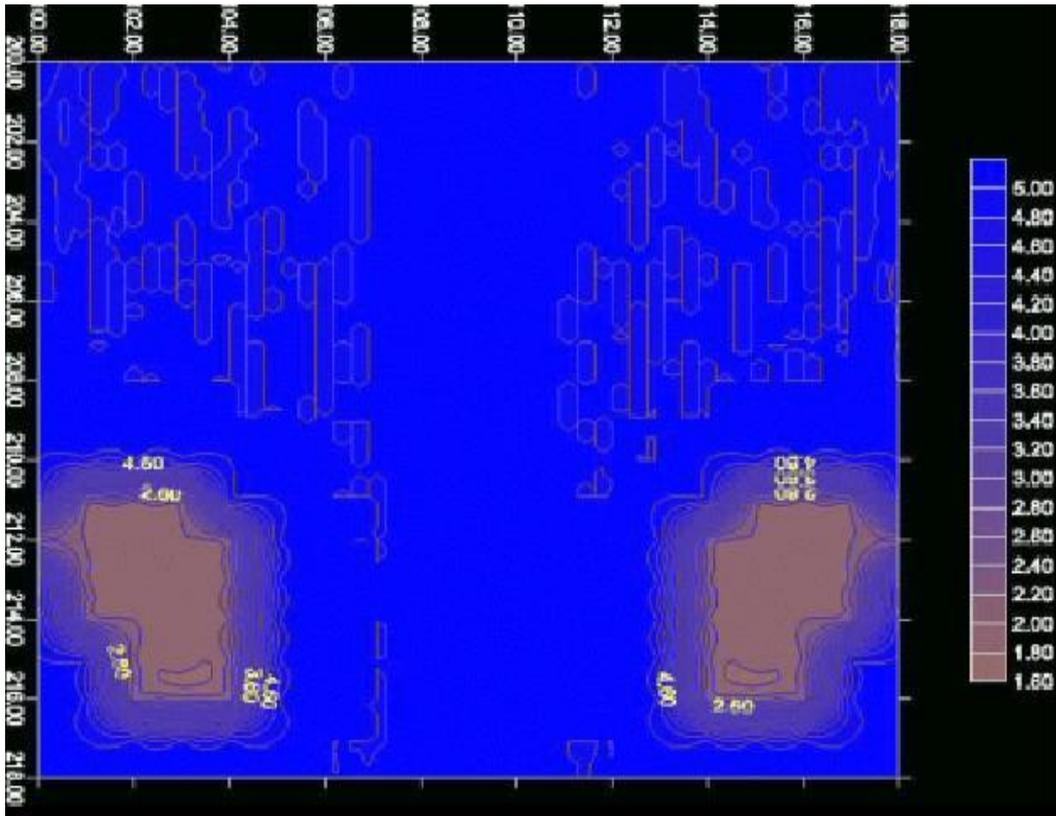


Figura 105: Mapas representando el abordaje en las preparaciones y la profundidad de proyección.

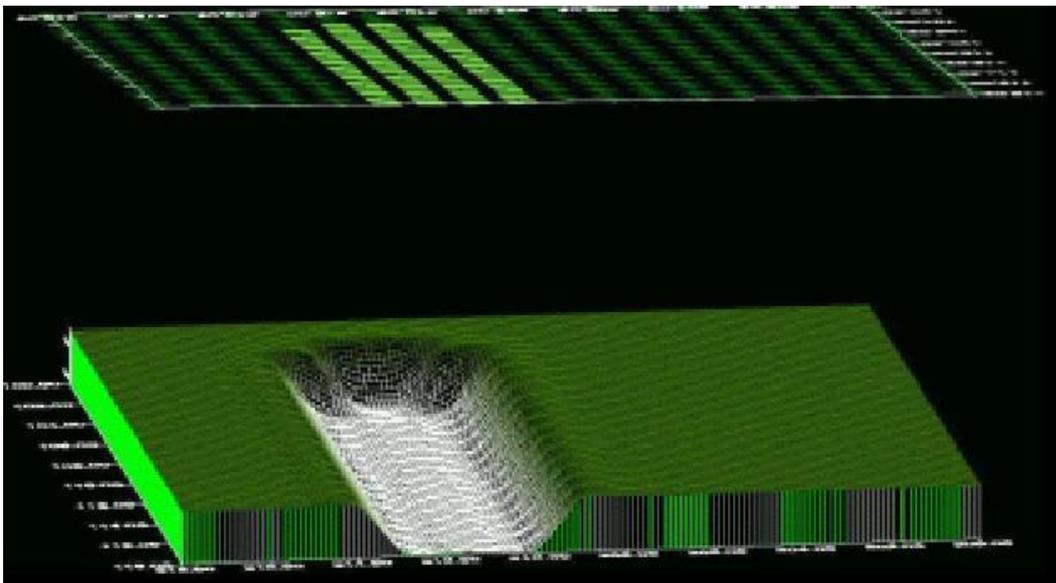


Figura 106: Grillado y obtención de la imagen de tunelización horizontal.

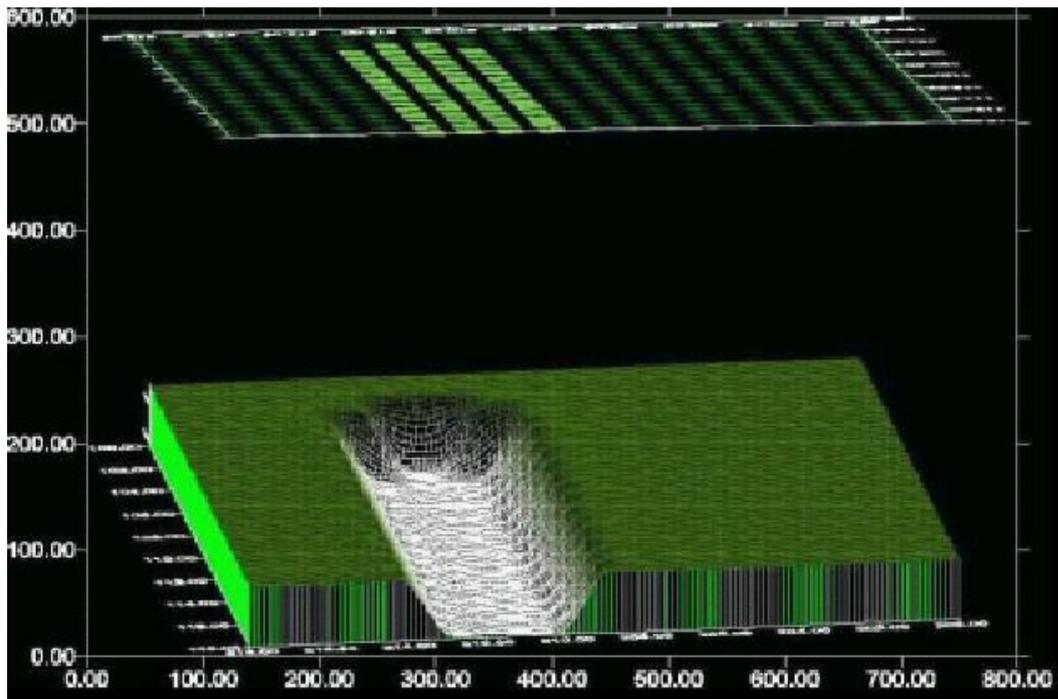


Figura 107: Conexión del grillado con la preparación por tunelización horizontal. Sincronización de imágenes para estudio comparativo con áreas con microfiltración.

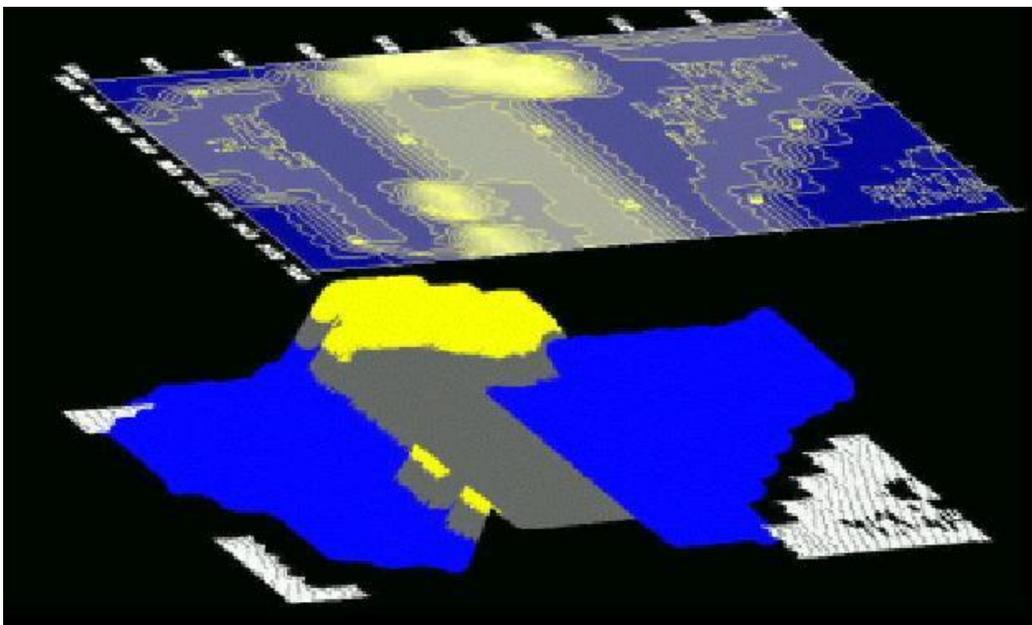


Figura 108: Amalgama convencional mostrando la Zona 7 con mayor microfiltración, donde las Zonas 2 y 3 representan áreas menos microfiltradas y con el mapa de superficie.

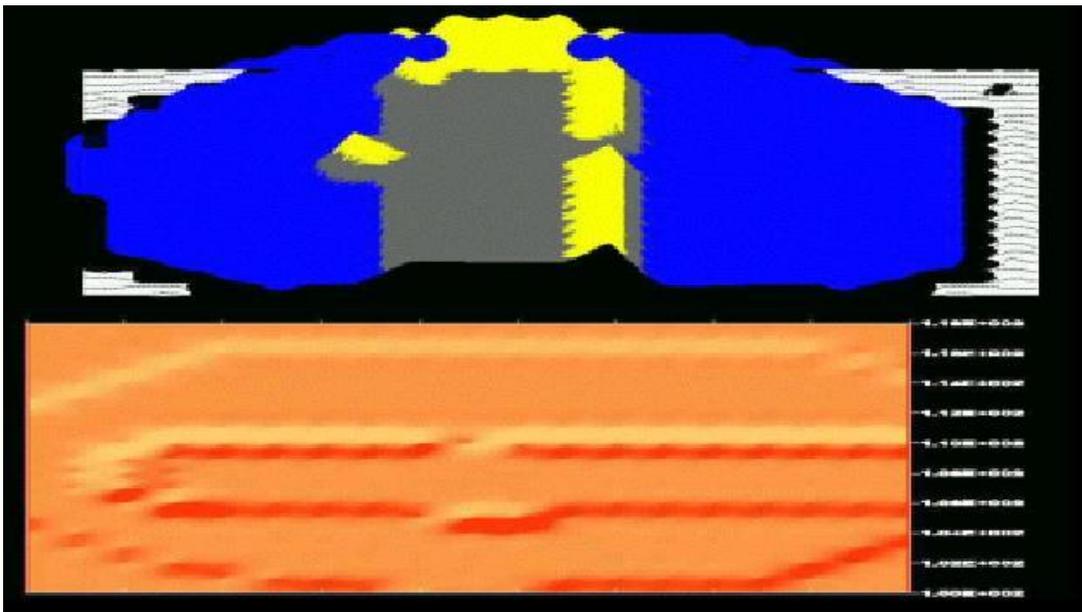


Figura 109: Muestra Amalgama del grupo B control con microfiltración marcada en Zonas 1, 5 y 7. Mapa de área, que con birrefringencia determina las áreas menos filtradas.

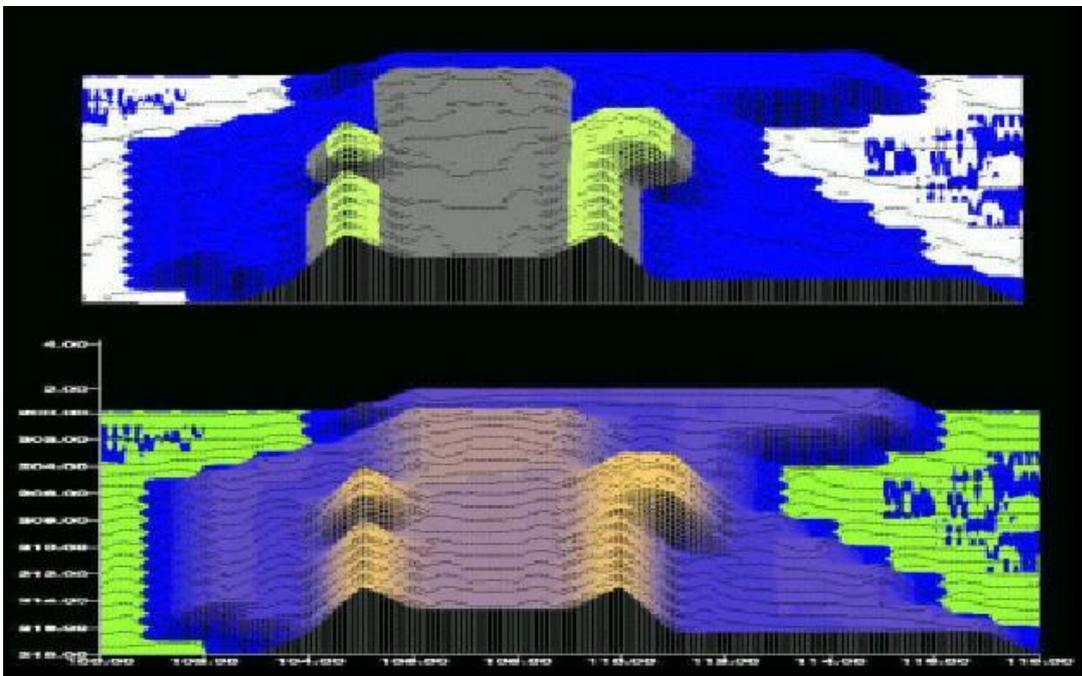


Figura 110: Muestra de Amalgama con con nivel medio de microfiltración, analizamos las Zonas 5, 6 y 7 que no presentan microfiltración a los 60 días.

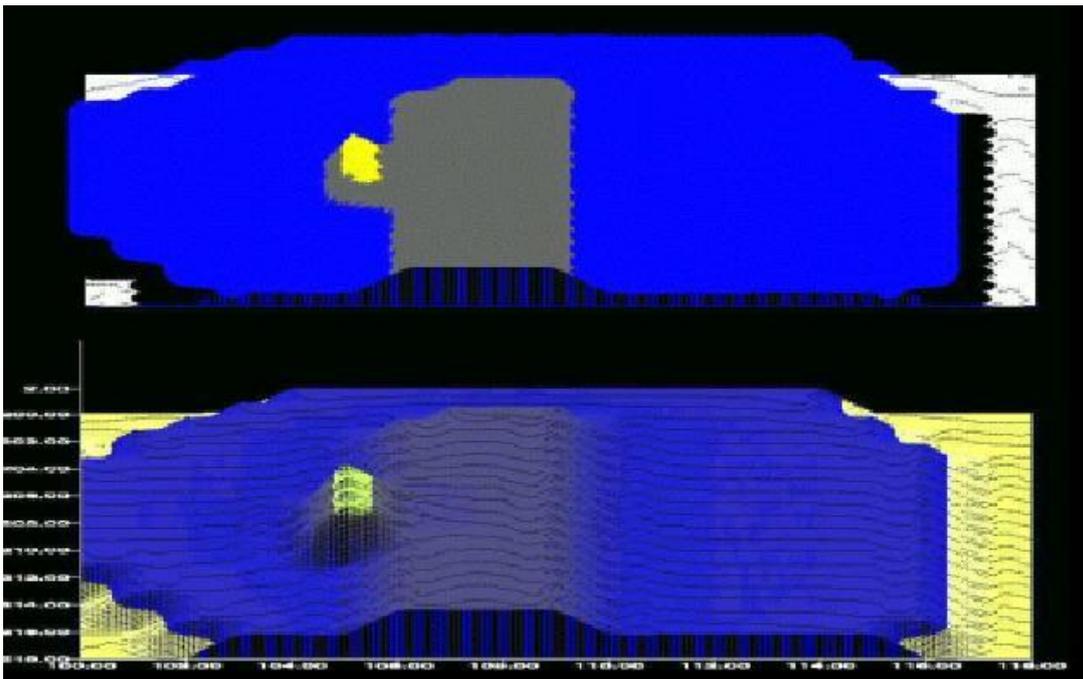


Figura 111: Amalgama a los 90 días, la Zona 4 con escasa microfiltración, se realizó una elevación de la grilla para su inspección.

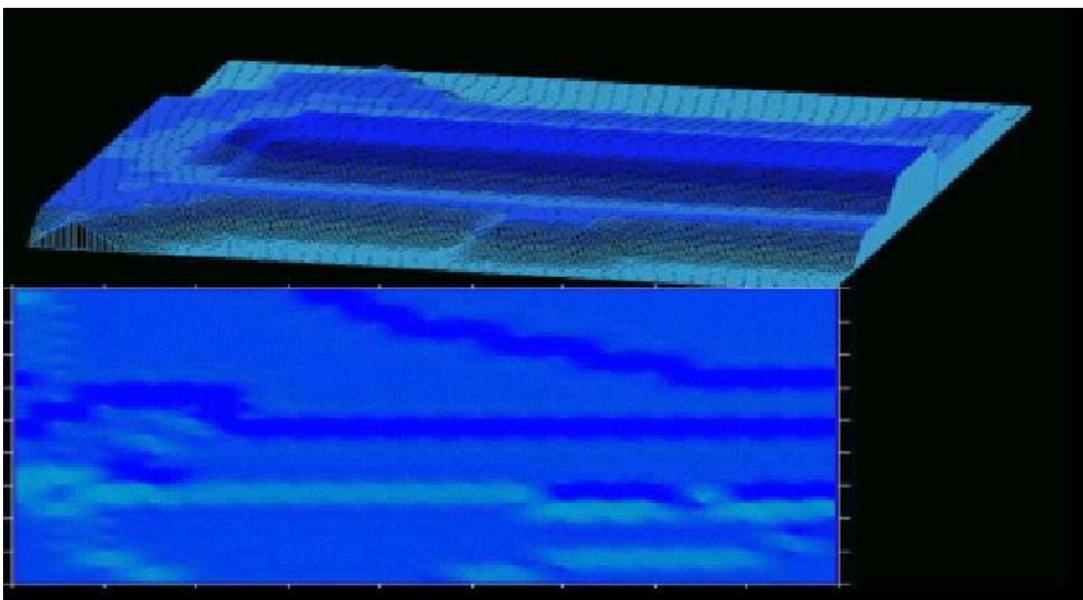


Figura 112: Resina Compuesta T.P.H, no presenta microfiltración. Las Zonas iluminadas, corresponden a las áreas 1, 2, 3, 4 y 5 a los 30 días.

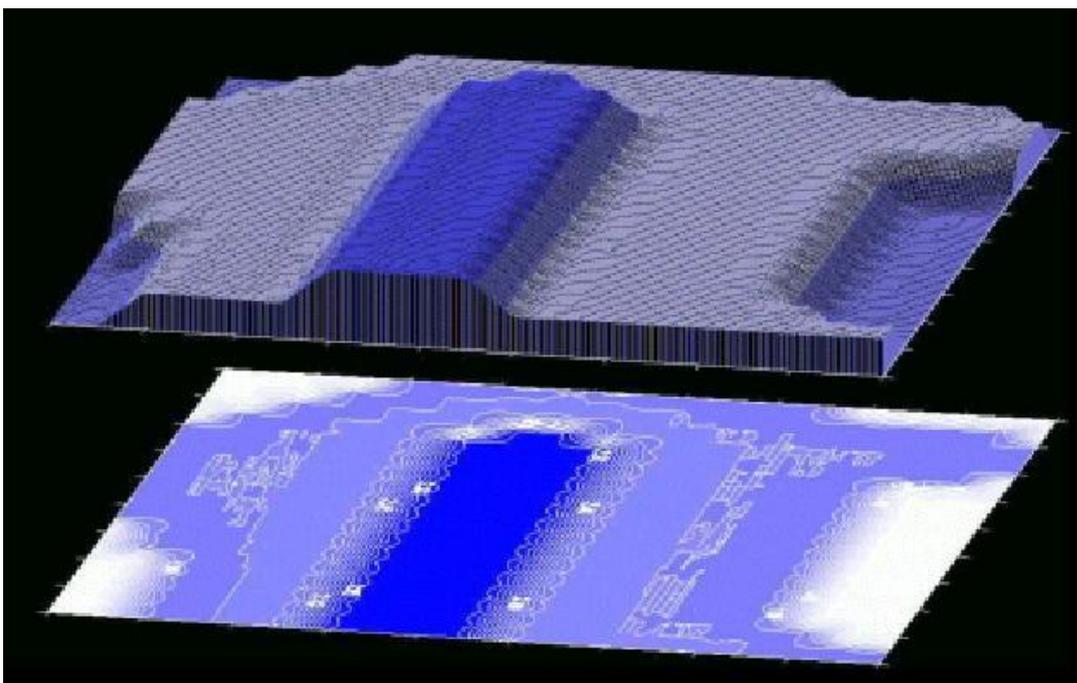


Figura 113: Compómero a los 60 días, y detalles del mapa de Zonas no presentando microfiltración.

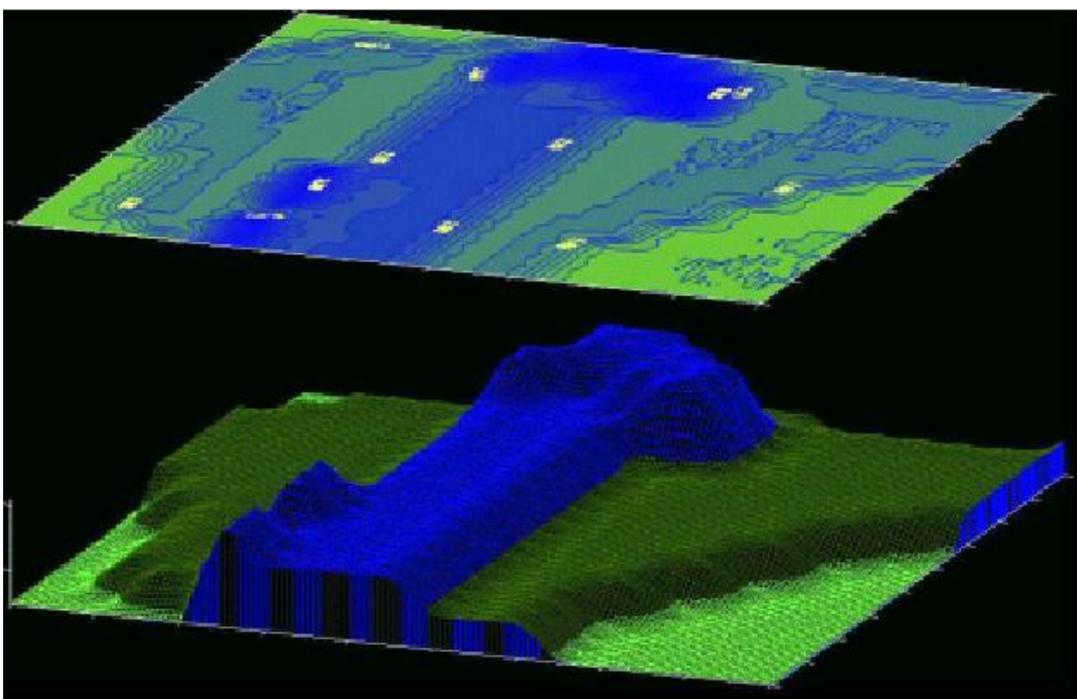


Figura 114: Resina Condensable a los 90 días, no presenta microfiltración en su análisis digitalizado.

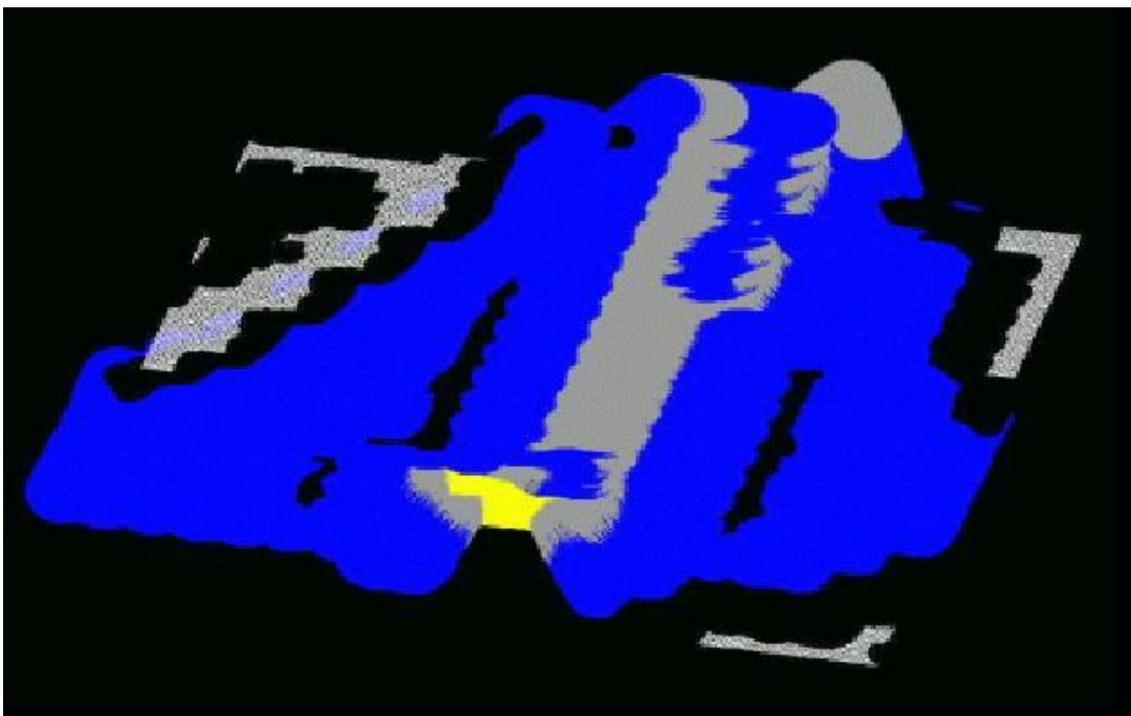


Figura 115: Amalgamas adheridas, a los 30 días con microfiltración poco marcada en Zona 7.

La representación de las zonas de algunas muestras nos permiten comprender a mayor aumento detalles de zonas microfiltradas. (Figuras 116 y 117).

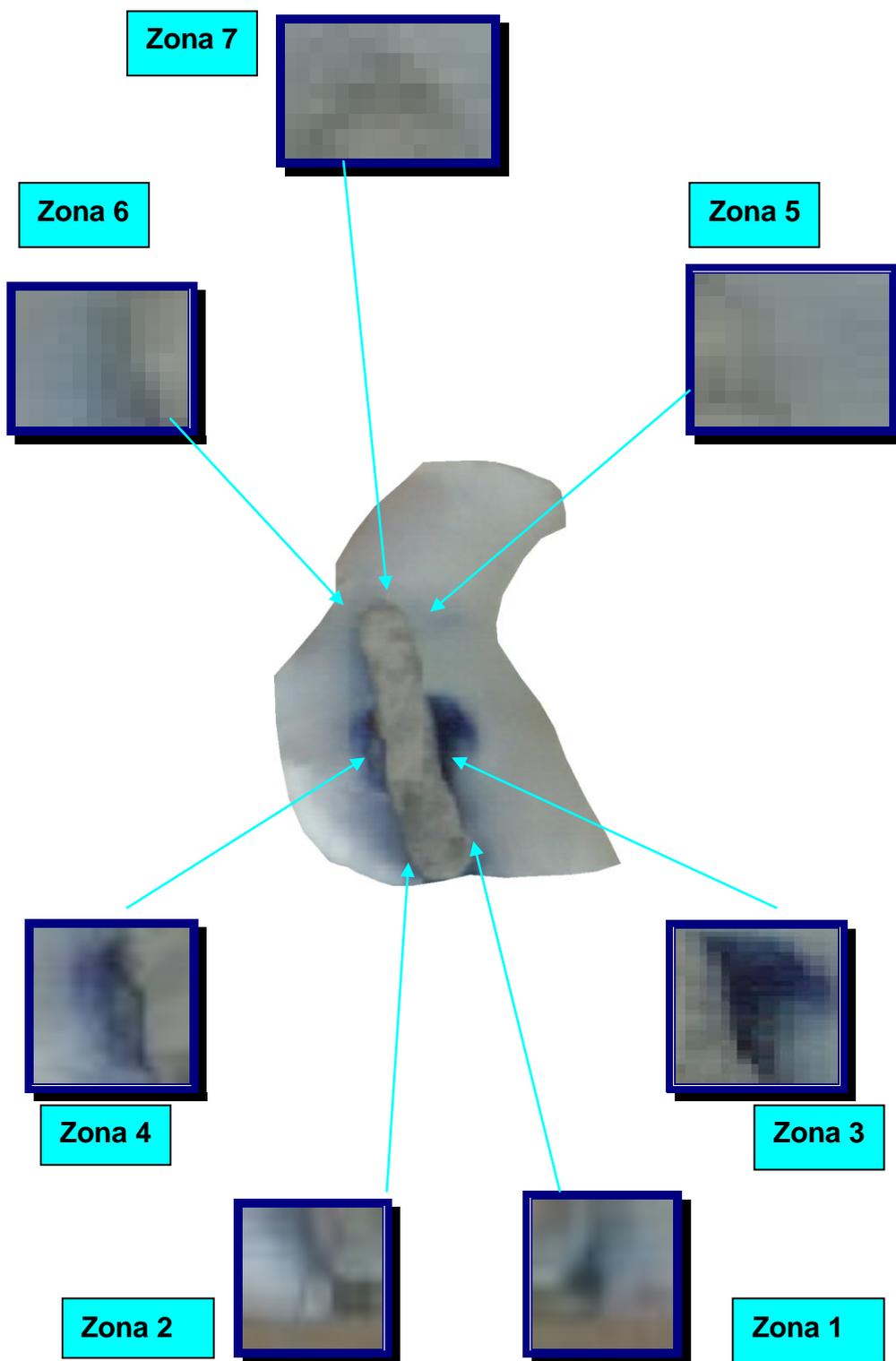


Figura 116: Muestra 1- Grupo B. Zonas de microfiltración a mayor aumento.

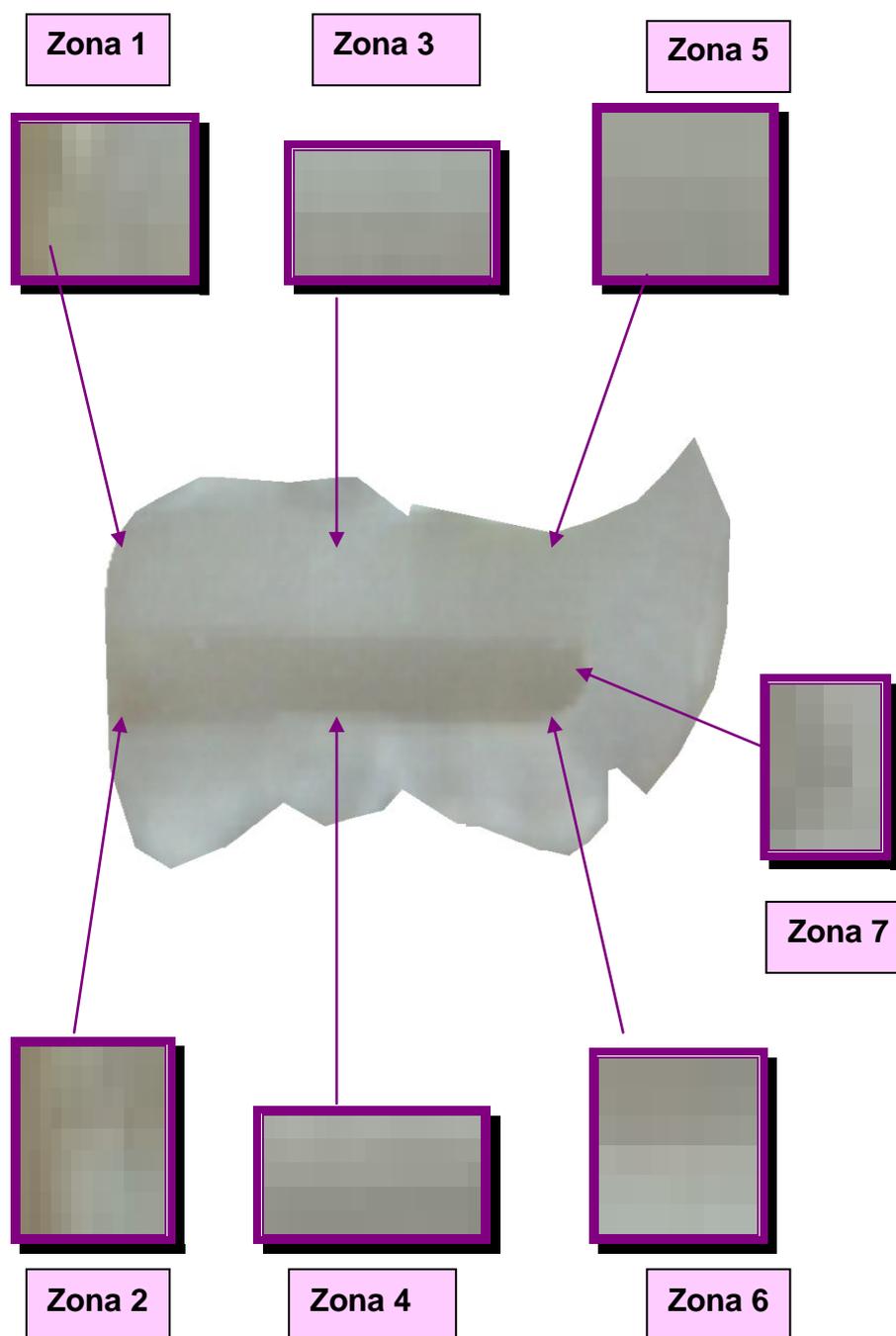


Figura 117: Muestra 1- Grupo B. Zonas de microfiltración a mayor aumento.

La siguiente figura corresponde a la imagen de la figura anterior, pero terminada de modelar mediante un Render, que es una orden específica de modelado del programa que nos permite apreciar de modo continuo, no en forma de red, la morfología de las superficies. El propósito fue obtener, datos más exactos de las superficies proximales. Una vez reconstruida la imagen podemos estudiar el comportamiento de cada segmento y/o de cada punto por separado con respecto a la aplicación de posibles alternativas de solución a la problemática planteada. Los datos pueden ser almacenados en diskette para ser evaluados en una segunda medición y compararlos con la situación clínica. (Figura 118 a 125).

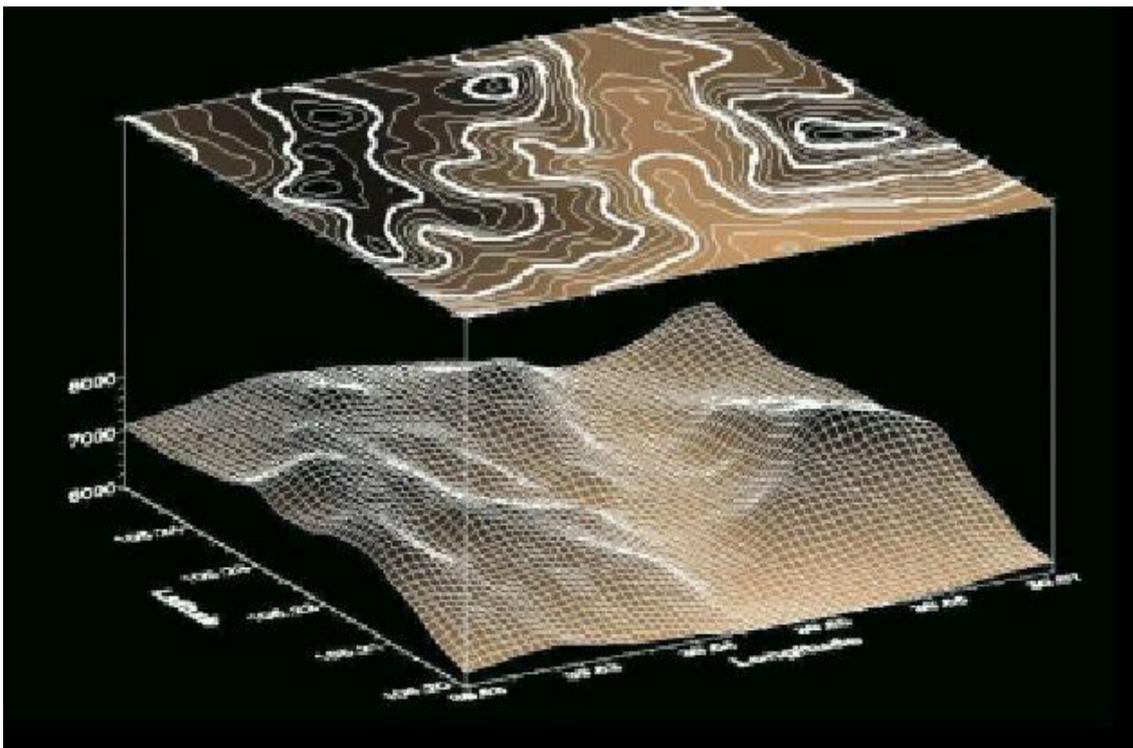


Figura 118: Analizador de superficie en área microfiltrada Zona 2 de la muestra 1 de Amalgama Control, donde se observa la estructura de la superficie microfiltrada y su relación directa con el mapa de superficie ploteando la zona digitalizada.

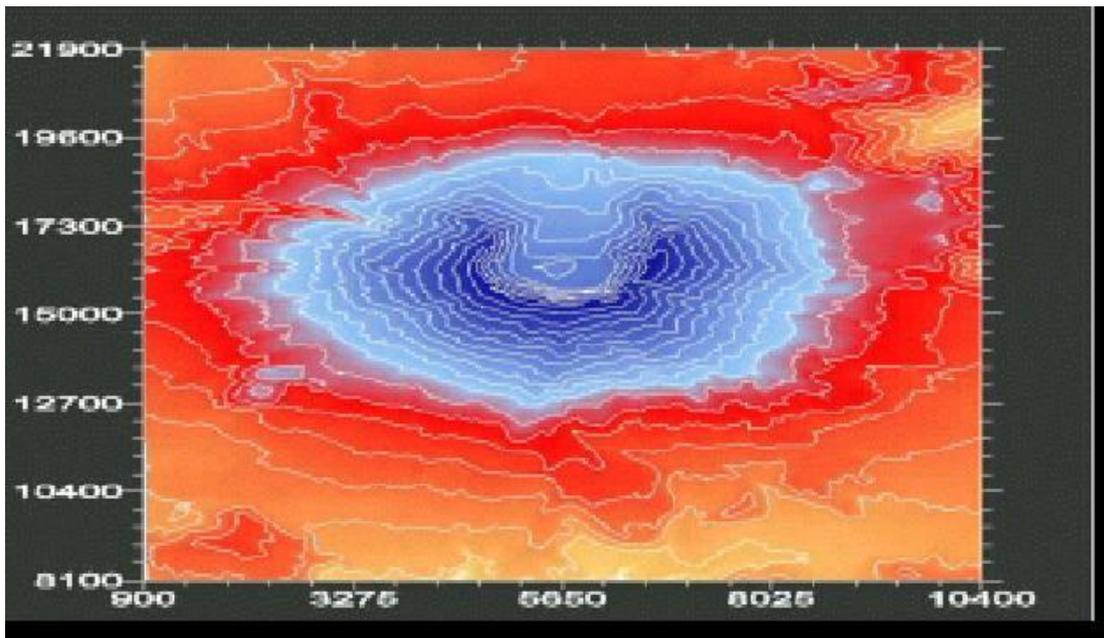


Figura 119: Mapa del área, calculando el valor de puntos de referencia en la superficie, modificamos el grillado y analizamos la microfiltración de la Figura anterior, estableciendo un análisis diferencial de las zonas 3 y 4 y su infiltración en la estructura dentaria.

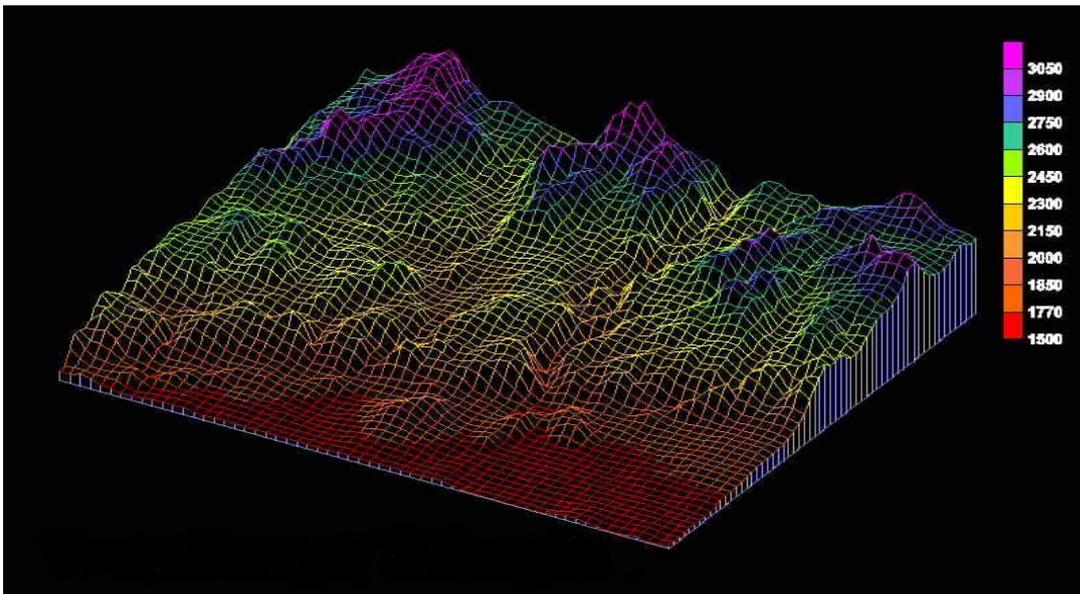


Figura 120: Digitalizando la Zona 1 de la Figura, modificando perfiles de grillado, controlamos los ordenadores de orientación de áreas, permitiéndonos observar las mayores microfiltraciones en puntos alejados de la obturación y de las estructuras.

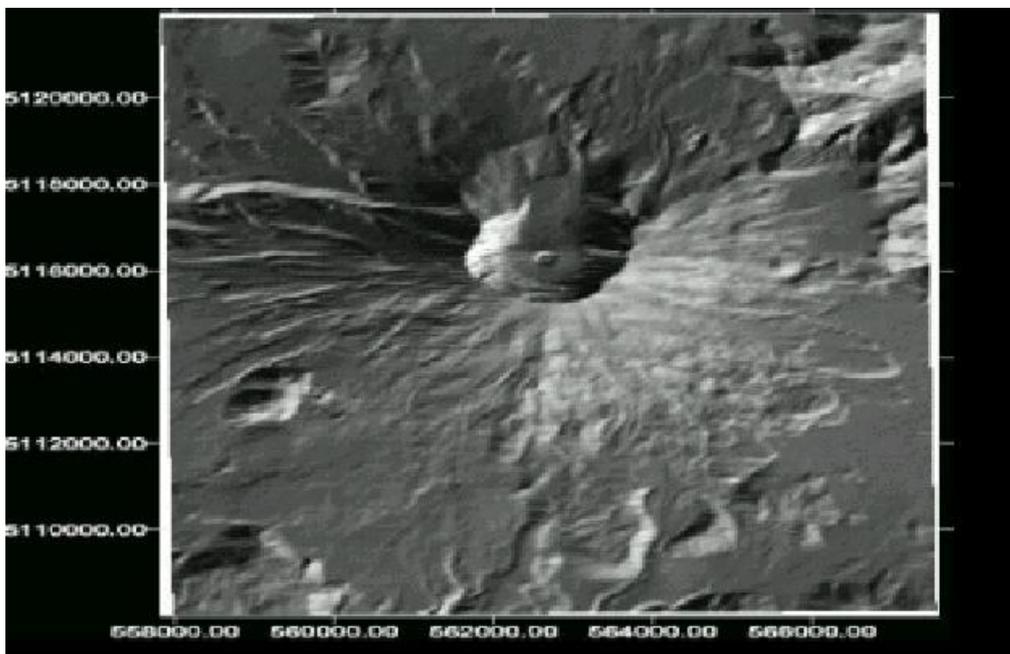


Figura 121: Análisis detallado en negativo de la Superficie plotada.



Figura 122: Mapa de superficie, delimitación área en negativo.

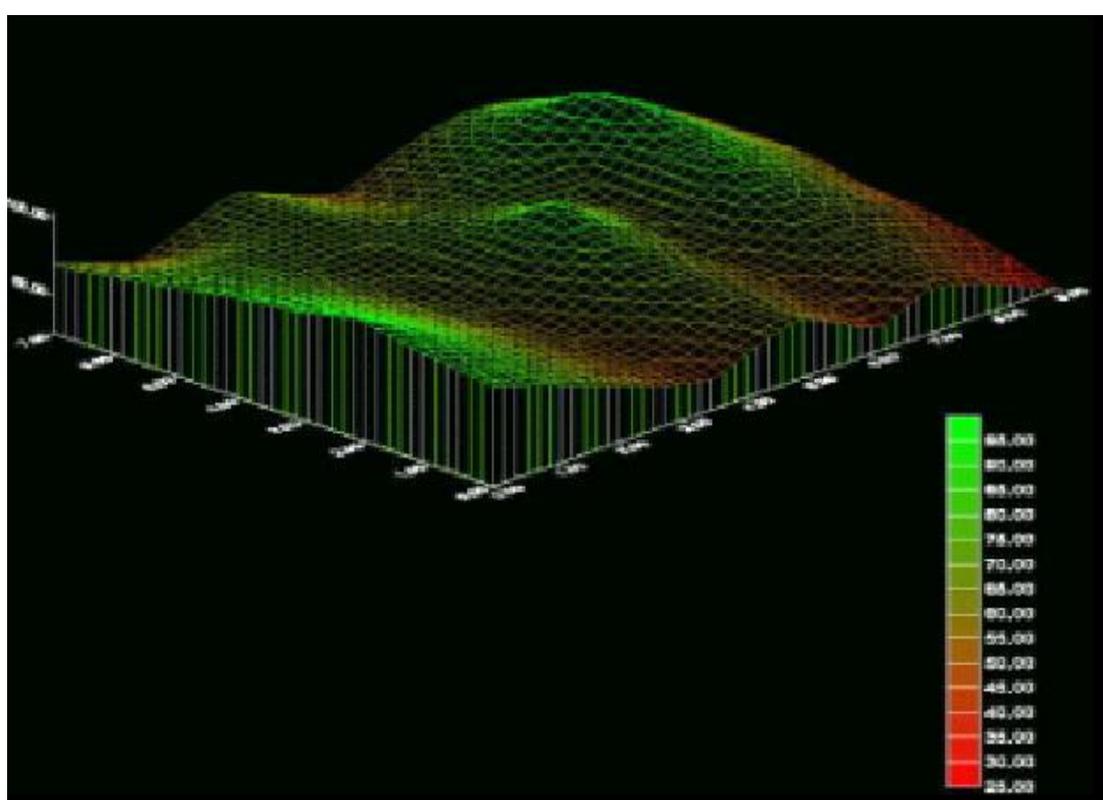


Figura 123: Ploteo superficie, aspecto grllado.

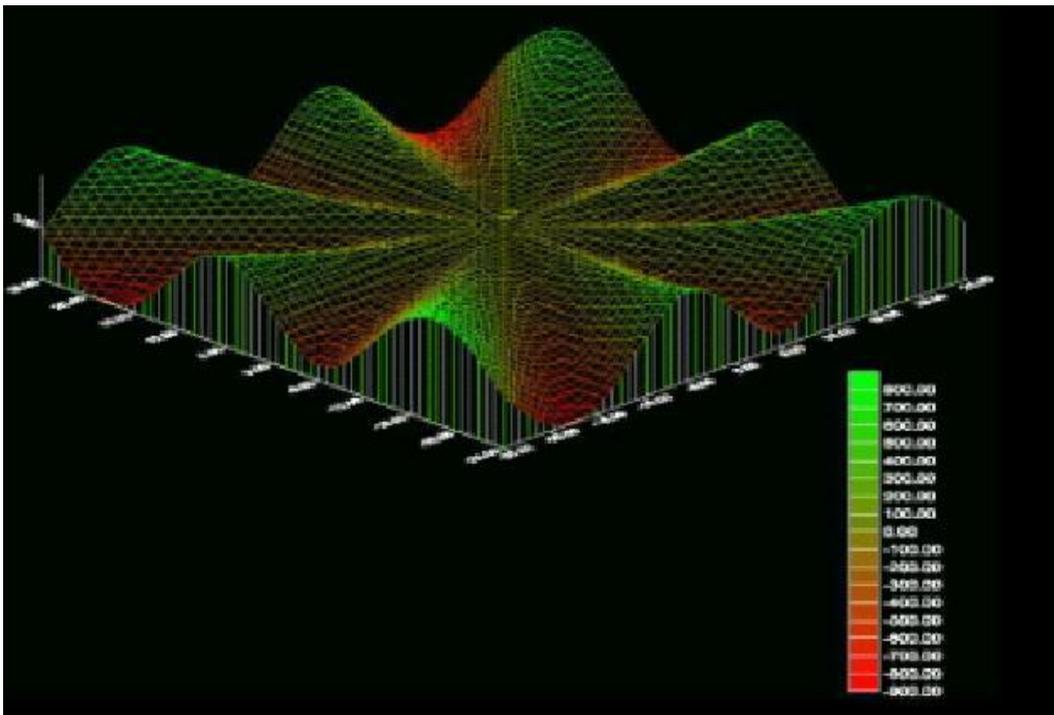


Figura 124: Apertura del grillado, vista lateral y parámetro de escala

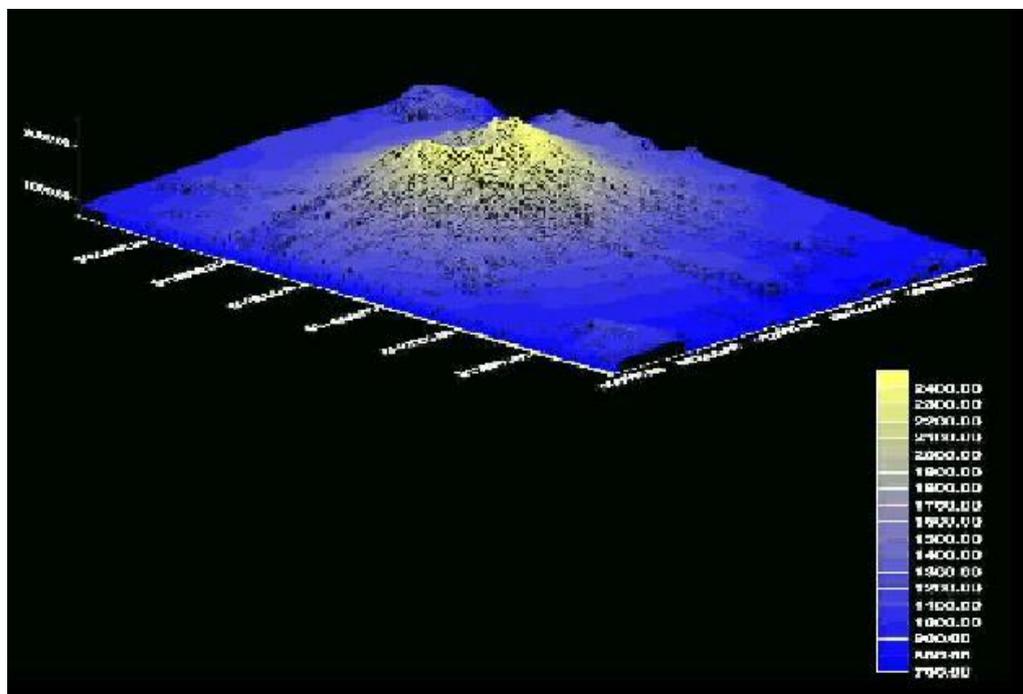


Figura 125: Superficie ploteada, grilla demográfica. Comparativo en escala.

IV. DISCUSIÓN

Actualmente, la Odontología considera que la microfiltración es el verdadero enemigo de la integridad de la restauración y su longevidad.

Toda restauración está expuesta a los riesgos de la microfiltración, que se genera en el espacio microscópico existente entre pared cavitaria y material de obturación.

Muchos métodos pueden ser utilizados para evaluar la microfiltración en la interfase material restaurador/estructura dentaria, siendo la técnica del tinte o colorante la más popular (Kidd, 1976), confirman la eficiencia del uso de agentes colorantes en los tests de microfiltración, donde es relevante su evaluación.

La interacción es medible en función del ángulo de contacto entre el colorante y cada una de las superficies, aunque algunos colorantes, pueden presentar afinidad a la estructura dentaria o al material restaurador, lo que puede influir sobre los resultados al mostrar una brecha más grande y más profunda de la que en realidad existe o bien diluirse en el proceso de termociclado (Macchi, 2000).

Para el presente trabajo hemos seleccionado el Azul de metileno ya que por sus partículas pequeñas hizo posible la detección de alteraciones microestructurales y su visualización.

Según Charlton y col. (1992), el test de detección de microfiltración juega un rol importante, en las investigaciones odontológicas y tiene en los investigadores valorar la habilidad de los materiales restauradores de sellar la interfase diente/restauración.

Trowbridge (1987), nos resalta que los resultados son muy dependientes del método de ensayo empleado.

Por eso la primera parte de nuestro trabajo consistió en obtener un método sencillo en su utilización para ser aplicable a los trabajos de investigación, con mayor exactitud en el registro de las mediciones.

En estudios previos (Xin y col, 1987; Barnes y col, 1993; Dietschi y col, 1995; Pucci y col, 1998; Chen y col, 2000), los registros microscópicos eran determinados, para cada una de las áreas de filtración del colorante tomaban como referencia la superficie de la obturación en el borde cabo periférico. Medidos 5 veces aproximadamente, realizándose en ellos diferentes lecturas. La valoración de los resultados se realizaba observando la penetración del colorante hacia el fondo de la cavidad, basándose en el grado de penetración del colorante mediante scores. También (Tay y col, 1995) puede medirse la penetración del colorante en la interfase diente-restauración y evaluarla en base a índices (Robbins y col, 1988).

Nuestra experiencia nos permitió primeramente detectar que el grupo de las amalgamas, obtuvo zonas microfiltradas a los 30, 60 y 90 días de prueba y se las comparó con los grupos problemas.

El análisis pormenorizado de las zonas microfiltradas, registrado en μm , permitió precisar que la mayor microfiltración por zonas se registró a los 30 días de prueba en el grupo amalgama testigo.

Los resultados obtenidos son coincidentes con lo expresado por Macchi (1993), quien menciona que es un caso único dentro de los materiales restauradores y hace de la amalgama un material más que conveniente, que menos filtra con el correr del tiempo, al sumarse otras ventajas de índole mecánica y técnica. Tarim y col (1996) señalaban que después de un período de tiempo en boca, la amalgama es capaz de impedir la microfiltración a través de los productos de oxidación y corrosión que sellan la interfase y como consecuencia presentan una vida de servicio relativamente larga.

Going (1972 a y b) ha reportado que la utilización de los barnices cavitarios reducen la microfiltración marginal en las restauraciones de amalgama, pero por períodos cortos, debido a su tendencia a disolverse en los fluidos bucales. Sin embargo, previenen la microfiltración temprana hasta que los productos de corrosión se acumulen a nivel interfásico y logren el sellado marginal.

Para nuestro grupo experimental, en cambio, el período de prueba no es el mismo para todas las zonas. El período de los 30 días estuvo representado en las zonas 2,3,6 y 7; el de los 60 días solamente en la zona 1 y el de los 90 días en las zonas 4 y 5.

En este grupo experimental, donde la mayoría de los materiales estudiados son básicamente resinas, los mismos son materiales estéticos fotopolimerizables muy sensibles a la técnica. Destacamos la evolución de los materiales restauradores y la utilización de una técnica sumamente minuciosa y depurada, todos factores de relevancia para obtener valores muy bajos de microfiltración.

Acordamos con Crim (1987), en cuanto a que la técnica de obturación es eficaz para neutralizar la contracción de polimerización del composite.

Para ello, trabajamos desde los procedimientos preliminares de selección y adaptación de la banda, obturación en compules para mejor inserción, donde el material impulsado por un émbolo tiende a ser adaptarse mejor a la cavidad, no incorpora burbujas, mezclado mecánico, colocación incremental y polimerización por capas. Estos son algunos de los pasos en los que nos detuvimos minuciosamente para disminuir los resultados adversos.

Diferentes autores al evaluar in vitro la microfiltración, coinciden en que los sistemas adhesivos utilizados debajo de restauraciones de amalgama reducen efectivamente la microfiltración (Charlton y col,

1992; Tarim y col, 1996; Berry y col, 1996; Meier y Turner, 1998; Al-Jazairy y Louka, 1999; Chen y col, 2000; Neme y col, 2000). Según Hernández (2000), solamente las amalgamas adheridas con sistema de adhesión y cemento sin polimerizar pueden evitar la filtración marginal. Nuestros resultados indican que hay microfiltración en algunas zonas si su ausencia es de 0 μm , de la misma manera que otros materiales sin el adhesivo adicional.

Es importante señalar que muchas de las investigaciones in vitro de los sistemas adhesivos para restauraciones de amalgama son realizadas a corto plazo y, al ser evaluados por períodos más largos los resultados pueden variar (Pilo y col, 1996; Bonilla y col, 1996. Al-Jazairy y Louka, 1999; Neme y col, 2000), recomiendan estudios in vivo y a largo plazo para clarificar el potencial de los adhesivos para amalgama.

En nuestros registros los valores para amalgama con adhesivos son de 4.65 μm - 0 μm , mínimos si son comparados con valores determinados en zonas de otros materiales.

Teniendo en cuenta lo manifestado por Imparato (1996) y Vieira (1991), donde la aplicación de un adhesivo como alternativa de minimizar la microfiltración fue defendida por varios autores. Cavalcanti y Chelotti (1999), en estudios con adhesivos observaron que la microfiltración no fue totalmente eliminada, pero sí minimizada de acuerdo con el material restaurador empleado. Los resultados de nuestro estudio determinaron las mayores microfiltraciones para los diferentes materiales con adhesivos (condensable 4.7 μm 30 días ; resina compuesta modificada con poliácidos 2.81 μm 30 días; resina 2.32 μm 90 días; condensable 2.01 μm 30 días; resina 1.9 μm 60 días; resina compuesta modificada con poliácidos 1.73 μm 90 días); en último lugar condensable sin adhesivo 1.54 μm 30 días.

La técnica de grabado ácido, junto a los agentes de unión, logra un contacto más íntimo entre resina y esmalte para favorecer la adhesión y decrecer la microfiltración.

Perdigao (1999), encontró que ninguno de los materiales restauradores con que se cuenta hoy previene completamente la microfiltración, pero la extensión de ésta disminuye hacia la base de las restauraciones. Del Nero y col. (1999), pudo demostrar que todos los materiales dejan pasar fluidos a su través.

Coincidimos en que en algunos casos dependerá del período de prueba expuesto, de la sensibilidad del método utilizado, realizando mediciones automáticas o manuales pero con calibración muy específica, lo que permitirá establecer orden de prioridad de microfiltración. También es sumamente interesante, no establecer las áreas que supuestamente están filtradas previamente a ser digitalizadas, sino una vez establecidas recién realizar la valoración correspondiente.

Finalmente, en el grupo amalgama control los valores de mayor microfiltración correspondieron al grupo "A" de los 30 días de prueba, las zonas 1 a 7 con los siguientes valores en μm (7.33; 12.56; 10.87; 8.83; 6.93, 9.08; 8.46).

Las zonas en orden decreciente son: 2,3,6,4,7,1,5.

En los materiales experimentales, la variabilidad se estableció en los diferentes períodos de prueba registrando estos valores en μm : (zona 1- 60 días- 1.9; zonas 2 y 3 -30 días- 1.54 y 4.7; zonas 4 y 5 - 90días- 1.73 y 2.32; zonas 6 y 7 -30 días- 2.01 y 2.81.

Las zonas en orden decreciente son: 3,7,5,6,1,4,2. Correspondieron las seis primeras zonas a materiales con adhesivos (condensable, resina compuesta modificada con poliácidos, resinas, condensables, resinas y resinas compuestas modificadas con poliácidos) y la zona 7 corespondió a condensable.

Rescatamos como destacable de nuestro estudio, la innovación del método para efectuar las mediciones, donde calibración, registro automático o a mano alzada entre otros, establecen un nuevo espectro de estudio.

Saiku y col. (1993), publican que uno de los principales inconvenientes es la subjetividad de sus registros, donde sustancialmente podemos encontrar pérdida de información que supone el análisis de secciones transversales, ya que la microfiltración puede variar en función de la localización o el ángulo de la sección.

El análisis de imágenes digitalizado ha tenido expresiva importancia en la detección de pequeñas variaciones, su amplia aplicación se encuentra con obstáculos, principalmente debido a los costos y dificultades para la adquisición, control del procesamiento y almacenamiento de las imágenes.

Las mediciones, realizadas con digitalización pueden identificar con precisión los puntos de referencia por el poder de resolución, comparado con el método convencional, actuando con un software, que actúa como un recurso adicional, con posibilidades de equalización de las imágenes.

Veis y col. (1996) afirman que los resultados del análisis por área métrica permitiría registrar los patrones de filtración y el volumen de penetración del colorante podría también ser calculado.

La diferencia puede estribar en el método de medición de la microfiltración, que determina la cantidad de colorante filtrado.

Tay y col. (1995) indican que el método es insensible a la microfiltración solamente ocurrida en el esmalte, basado en escalas ordinales, con patrón tridimensional, y con análisis digitalizado, determinando que la microfiltración es uniforme a lo largo del margen de la restauración.

Otros autores realizaron la validación en base a los criterios ordinales o escalas de microfiltración (Grobler y col, 1999; Fruits y col, 2002).

Gwinnett y col. (1995) compararon tres métodos de evaluación crítica de microfiltración a lo largo de las interfases del material restaurador; medición en sección longitudinal y múltiples superficies basados en análisis de imagen y un protocolo más transparente con localización específica de la zona microfiltrada, indicando que las diferencias no fueron significativas y destacando que el protocolo transparente requiere de menor laboriosidad que el de múltiples superficies.

Tay y col. (1996), realizaron las mediciones de microfiltración por zonas pudiendo localizar exactamente los lugares deteriorados a lo largo de las restauraciones.

Debemos destacar la importancia de los valores de información de intensidad de la escala gris con display de 64 niveles de grises y 256 niveles en la imagen digital, que permite obtener los datos originales provenientes de los cortes digitalizados.

La digitalización de la imagen, deberá poseer una resolución espacial mínima de 300 pixels por pulgada (300 ppi) equivalente a 11.8 pixeles por mm(118 p.p.cm). Actualmente una Agencia regulatoria exige una resolución mínima de 200 ppi para las imágenes odontológicas (South, 1994). La capacidad del ojo humano para discriminar distintos tonos de grises no supera los 180. La necesidad de disponer de 256 tonos en la digitalización es a los efectos de poder realizar algunas manipulaciones propias del procesamiento de imágenes digitales que probaron ser eficientes en ayudar a la visualización (Pluss, 1998).

Las herramientas mínimas de procesado de la imagen deben ser por lo menos: rotación, reflexión (flip), brillo, contraste, ampliación (zoom), resalte de bordes (sharpening), inversión, medición de

distancias y densidades ópticas. El tiempo de procesamiento de una imagen en la que intervienen muchos datos, puede ser de muchas horas de duración, ya que se diseñan para conseguir un alto grado de exactitud reproductiva.

El formato de imagen de 640 x 480 y la digitalización espacial determinan la resolución espacial que se mide en pixel/unidad de área. La alta resolución pueden obtenerse actualmente, pero en general los dispositivos de impresión y visualización más utilizados no son capaces de representarlas en ese rango de resoluciones. Destacamos el ajuste de resoluciones espaciales, adecuado a las necesidades y características técnicas del equipo utilizado.

Un factor crítico para la visualización es que en color se emplean tres valores de intensidad por pixel, a diferencia del blanco y negro donde la intensidad de cada pixel se codifica por un único valor.

La profundidad necesita de ordenadores más potentes. Se debe tener en cuenta en el diseño experimental, la memoria que se utiliza para su almacenamiento, número de pixel, que resulta de la digitalización espacial y el número de niveles de grises en cada uno de los pixels.

Las cámaras convencionales no son capaces de discriminar un número tan elevado de niveles de grises. Generalmente las profundidades son de 8-bits a 16-bits para el blanco y negro y coincidimos en trabajar con 24 bits para las realizadas en color, si bien la representación real en blanco y negro se obtiene con 2048x2048 pixels y 1024 (2^{10}) niveles de grises e igual tamaño y resolución para las realizadas en color.

Las controversias suscitadas sobre el tema llevó a tomar en cuenta parámetros que delimitarían la especificidad del estudio y el cuidado detallado de cada uno de los pasos de inclusión secuenciales.

Priorizamos en el trabajo la validación oportuna en grupos de 30, 60 y 90 días de prueba, donde se realizó un análisis comparativo

determinando un orden en base a la superficie media de filtración.

En el presente trabajo se seleccionó el Azul de metileno que por su característica de partículas pequeñas hizo posible la detección de alteraciones microestructurales, es accesible y tiene como finalidad principal actuar como auxiliar en estudios cuantitativos y cualitativos. Seleccionamos un método, que nos permitiera obtener superficies con pulido óptico final y selección específica de los minerales para adecuarse al protocolo de trabajo.

En referencia a otros trabajos de investigación, en que las imágenes digitalizadas se realizaban indirectamente a través de imágenes fotográficas, se creyó oportuno el análisis directo de la muestra, para evitar variaciones que son sumativas, si bien el proceso de escaneamiento fue controlado en primer lugar con materiales de alta densidad que evitan el paso de luz, que actúa negativamente en la definición de las imágenes; de la misma manera que se controlaron las variaciones de tensión eléctrica, con estabilizadores, en el momento de la adquisición de las imágenes.

Se fijó la unidad de medida en μm , de la misma manera realizamos mediciones en diferentes unidades de medida, evaluando los resultados y buscando puntos encontrados de reflexión y de análisis.

Las mediciones de las zonas microfiltradas se realizaron manual, individualmente y personalmente a efectos de eliminar la variable subjetiva entre observadores, siguiendo igual criterio para las mediciones automáticas, donde la sensibilidad, confiabilidad y validez del método son el soporte de su validación.

Esto perfecciona la visualización y mejora considerablemente la calidad de las imágenes que detectan pequeños cambios, en base a la variación de grados de transparencia y colores permitiendo una mejor visualización y diferenciación de las formas de las estructuras, estén o no microfiltradas, del mismo modo donde se segmentó una

región de interés, con las mismas propiedades de transparencias, colores y visualización de la imagen.

Se permitió observar las imágenes sin procesamiento comparándola con las procesadas por variación de contraste, brillo, filtrados, segmentación, ampliación, inversión.

Se efectuaron mediciones de densidad relativa, perfiles de densidad, distancias y análisis de histogramas de imagen.

Nuestro criterio, corrobora que con el análisis de imagen se produce una pérdida gradual aunque parcialmente controlada de la información de la imagen, de la misma manera que destacamos que prioriza únicamente la información necesaria para realizar las diferentes mediciones, que deseamos cuantificar.

En referencia a la adquisición de las imágenes, el dispositivo de captura (escáner), si bien es un sistema relativamente lento de digitalización, puntualizamos su importancia ya que proporciona niveles de resolución muy altos.

Coincidimos con autores como Mall y col. (1997), en que una mejora significativa es el empleo de dispositivos fotográficos digitales de alta resolución, con excelentes resultados experimentales.

La digitalización de la imagen deberá poseer una resolución espacial mínima 300 pixels por pulgada (300 ppi) equivalente a 11.8 pixeles por mm(118 p.p.cm).

Al respecto nosotros pensamos que este trabajo demanda una resolución espacial mayor. Para la resolución de grises mínima: 8 bits por pixel, equivalente a 256 tonos distintos de gris.

El procesamiento de imágenes aplicado trató de resumirse en el mínimo de herramientas posibles. Las más interesantes resultaron los controles de brillo y contraste, inversión amplificación (zoom), segmentación basada en el histograma de imagen, sharpening, medición de distancias y valores de densidad.

El eje sustancial se estableció en torno a las mediciones realizadas sobre determinadas áreas de la imagen de nuestro interés, que fueran luego tratadas por el proceso de segmentación. Las imágenes tienen un nivel de complejidad; por las áreas que presentan amplios niveles de grises por las diferentes tinciones con el colorante, contornos complejos y poco definidos, decidimos realizar las mediciones, en la imagen sin procesamiento, para realizar la lectura sobre el original. Realizamos operaciones geométricas y espaciales, traslaciones, reducción y zoom con ajuste de la imagen a la pantalla completa, en áreas que requerían mayores detalles.

Para lograr la delimitación precisa de las áreas de interés, seleccionamos el análisis de imagen, segmentación multibanda y criterios múltiples de segmentación, si bien el área de interés no presenta nivel de grises diferente a la del resto de la imagen, pero sí una coloración diferente. En la segmentación por umbrales, priorizamos la automática porque reduce el tiempo de procesamiento y no introduce variabilidad del operador.

Para obtener valores perimetrales, consideramos que es dependiente de la resolución adquirida por las imágenes, que de acuerdo a nuestro protocolo de trabajo se encontraba previsto.

La valoración de Histogramas permitió visualizar distribuciones de importancia, regulares e irregulares, permitiéndonos comparar los diferentes registros, establecidos automáticamente, para realizar los análisis comparativos correspondientes.

Se aportaron registros insuperables, que permiten calcular la cantidad relativa de material en una región concreta de la muestra.

A todo el proceso de digitalización de imágenes se le sumaron datos de prototipo, se lo archivó y transmitió a una plataforma de observación remota utilizando internet.

La simple digitalización, archivo y transmisión de imágenes obtenidas a partir de la muestra digitalizada, no son suficientes para la etapa, si no están acompañadas por los datos de cada muestra.

Por lo tanto la racionalización de la temática aplicable al campo odontológico, deberá contemplar la inclusión y presentación de ambas informaciones de modo simultáneo. Estas observaciones permitieron fijar pautas para el diseño experimental de un programa de todas estas funciones, donde debemos priorizar el formato mejor adaptado a nuestra instancia de trabajo. Podríamos mencionar las características del formato TIFF (Tagged-Image File Format), que requiere gran memoria y los algoritmos de compresión son parte integral del propio formato, y cuando se dispone de suficiente espacio para su almacenamiento, es preferible almacenar las imágenes sin compresión alguna, combinando altas tasas de compresión con pérdidas mínimas de información.

La seleccionamos el formato GIF (Graphic Interchange Format) que limitará la calidad de las imágenes con más de 8-bits de color o de niveles de grises, por este motivo es el formato que seleccionamos. BMP (Windows Bitmap Format) versión 3.0, posee algoritmos de compresión, sin embargo creímos pertinente el formato JPEG (Joint Photographic Experts Group Format), si bien no realiza un adecuado almacenamiento de imágenes de alta calidad, fue seleccionado para la posterior publicación de imágenes de calidad en internet.

Un interés particular consistió en un sistema de almacenamiento de imagen dotado de alta capacidad y preferiblemente extraíble, sin que consumiera todos los recursos de memoria en tiempo reducido; por ello el tamaño de discos ópticos (3.5 pulgadas) sumado a su estabilidad y alta capacidad de almacenamiento, fue óptimo para nuestro trabajo con imágenes en grupos controles y experimentales.

La técnica volume rendering trabaja con todas las informaciones

originales de la imagen, ésta exige del sistema computarizado (workstation) una memoria considerable, necesitándose un tiempo más prolongado y amplio conocimiento de la técnica para poder obtener las imágenes deseadas.

El uso del software asociado al workstation en la computación gráfica representa un gran progreso. Posibilitó una mayor rapidez y versatilidad en la obtención de las imágenes de mejor calidad, permitiendo un reprocesamiento de estas imágenes para un diagnóstico más claro y una mejor planificación del tratamiento.

Proporcionando una imagen final de alta fidelidad, en referencia a ello se realizaron las reconstrucciones en 3 dimensiones.

Retief y col (1993), afirman que los test de microfiltración por medio de soluciones colorantes o radioisótopos no realizan una validación tridimensional, ocasionando una dificultad para la medición de la intensidad de la microfiltración. La simple observación de la presencia o ausencia de microfiltración no cubre todas las necesidades, se necesita cuantificar, debido a que cualquier imagen representa sólo dos planos y la realidad es que las estructuras dentales son tridimensionales y está plenamente demostrado que es más completo.

Algunos autores incluyen el análisis en tres dimensiones en sus protocolos de trabajos, (Kawanaka, 1990; Tay y col, 1995; Alcaniz y col, 1999; Rhodes y col, 1999; Cavalcanti y col, 2000; Rousset y col, 2003).

Es de destacar el notable aporte en aprendizajes fuertemente contextualizados, que tendrán una validación explícita, para análisis de los programas de investigación científica, siendo la base para la construcción de nuevos conocimientos y el desarrollo de nuevas competencias.

Basrani (2003), destaca que para la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2010 la mayoría de los consultorios odontológicos en los países en desarrollo tendrán que haber incorporado sistemas informáticos como instrumentos rutinarios. La gran automatización de los países desarrollados, junto al avance de las comunicaciones, incrementó el potencial de formación, investigación e intercambio de experiencias mediante su utilización.

El verdadero cambio que introduce este marco de operaciones está en el modo y la velocidad en que se compartirá la información, dejando el terreno de lo privado o reservado para transformarse en información disponible y potencialmente pública. Nuestros trabajos de investigación, son transmitidos en tiempo real o diferido por un mayor número de profesionales que participan interdisciplinariamente de la experiencia y toma de decisiones sobre el particular.

Son múltiples las opciones y servicios de telecomunicaciones y herramientas multimedia hoy disponibles en general y con una racional aplicación en educación y salud. no dejando de lado los aspectos éticos de seguridad y confidencialidad de la información adquirida, control, archivo, y derivadas a profesionales, para documentación probatoria.

La obtención de las imágenes como soporte documental del trabajo realizado, será el soporte digital como documento.

La tecnología digital de imágenes construye las bases de conocimiento necesarias para definir los estándares de calidad mínima aceptable y la formación de recursos humanos capaces de interpretar, desarrollar y aplicar esta nueva metodología.

Brinda las condiciones de marco para plantear aplicaciones didácticas tales como aula, laboratorio o consultorio, que forma recursos humanos acorde con las tendencias del futuro inmediato.

DISCUSIÓN

La necesidad de adecuación a este nuevo paradigma de conocimientos, el grado de impacto de la aplicación de las diferentes herramientas que ofrece el programa de procesamiento de imágenes demostró la optimización que estos recursos ofrecen.

Los resultados obtenidos fueron inesperados, rápidos con sensibilidad, confiabilidad y validez para la interpretación de diferentes imágenes por el mismo profesional como para una misma imagen entre profesionales.

El impacto cultural que esta tecnología implica para cuando se ha formado en una estrategia diagnóstica tradicional, a esta nueva dinámica de captura y trabajo en su campo de aplicación, amplía el rango de conocimientos, relacionados con las herramientas de procesado digital de imágenes, utilizadas en los programas de aplicación actualmente disponibles.

Estos aspectos señalan uno de los puntos sobre los que se deberá trabajar, para lograr la formación de recursos humanos capaces de actuar en un escenario futuro como el que plantea la OMS.

Permite enfatizar la necesidad de una adecuación de contenidos curriculares de grado y por ende en el postgrado, que contemple la inclusión de los conceptos teóricos necesarios en los cuales se fundamenta su área temática y que no sólo permita la universalidad del conocimiento sino que desarrolle en los futuros profesionales una actitud de vida que sea capaz de enriquecerse y potenciar el trabajo inter y multidisciplinario.

V. CONCLUSIONES

- ▶ En la realización de mediciones automáticas o manuales, el trabajo adquiere su valoración, en base a las mediciones, a los parámetros y la base de datos que interactúan con exactitud y confiabilidad.
- ▶ Las amalgamas de los grupos de 30, 60 y 90 días, obtuvieron mayor microfiltración que los grupos problemas. No siendo significativas entre los grupos testigos de 60 y 90 días y los grupos problemas en el mismo período de prueba.
- ▶ La utilización del Software Kslite, nos permite realizar las mediciones, que actuarán de base de datos para el programa Surfer con el estudio de la microfiltración en tres dimensiones, donde comparamos los resultados y evidenciamos la microfiltración.
- ▶ La nueva tecnología debe tener su eje conductor en la formación profesional y actuar como resorte para la actividad creadora e innovadora de la misma.
- ▶ El diseño obtenido, brinda las condiciones de marco para plantear aplicaciones didácticas, formando recursos humanos con un nuevo código en la captación de conocimientos acordes con el desarrollo tecnológico.
- ▶ La interacción realizada con Sistemas analizadores de imágenes y reconstrucción en tres dimensiones nos permiten inferir acerca de la proyección en trabajos de docencia e investigación.

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar y evaluar la microfiltración de materiales restauradores en preparaciones por tunelización horizontal de dientes primarios. Ciento cinco molares primarios, donde se tallaron doscientas diez preparaciones, posteriormente fueron termociclados y luego inmersos en 0,2% de azul de metileno preparando las muestras para la evaluación. Las muestras se dividieron en 3 grupos, identificados por días de prueba con 35 molares cada uno, subdividiéndose a su vez en 7 subgrupos de 5 molares para cada determinación. A los molares se los obturó con, Resina Compuesta Fotopolimerizable T.P.H. Spectrum (Dentsply), Resina Compuesta Modificada con Poliácidos Dyract AP (Dentsply), Resina Condensable Surefil(Dentsply), para los tres grupos siguientes se utilizaron los mismos materiales combinados con adhesivo SBMPP (3M), el último de los materiales es amalgama con SBMPP. Los resultados de microfiltración se evaluaron mediante análisis de imagen. Las diferencias fueron significativas entre las preparaciones obturadas con amalgama y resinas, en los grupos de 30 días ($p < 0.001$), 60 días ($p < 0.01$) y 90 días ($p < 0.01$). El análisis comparativo entre amalgamas de 30 y 60 días de prueba ($p < 0.001$), como también las de 30 y 90 días las estadísticas ($p < 0.001$) fueron significativas. Solamente los resultados entre amalgamas de 60 y 90 días, no fueron significativos. El análisis en muestras experimentales fue significativo entre grupos de 30 y 60 días ($p < 0.05$) y entre 30 y 90 días ($p < 0.05$). No mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo 60 y 90 días. La utilización del programa Kslite, nos posibilita la realización de una base de datos confiable para el análisis estadístico, y al interactuar con el programa Surfer, de reconstrucción en tres dimensiones permiten elaborar nuestro material de trabajo, con proyección en docencia e investigación.

SUMMARY

The purpose of this study was to determine and evaluate microleakage of restorative materials in preparations by using the horizontal tunnel method in temporary teeth. One hundred and five temporary molars were etched with 210 preparations, and later thermocycled and placed in 0.2% methylene blue solution for evaluation. The samples were divided into three groups of 35 molars each, identified according to their observation times. Each group was in turn divided into 7 subgroups of 5 molars for each determination. The molars were filled with light-cured composite resin TPH Spectrum (Dentsply), polyacid-modified composite resin (Dyract), and packable resin (Surefil). The same materials were combined with adhesive SBMPP (3M) and used for the following three groups. The last material used was amalgam with SBMPP. Microleakage results were evaluated using the imaging analysis. There were significant differences in the preparations filled with amalgam and resins in the groups evaluated at 30 ($p < 0.001$), at 60 ($p < 0.01$), and at 90 days ($p < 0.01$). Comparative analyses of amalgams at 30 and 60 days ($p < 0.001$) and at 30 and 90 days were statistically significant. Only results of amalgams evaluated at 60 and 90 days were not significant. The analysis of test samples was significant in the groups studied at 30 and 60 days ($p < 0.05$), and in those at 30 and 90 days ($p < 0.05$). The groups analysed at 60 and 90 days showed no significant differences. This study was performed using the Kslite program, which offers the possibility of having a reliable database for statistical analysis, and together with Surfer for 3D reconstruction, it allows us to develop our work material, with profound implications for teaching and investigation.

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Alcaniz M, Grau V, Monserrat C, Juan C, Albalat S (1999). A system for the simulation and planning of orthodontic treatment using a low cost 3D laser scanner for dental anatomy capturing. *Stud. Health. Technol. Inform.* 62: 8-14.
- ◆ Al-Jazairy YH, Louka AN (1999). Effect of bonded amalgam restorations on microleakage. *Oper. Dent.* 24: 203-209.
- ◆ Alonso AA (1999). *Oclusión y Diagnóstico en Rehabilitación Oral.* Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. 3-7.
- ◆ Barnes DM, Thompson VP, Blank LW, MC Donald NJ (1993). Microleakage of class 5 composite resin restorations: a comparison between in vivo and in vitro. *Operat. Dentistry.* 18:237-245.
- ◆ Barrancos Mooney J (1999). *Operatoria dental.* Ed. Médica Panamericana. Madrid.
- ◆ Basrani E (2004). *Radiología en endodoncia. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica CA.* Caracas. Venezuela.
- ◆ Berry FA, Parker SD, Rece D, Muñoz CA (1996). Microleakage of amalgam restorations using dentin bonding system primers. *Am. J. Dent.* 9: 174-178.
- ◆ Biondi A, Cortese G (1998). *Operatoria dental en piezas primarias. Odontopediatría.* 2: 11-15.
- ◆ Black GV, Williams RA, Keyes PH (1960). The infections and transmissible nature of experimental dental caries. *Arch. Oral Biol.* 1: 304-319.
- ◆ Bonilla E, White SN (1996). Fatigue of resin bonded amalgam restorations. *Oper. Dent.* 21: 122-126.
- ◆ Brasca NB (2002). *Evaluación sobre el comportamiento clínico de los materiales restauradores convencionales y adhesivos en molares temporarios. Tesis doctoral. Fac. Odont. Uiversidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.*

- ◆ Brasca NB, Urquía Morales MC (2003). Materiales restauradores convencionales y adhesivos en molares temporarios: adaptación marginal. Rev. Círculo Odontológico de Córdoba. Claves de Odontología. 6: 3-7.
 - ◆ Cardoso PEC (1994). Avaliação do desgaste, rugosidade e microestrutura de resinas compostas em função de ciclagem mecânica e fonte ativadora. Tesis doutorado. Fac. Odont. Universidade de São Paulo. 132.
 - ◆ Cavalcanti AL, Chelotti A (1999). Avaliação in vitro da microinfiltração em cavidades classe II de molares decíduos, restaurados com resina composta auto e fotopolimerizável. Rev. Odtol. Univ. São Paulo. 2:167-171.
 - ◆ Cavalcanti MG, Vannier MW (2000). Measurement of the volume of oral tumors by three-dimensional spiral computed tomography. Dtomaxillofac. Radiol. 1: 35-40.
 - ◆ Charlton DG, Moore BK (1992). In vitro evaluation of two microleakage detection tests. J.Dent. 20: 55-58.
 - ◆ Charlton DG, Moore BK, Swartz ML (1992). In vitro evaluation of the use of resin liners to reduce microleakage and improve retention of amalgam restorations. Operative Dentistry. 17: 112-119.
 - ◆ Chen RS, Liu CC, Cheeng MG, Lin CP (2000). Bonded amalgam restorations using a glass ionómer as an adhesive liner. Oper. Dent. 25: 411-417.
 - ◆ Conesa CP, Sánchez-Barriga Mediero R, Bonilla Represa V, Herrera Martínez M, Jiménez Planas A, Llamas Cadaval R (2000). Quintesence Int. 13: 23-36.
 - ◆ Craig R, Obrien W, Powers J (1985). Materiales dentales 3º Ed. México Interamericana. 93-112.
 - ◆ Crestani MB, Silva AE, Larentis NL, Fontanella V (2001). Avaliação da padronização radiográfica para a subtração digital de imagens. R. Fac. Odontol.42: 25-30.
-

- ◆ Crim GA (1987). Assensement of Microleakage of 12 restorative systems. *Quint. Int.* 18: 632-638.
- ◆ Cuello JJ (1978). Cavidades de clase II sin apertura oclusal. Tesis doctoral. Fac. Odont. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.
- ◆ Del Nero MO, De La Machorra JC (1999). Sealing and dentin bond strengths of adhesive systems. *Oper. Dent.* 24: 194-202.
- ◆ Dietschi D, Scampa U, Campanile G, Holtz J (1995). Marginal adaptation and seal of direct and indirect class II composite resin restoration: An in vitro evaluation. *Quintessence International.* 2: 127- 138.
- ◆ Dinato JC, Daudt Polido V (2003). Implantes Oseointegrados. Ed. Artes Médicas Ltda. Sao Paulo. 35-51.
- ◆ Edelberg MH (1997). Adhesión de ionómeros vítreos y compómeros. *Odontología clínica a fines del milenio.* Ed. Kent-von Durig. Jornadas Aniversario de la Fac. de Odont. Universidad Nacional de Córdoba. 220.
- ◆ Ferraris ME, Costello MJ, Nieto O (1996). Aspectos estructurales de los dientes primarios. Estudio al M.O. Y M.E.B.. *Rev. de la Facultad de Odontología. Universidad Nacional de Córdoba.* 25: 61- 69.
- ◆ Fialho ES, Silva EV, Graff CS, Loguercio AD, Camacho GB, Busato ALS (2000). Avaliacao da infiltração marginal de restaurações de amalgama: mercúrio gálio. *Pesq. Odont. Bras.* 1: 59-63.
- ◆ Fonseca MM, Fonseca GM, Gendelman H (1996). Esmalte aprismático yuxtadentinario y caries, en dientes permanentes. *Rev. De la Facultad de Odontología. Universidad Nacional de Córdoba.* 25: 71-77.
- ◆ Fruits TJ, Vanbrunt CL, Khajotia SS, Ducanonn MG Jr (2002). Effect of cyclical lateral forces on microleakage in cervical resin composite restorations. *Qtessence Int.* 3: 205-212.

- ◆ Gallardo-López NE, De Nova-García MJ, Mourelle-Martínez MR. (2004). Valoración de la microfiltración de Compoglass en molares temporales. RCOE. 9: 39-45.
 - ◆ Going RE (1972 a). Microleakage around dental restorations: a summarizing review. J .Am. Dent. Assoc. 84: 1349 - 1357.
 - ◆ Going RE (1972 b). Status report on cement bases, cavity liners, varishes, primers, and cleansers. J .Am. Dent. Assoc. 85: 654-660.
 - ◆ Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A (1999). Histología y Embriología Bucodental. Ed. Médica Panamericana. Madrid.
 - ◆ Grobler SR, Rossouw RJ, Van Wyk Kotze TJ (1999). In vitro, relative microleakage of five restorative systems. Int. Dent. J. 1: 47-52.
 - ◆ Gwinnett JA, Tay FR, Pang KM, Wei SH (1995). Compararison of three methods of critical evaluation of microleakage along restorative interfaces. J. Prosthet. Dent. 6: 575-585.
 - ◆ Henostroza HG (2003). Adhesión en Odontología Restauradora. Ed. Maio. Curitiba - Paraná - Brasil.
 - ◆ Hickel R , Petschelt A Maier J, Voss A, Sauter M (1988). Post treatment evaluation of fillings with cermet cement (Ketac -Silver) Deutsche Zahnarztliche Zeitschrift 43 (8): 851-853.
 - ◆ Hunt PR (1984). A modified class II preparation for glass ionomer restorative materials. Quintessence Int. 10 : 1011-1018.
 - ◆ Hunt PR (1990). Microconservative restorations for approximal carious lesions. Jada 120: 37-40.
 - ◆ Imparato JCP (1996). Avaliacao da microinfiltracao de quatro técnicas restauradoras com resina composta nas caxias proximais em cavidades classe II de molares decíduos. Faculdade de Odontología. Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo. 93.
 - ◆ Kawanaka M (1990). Development of the dental CAD-CAM system. Osaka Daigaku Shigaku Zasshi. 1: 206-239.
 - ◆ Kidd EAM (1976). Microleakage: a review. J. Dent. 4: 199-206.
-

- ◆ Kohen S (2000). Operatoria con materiales plásticos comenzando el año 2000. Rev. Asoc. Odontol. Argent. 3: 295-297.
 - ◆ Kohen S, Abate P (1998). Alternativas actuales en materiales plásticos estéticos para el sector posterior. ¿Sustituyen a la amalgama?. Rev. Asoc. Odontol. Argent. 4: 391-395.
 - ◆ Koo KT, Polimeni G, Albandar JM, Wikesjo UM (2003). Histometric Analysis of Healing in Supra- alveolar Periodontal Defects. Periodontal Research. The International Association for Dental Research. 81: 25-28.
 - ◆ Lanata EJ (2003). Operatoria Dental Estética y adhesión. 175-176.
 - ◆ Leinfelder KF (1981). Composite resins in posterior teeth. Dent. Clin. North. Am. 25: 257- 264.
 - ◆ Leinfelder KF (1983). The amalgam restoration. Dt Clin North Am. 27: 685-671.
 - ◆ Lillo M (1991). Desgaste oclusal de las resinas compuestas: estudio clínico cuantitativo de las resinas compuestas fotopolimerizables en elementos posteriores. Tesis doctoral. Fac. Odont. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.
 - ◆ Lopes G, Vieira LC, Baratieri LN, Monteiro Junior S, Biasi F (2001). Efeito do tipo de solvente na microinfiltracao de restauracoes de resina composta usando adhesivos de frasco único. Rev Odontol UNESP. Sao Paulo. 30: 21-29.
 - ◆ Macchi RL (1988). Adhesion a la estructura dentaria. En Operatoria Dental. Restauraciones de Barrancos Mooney, J. Editorial Médica Panamericana. Bs. As. 209-219.
 - ◆ Macchi RL (1993). Materiales dentales. Fundamentos para su estudio. Propiedades de los materiales. 2º Ed. Médica Panamericana. 21-46. Buenos Aires.
 - ◆ Macchi RL (1999). Adhesion a la estructura dentaria. En Operatoria Dental. Barrancos Mooney. Editorial Médica Panamericana. Bs. As. 567-577.
-

- ◆ Macchi RL (2000). Materiales Dentales. Ed. Panamericana. Bs. As. 93-108.
- ◆ Mall C, Krekeler G (1997). A la caza del píxel. Las primeras experiencias con una cámara digital en la consulta dental. Quint.10: 666-671.
- ◆ Marks LA, Van Amerongen WE, Kreulen CM, Weerheijm KL, Martens LC (1999). Conservative interproximal box-only polyacid modified composite restorations in primary molars, twelve-month clinical result. J. Dent. Child. 23-29.
- ◆ Mc Bride WC (1955). Tratado de odontopediatría. Ed. Labor. Argentina.
- ◆ Mc Donald RE, Avery DR (1990). Odontología pediátrica y del adolescente. Ed. Médica Panamericana. 5º ed.
- ◆ Mc Keown HF, Robinson DL, Elcock C, Al-Sharood M, Brook AH (2002). Tooth dimensions in hypodontia patients, their unaffected relatives and a control group measured by a new image analysis system. The European Journal of Orthodontics. 24: 131-141.
- ◆ Mc Lean JW, Wilson AD (1980). El cemento de ionómero vítreo. Dental Cosmos. 48: 25-41.
- ◆ Meiers JC, Turner EW (1998). Microleakage of dentin amalgam alloy bonding agent results after 1 year. Oper. Dent. 23: 30-35.
- ◆ Mondelli J (1995). Controversias: Amalgama versus resinas compostas. In: Mondelli RLM. Maxidonto: dentística. 3: 45-48.
- ◆ Mount GM (1999). Conservación y restauración de la estructura dental. Ed. Diorki Servicios Integrales de Edición. General Moscardó. Madrid.
- ◆ Negishi F, Isshiki Y (2000). Three-dimensional computerized setup of first molars based on crown forms. Dentistry in Japan. 36:81-83.
- ◆ Neme AL, Evans DB, Maxson BB (2000). Evaluation of dental adhesive systems with amalgam and resin composite restorations :

Comparison of microleakage and bond strength results. *Oper. Dent.* 25: 512-519.

- ◆ Osborne JW, Chain MC, Chain JC (1997). Amalgama dental: historia e controversias,. *RGO (Porto Alegre)*. 4: 229-234.
- ◆ Peinado Herreros MA, Moral Leal ML (2001). Análisis y Digitalización de imágenes en histología.
- ◆ Perálvarez AF, Escribano MN (2001). Resistencia mecánica de la interfase y de la dentina adyacente. Estudio comparativo de microfiltración. *RCOE*. 6: 621-627.
- ◆ Perdigao J (1999). Bond strengths of new simplified dentin-enamel adhesives. *Am. J. Dent.* 6: 286-290.
- ◆ Pilo R, Brosh T, Shapinko E, Dodiuk H (1996). Long-term durability of adhesive systems bonded to fresh amalgam. *J. Prosthet. Dent.* 76: 431-436.
- ◆ Pinto MB (1997). Avaliacao da infiltracao marginal em resauacoes com amalgama utilizando como material intermediario barniz cavitario diferentes sistemas adhesivos. Bauru. 209. Tese (Maestado). Faculdade de Odontología. Universidade de Sao Paulo.
- ◆ Preliasco A (1966). Características anatómicas e histológicas de los dientes primarios en relación con el diseño de cavidades. *Bol. Asoc. Arg. Odont. Niños*. 8: 25-27.
- ◆ Priotto EG (1980). Protectores Bio-pulpaes; resistencia a la fuerza de condensación térmica. Tesis doctoral. Fac. Odont. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.
- ◆ Pucci C, Giachetti N, Araújo M (1998). Estudio in vitro da microfiltracao em amalgama. *Rev. Odontol. UNESP. Sao Paul.* 2: 459-472.
- ◆ Radhakrishnan P, Mao JJ. (2004) Nanomechanical properties of facial sutures and sutural mineralization front. *J Dent. Res.* 83: 470-475.

- ◆ Retief DH, Bradley EL, Denton JC, Switzer P (1984). Enamel and cementum fluoride uptake from a glass ionomer cement. *Caries Research*. 18: 250- 257.
- ◆ Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV (1999). Micro-computed tomography: a new tool experimental endodontology. *Int. Endod. J.* 3: 165-170.
- ◆ Robbins JW, Cooley RL (1988). Microleakage of Ketac Silver in the túnel preparation. *Oper. Dent.* 13: 8-11.
- ◆ Rory H (1997). ¿Cuál es el futuro de la amalgama?. *Quint. In. Ed. Esp.* 2: 82-88.
- ◆ Rousset MM, Simonek F, Dubus JP (2003). A method for correction of radiographic errors in serial three-dimensional cephalometry. *Dentomaxillofac. Radiol.* 1: 50-59.
- ◆ Saiku JM, Germain Jr. HA, Meiers JC (1993). Microleakage of a dental amalgam alloy bonding agent. *Oper. Dent.* 18: 172-178.
- ◆ Sakaguchi RL, Wiltbank BD, Murchison CF (2004). Prediction of composite elastic modulus and polymerization shrinkage by computational micromechanics. *Dent Mater.* 20: 397-401.
- ◆ Sakaguchi RL, Wiltbank BD, Shah NC (2004). Critical configuration analysis of four methods for measuring polymerization shrinkage strain of composites. *Dent Mater.* 20: 388-396.
- ◆ Samar ME, Ávila RE, Esteban Ruíz FJ (2000). *Técnicas histológicas. Fundamentos y aplicaciones.* Córdoba. Argentina.
- ◆ Schultz LC, Chabernau G (1966). *Operative Dentistry.* Leo y Fabiger. Philadelphia. U. S. A.
- ◆ Smith RN, Brook AH, Elcock C (2001). The quantification of dental plaque using an image analysis system: reliability and validation. *Journal Of Clinical Periodontology.* 28: 1158.
- ◆ Tarin B, Suzuki S, Cox CF (1996). Marginal integrity of bonded amalgam restorations. *Am J Dent.* 2: 72-76.

- ◆ Tay FR, Gwinnett AJ (1996). The overwet phenomenon: a transmission electron microscopy study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am.J.Dent* 9: 161-166.
- ◆ Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SHY (1995). Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. *J. Dent. Res.* 74: 1168-1178.
- ◆ Tay FR, Lai CN, Chersoni S, Pashley DH, Mak YF, Suppa P, Prati C, King NM. (2004) Osmotic blistering in enamel bonded with one-step self-etch adhesives. *J Dent. Res.* 83: 290-295.
- ◆ Towbridge HO (1987). Model system for determining biologic effect of microleakage. *Oper. Dent.* 12: 164-172.
- ◆ Tung F, Estafan D, Scherer W (2000). Use of compomer in class V restoration: A microleakage study. *J Dent Res* 31: 668-672.
- ◆ Uribe Echevarría J (1990). *Operatoria Dental. Ciencia y práctica.* Ediciones Avances Médico-Dentales S.L. Madrid.
- ◆ Urquía M del CM (1992). *Adaptación y sellado de amalgamas en función de la terminación de paredes cavitarias.* Tesis doctoral. Fac. Odont. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Argentina.
- ◆ Urquía Morales M, Bonin C, Macchi RL (1996). Amalgamas adheridas. *Rev. Asoc. Odont. Argent.* 84: 174-177.
- ◆ Veis A, Lambrianides T, Nicolaou A (1996). Area-metric análisis of dye leakage for evaluation of scaling ability of root canal obturation techniques. *Endod Dent Traumatol.* 5: 222-226.
- ◆ Vieira RS (1991). *Avaliacao in vitro da ifiltracao marginal de restauracoes classe II, com resina composta fotoativada, em molares decíduos.* Faculdade de Odontología. Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo. 208.
- ◆ Wheeler RC (1974). *Dental anatomy. Physiology and occlusion.* Philadelphia, PA, USA, WB Saunders Company.

- ◆ Xin YY, Guo W, Jun WX. (1987) Experimental use of bonding agent to reduce marginal microleakage in amalgam restorations. *Quintessence Int* 18: 783-787.
- ◆ Zantner C, Kielbassa AM, Martus P, Kunzelmann K (2004). Sliding wear of 19 commercially available composites and compomers. *Dent Mater* 20: 277-285.