

52404

R 517

TB27 v
1986

505000

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA DE ODONTOLOGIA
CATEDRA DE OPERATORIA
VALPARAISO



"VARIACIONES DE LA RESISTENCIA DENTARIA ANTE PREPARACIONES CAVITARIAS
DE CLASE II MOD (EXPERIMENTAL)".

SEMINARIO DE TESIS
PARA OPTAR AL TITULO
DE CIRUJANO DENTISTA

PROFESOR GUIA: DR. OSCAR STEENBECKER G.
PROFESOR INF.: DR. PEDRO MALDONADO C.
PROFESOR AUXILIAR PROTESIS FIJA.
COLABORADORES: PROF. DRA. PATRICIA VENEGAS
PROF. SR. ADOLFO ARATA USM.
PROF. SR. JULIO ALLENDE USM.

AGRADECIMIENTOS



Agradecemos el valioso aporte, desinteresado por lo demás, de todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible el buen éxito de este Seminario de Tesis.

Es así como valoramos enormemente el aporte del Departamento de Mecánicos de la Universidad Técnica Federico Santa María, dirigido por el Sr. Adolfo Arata y muy en especial al Señor Julio Allende, técnico laborante de este mismo.

Mención aparte merece la colaboración de la Profesora Auxiliar de la cátedra de Operatoria Dental de la Facultad de Odontología de nuestra Universidad, Dra. Patricia Venegas quien con su alto espíritu cooperativo nos ayudo a perfeccionar los detalles de este texto.

También agradecemos al Profesor Auxiliar de la cátedra de Materiales Dentales, Dr. Eduardo Orellana, por sus valiosos consejos técnicos que permitieron mejorar la presente obra.

Finalmente agradecemos al personal auxiliar, de secretaria y de Servicio de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso, por su anónimo aporte.

INDICE.

	Pág.
1.- Introducción.	
2.- Objetivos:.....	1
2.1.- Generales	
2.2.- Especificos	
3.- Marco Teorico	
3.1.- Analisis Historico de las cavidades en Operatoria.	2
3.2.- Reseñas de Anatomía y Fisiología Dentaria.....	9
3.3.- Elementos Básicos de Mecánica.....	12
3.4.- Principio de Arquimedes.....	16
4.- Trabajo Experimental:	
4.1.- Materiales.....	17
4.2.- Metodología.....	19
4.3.- Análisis Estadístico.....	42
4.4.- Discusión de Resultados.....	44
5.- Conclusiones.....	49
5.1.- Generales	
5.2.- Especificas	
6.- Bibliografía.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Tamaños dentarios y extensión vestibulo lingual de cavidades, en los 4 grupos de prueba.

Tabla N° 2: Dimensiones de los dientes utilizados en cada uno de los cinco grupos estudiados.

Tabla N° 3: Volúmenes dentarios de los cinco grupos. (en mm^3)

Tabla N° 4: Aplicación Test de Student I.

Tabla N° 5: Aplicación Test de Student II.

Tabla N° 6: Aplicación Test de Student III.

Tabla N° 7: Resistencia Compresiva de dientes en experimentación.

Tabla N° 8: Aplicación Test de Student IV.

Tabla N° 9: Aplicación Test de Student V.

Tabla N° 10: Comparación entre Resistencia Compresiva y Volumen Dentario.

INTRODUCCION

Es de conocimiento general el hecho de que en la confección de una maniobra restauradora efectuada sobre un diente, debe considerarse dos factores que son de la máxima importancia. Uno relacionado con el material restaurador, en donde se debe evaluar para su selección las propiedades tanto biológicas como mecánicas y estéticas y el otro, determinado por el diente que va a ser restaurado. Es fundamental la correcta evaluación del estado en que éste se encuentre con el fin de determinar el diseño cavitario óptimo, esto junto con el dominio de los principios mecánicos nos permitirá augurar el futuro éxito de nuestra restauración.

Sabemos que al destruir la integridad biológica de un diente por medio de un procedimiento operatorio, por ejemplo, hay una disminución de la resistencia mecánica del diente y en particular de la resistencia compresiva del mismo. Sin embargo a través de la historia vemos que no se hizo verdadero incapié en este factor hasta aproximadamente 1921 en que WARD postula cavidades con paredes anguladas en distintos sentidos lo que indirectamente disminuiría la pérdida de resistencia mecánica. Estas consideraciones son ya evidentes en la década del 50 en que las cavidades des son diseñadas en gran parte bajo estos principios.

Paralelamente se ha producido en el tiempo, otro fenómeno tendiente a disminuir la extensión de las cavidades. Es así como el concepto de cavidades "conservadoras" ha sido ampliamente difundido. Sin embargo a pesar de esta reducción de la pérdida dentaria, siguen existiendo una serie de conceptos y principios imprescindibles para obtener un remanente dentario lo suficientemente resistente a las fuerzas masticatorias funcionales de manera de evitar el fracaso de una restauración. El propósito de esta investigación ha sido buscar la relación entre cantidad de tejido dentario perdido en premolares superiores con cavidades MOD para amalgama e incrustación y pérdida de resistencia mecánica de la corona dentaria. También se intentará idear un instrumento que permita cuantificar la pérdida de tejido dentario.

Consideramos sumamente importante y decisivo para el buen desempeño de nuestra profesión, el conocer y dominar los principios mecánicos que inciden en la preparación de una cavidad también con el objetivo de incentivar a los futuros profesionales a considerar lo más fielmente posible estos factores tan decisivos.

OBJETIVOS:

GENERALES.

- 1.- Comprobar que las diferentes preparaciones cavitarias en premolares superiores de clase II MOD tanto para amalgama como para incrustaciones varían los valores de resistencias mecánica (compresiva) del diente.

ESPECIFICOS.

- 1.- Determinar la influencia de la extensión y profundidad cavitaria en la modificación de los valores de resistencia mecánica en premolares superiores al confeccionar cavidades clase II MOD para amalgama e incrustaciones.
- 2.- Establecer una relación entre la pérdida de tejido dentario (volumen) con la pérdida de resistencia mecánica dentaria.



ANALISIS HISTORICO

En sus inicios la Odontología no era más que una rama de la Medicina pero con el transcurrir del tiempo esta dependencia se fue perdiendo a causa - fundamentalmente - de la complejidad de los fenómenos biológicos y de los procedimientos técnicos implicados en el arte de restaurar las lesiones que ocurren en la boca.

La Operatoria Dental dentro de la Odontología viene a representar a aquella disciplina que busca restaurar al diente afectado por procesos infecciosos, traumáticos, defectos congénitos, alteraciones estéticas, deficiencias funcionales o toda otra causa que pueda alterar su papel dentro del Sistema Estomatognatico y a prevenir la iniciación de lesiones futuras.

Dentro del marco clínico en el que se inserta la Operatoria, es indudable que los procedimientos técnicos han ido evolucionando en concordancia con el desarrollo de la Odontología Preventiva, la modernización de equipos e instrumental dental y el mejoramiento y aparición de nuevos materiales dentales. Es así como las preparaciones cavitarias que se preconizan actualmente son realizadas con criterio más conservador que los planteados en los inicios de la Operatoria.

Desde BLACK (1908), que fué el primero en ofrecer un modelo cavitario sobre bases racionales para amalgama (u orificaciones) se han propuesto innumerables preparaciones que han perseguido mejorar la resistencia a la fractura del diente tratado y a la vez la integridad del material restaurador.

BLACK proponía cavidades con un cajón oclusal de paredes paralelas entre sí y perpendiculares al piso pulpar y cuyo ancho no debía ser mayor que $\frac{1}{3}$ de la distancia intercuspídea. Su piso era plano con angulos bien definidos. El istmo de unión de los cajones oclusal y proximal era ancho. Se confeccionaban retenciones en los angulos internos axiales y en los angulos de unión del piso pulpar con las paredes del cajón oclusal. La pared cervical se ubicaba bajo la encía en individuos juvenes con papila gingival intacta. En suma una cavidad que no se preocupaba de una conservación adecuada del tejido dentario sano.(fig.1)

En general, las preparaciones modernas son más pequeñas que aquellas descritas previamente. La diferencia de las cavidades modernas no radica en la forma de diseño oclusal sino que en las formas geométricas internas.

Dentro de la evolución de las preparaciones cavitarias podemos citar los conceptos de BRONNER quien en 1930 propone un istmo de unión de los cajones oclusal y proximal de características conservadoras, sin embargo WARD (1921 y 1940) retoma nuevamente el criterio de BLACK al proponer la confección de un gran istmo oclusal.(figs.2 y 3)

Resulta evidente que para todos los autores de las décadas del 20 al 30 les es difícil desprenderse de los conceptos de BLACK. No obstante, se empieza a advertir tendencias más conservadoras en las confecciones cavitarias con los aportes de BRONNER y GABEL, este último propone la confección de un istmo oclusal lo más estrecho posible, que se compensaría en beneficio del material de restauración aumentando la profundidad. Este diseño fué ideado por GABEL en 1936 y fué descrito por WARD en su obra de 1940.

En 1949 PARULA y colaboradores proponen que la arista del ángulo axio-pulpar debe biselarse y que las retenciones del cajón oclusal deben ir bajo las cúspides más resistentes.(fig.4)

En 1951 MARKLEY propone un tipo cavitario con paredes convergentes a oclusal, tanto en el cajón oclusal como proximal. Este autor fué el primero en sugerir que el ancho del cajón oclusal no excediera $\frac{1}{4}$ de la distancia intercuspídea. La convergencia de la pared oclusal tiende a obtener que el ángulo cavo superficial se acerque a los 90° para así proteger los prismas del esmalte y a la vez a la amalgama.(fig.5)

En 1972 RODDA propuso una cavidad que en su momento fué una de las más pequeñas que se ha conocido en donde no solo se preconiza $\frac{1}{4}$ de la distancia intercuspídea sino que además se plantea un cajón proximal sumamente corto y convergente a oclusal.

En 1973 LAMBERT y ALMQUIST proponen cavidades sumamente conservadoras con un ancho oclusal menor de $\frac{1}{4}$ de la distancia intercuspídea con ángulos internos redondeados que convergen a oclusal logrando de esta manera una menor destrucción del tejido dentario. Estas son las cavidades más pequeñas que se han planteado en la literatura odontológica hasta el momento.(fig.6)

MODELLI en 1977 sigue lo preconizado por GILMORE Y RODDA en el sentido de no realizar cavidades más amplias de $\frac{1}{4}$ de la distancia intercuspídea. Las paredes del cajón oclusal pueden ser paralelas entre sí o ligeramente convergentes a oclusal. Aconseja redondear el ángulo axio-pulpar.

GILMORE en la reedición de su obra del año 1977 vuelve a plantear lo dicho por él el año 1964, pero incorpora los conceptos ya aceptados por otros autores al sostener que los angulos agudos son sitios de concentración de fuerzas y que por lo tanto deben ser evitados. Antes había recomendado ubicar el margen de la cavidad por debajo del borde libre de la encía, ahora en 1977 plantea que si la caries no se ha extendido demasiado y la papila gingival ocupa un lugar normal, el margen cavitario no debe invadir el surco gingival por motivos de extensión preventiva sino que debe ubicarse en una zona de fácil limpieza (fig.7).

JOSE MONDELLI (Abril 1980), realiza otro estudio sobre la resistencia a la fractura en dientes humanos con preparaciones cavitarias. Hace en su estudio incapié en el aspecto de que la forma anatomica de los dientes posteriores con cúspides y fosas tienen tendencia a sobrecargar sus cúspides bajo el stress masticatorio. Este aspecto se agrava según lo plantea él, en aquellos dientes con preparaciones coronarias internas, en especial los premolares superiores en donde se exagera la altura de las cúspides. Así las cúspides debilitadas tienden a fracturarse hacia el ángulo linguo-pulpar o vestibulo-pulpar. Se plantea de que aunque no ocurra una fractura, la torción de una cúspide provoca una apertura a nivel de la interfase diente-restauración conduciendo a una subsecuente filtración marginal. Su trabajo lo realizó con dientes premolares sanos de pacientes entre 20 y 25 años de edad los que fijó en formalina neutra por 72 horas. Los dientes fueron examinados con microscopio electrónico y aquellos que presentaban grietas o fracturas fueron descartados. Realizó cavidades operatorias de tres tamaños diferentes en relación a su istmo siendo clase I o II (ocluso proximal) y II (MOD) la profundidad fué constante de 2,5 mm. Los istmos variaron entre $\frac{1}{3}$ y la mitad de la distancia intercuspídea. También trabajó con un grupo de dientes control sanos y libres de caries.

En sus resultados vió que los dientes de control presentaban una mayor resistencia a la fractura que los tratados operatoriamente. Los valores de resistencia disminuyeron progresivamente para los dientes experimentados a medida que crecía la cantidad de esmalte y dentina removida. Sus resultados confirmaron que en aquellos dientes con istmos pequeños se requerían mayores esfuerzos para causar su fractura. Vió que las preparaciones clase II con istmos de $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{2}$ de la distancia intercuspídea no eran estadísticamente significativos. Este resultado sugiere que restauraciones con amalgama podrían ser indicadas en preparaciones con istmos estrechos de hasta $\frac{1}{3}$ de la distancia intercuspídea. Así como también se puede decir que cuando el istmo oclusal alcanza $\frac{1}{2}$ o más de la

distancia intercuspídea se recomienda la colocación de obturaciones con protección cuspídea. MONDELLI tomando en cuenta estos resultados, concluyó que un ancho deseable para los istmos es de la $\frac{1}{4}$ de la distancia intercuspídea.

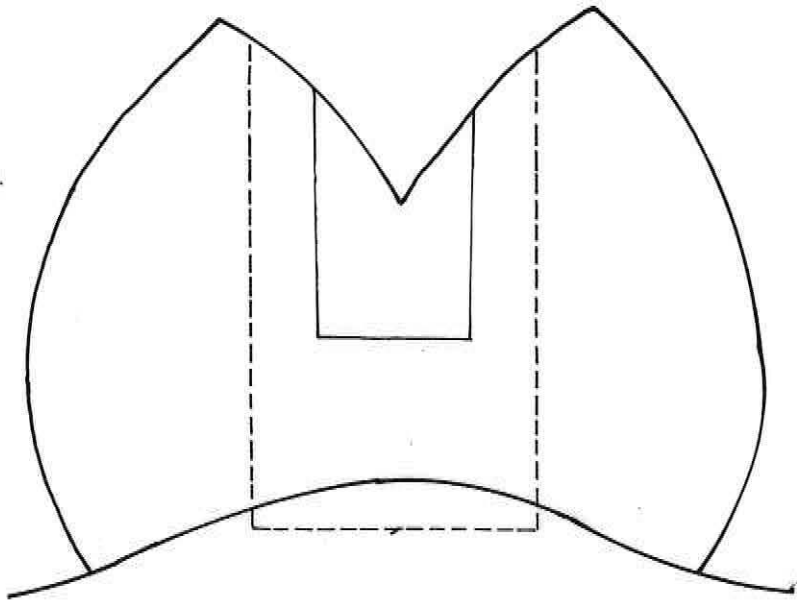


Fig. 1

LA LINEA LLENA INDICA EL CORTE DEL CAJON OCLUSAL Y LA PUNTEADA EL DEL PROXIMAL. LA LINEA CURVA INFERIOR MUESTRA LA ALTURA DE LA ENCIA PROXIMAL.

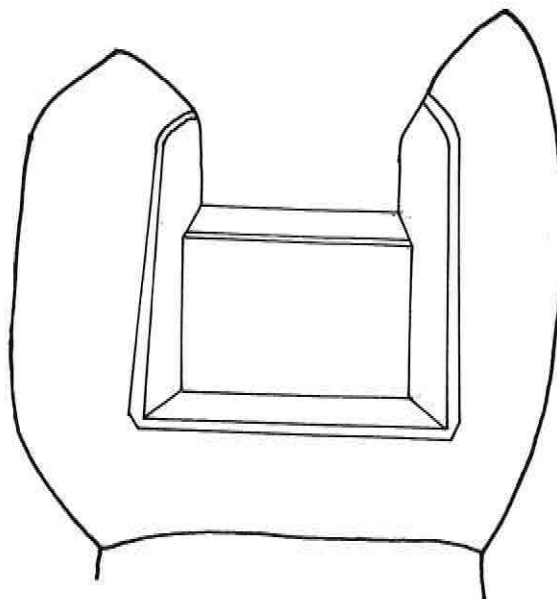


Fig. 2

CAVIDAD WARD (1921). PRIMITIVA. PAREDES PARALELAS Y AMPLIO ISTMO OCLUSAL.

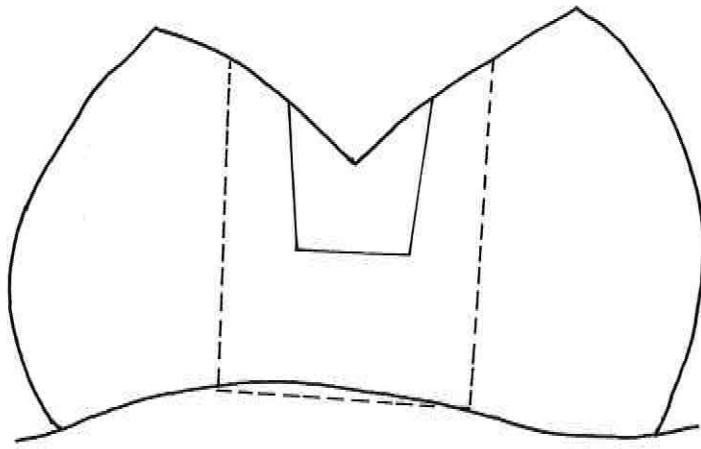


Fig. 3

CAVIDAD DE WARD (1940). PAREDES DIVERGENTES EN EL CAJON OCLUSAL (EXPULSIVAS), PAREDES PARALELAS EN LA CAJA PROXIMAL.

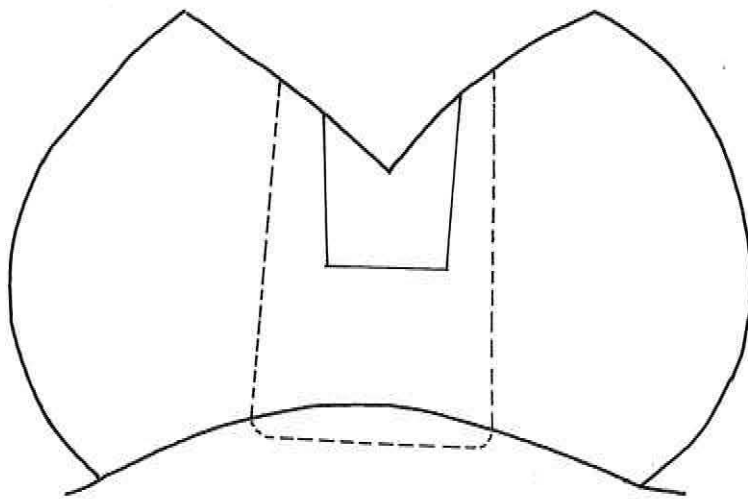


Fig. 4

CAVIDAD DE PARULA Y COL (1949). CAJON OCLUSAL CON PAREDES LEVEMENTE DIVERGENTES HACIA OCLUSAL. CAJON PROXIMAL CON PAREDES CONVERGENTES A OCLUSAL.

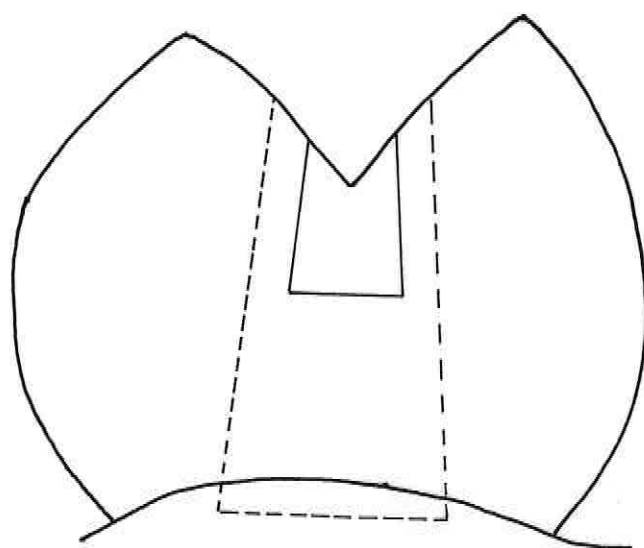


Fig. 5

CAVIDAD DE MARKLEY (1951) LAS PAREDES SON CONVERGENTES A OCLUSAL EN AMBOS CAJONES.

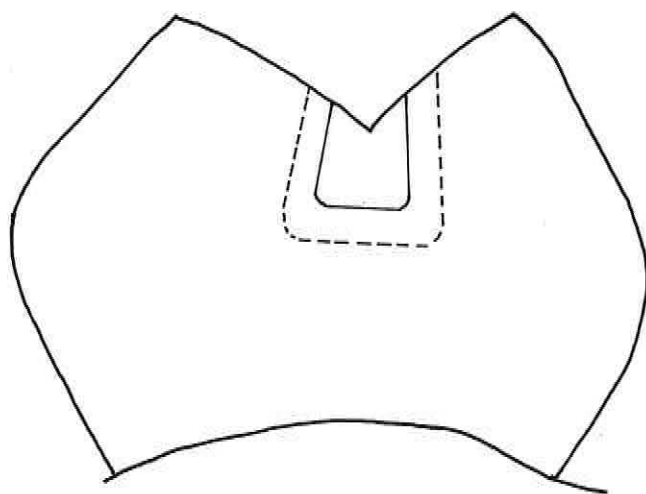


Fig. 6

CAVIDAD DE LAMBERT Y COL. 1973 ES SUMAMENTE REDUCIDA EN TODO SUS ASPECTOS. PAREDES CONVERGENTES A OCLUSAL.

RESEÑAS DE ANATOMIA Y FISILOGIA DENTARIA.

Aunque el tema central de este seminario esta referido al estudio experimental de la resistencia dentaria ante diferentes preparaciones cavitarias de clase II MOD, no podemos dejar de analizar a aquellos factores anatómicos y fisiológicos propios del diente que lo hacen ser desde el punto de vista funcional una estructura de diseño óptimo capaz de resistir fuerzas de hasta 60 kgs.

La superficie activa de trabajo del diente está constituida por el esmalte, el tejido calcificado más duro del organismo, de gran resistencia al desgaste pero de gran fragilidad. El esmalte posee una configuración especial que le permite resistir golpes o traumas sin fracturarse. Su elemento básico es el prisma adamantino constituido por cristales de hidroxiapatita. Presenta el esmalte, una dureza en escala de Knoop de 343 ($\pm$ 23). La dirección de los prismas es irregular desde la dentina hasta la superficie ya que se van formando "eses" que se van entrelazando para volver más resistente la estructura final. La configuración del esmalte, en donde los cristales de hidroxiapatita están depositados sobre una matriz proteica que luego de la calcificación queda incluida dentro de los cristales o entre ellos actuando como medio de unión, le permite resistir en mejor forma las fuerzas que tienden a fracturarlo. El esmalte superficial posee una mayor dureza que el interno. Su mayor dureza se debe a su constante exposición al medio bucal y por ende a la precipitación de sales de calcio, fósforo y con oligoelementos como el fluor, hierro, estaño, zinc, etc.

La capa de esmalte descansa sobre la dentina, material de dureza substancialmente inferior al esmalte, pero de alta resistencia y flexibilidad. La dentina posee una dureza Knoop de 68 ± 3 .

Aunque la dureza de la dentina es mucho menor que la del esmalte, esta posee un modulo de resiliencia (que es el indice de capacidad de absorción de energía por unidad de volumen mediante deformación elástica) cerca del doble en comparación con la del esmalte (modulo de resiliencia dentina 9,3 kp cm/cm³; esmalte 5,5 kp cm/cm³) por lo cual la capacidad de la dentina para absorber energía es considerablemente mayor que la del esmalte en un diente sano. Estas características son muy importantes y corresponden a la configuración de un diente sano lo que le permite soportar eficientemente los efectos de los esfuerzos funcionales normales, pero al remover parte de la estructura dental y reemplazarla por un material de obturación, la capacidad para resistir cargas dinámicas se altera. El nuevo estado de esfuerzos dependerá de factores geométricos como la ubicación y forma de la restauración y de

las propiedades mecánicas de esta.

* La energía absorbida por el diente durante sus funciones normales lo hace en forma de deformación. Parte es transmitida a la estructura periodontal y parte se disipa en esta membrana a causa de su naturaleza viscoelástica.

El ligamento periodontal es un tejido conectivo denso que inserta el diente en el hueso alveolar. Su función primaria es soportar al diente en el alveolo y mantener la relación fisiológica entre el cemento y el hueso. Entre otros elementos el periodonto está formado por las fibras periodontales, que son principalmente colágenas de naturaleza no elástica. Las fibras periodontales se organizan en grupos de fibras colágenas que se clasifican de acuerdo a su inserción y disposición. Las más importantes para nuestro interés son las alveolodentarias que están incluidas por un extremo en el cemento radicular y por el otro en el * hueso alveolar. A su vez las fibras alveolodentarias se ubican ordenadamente en diferentes direcciones a lo largo de toda la raíz. Esta disposición de ellas hace que resistan mucho mejor las fuerzas verticales. Una fuerza vertical oclusal estirará uniformemente todas las fibras alveolodentarias, en cambio cualquier fuerza lateral tensará solamente una parte de ellas. Las fibras periodontales no tienen un curso recto entre cemento y hueso alveolar sino que más bien ondulado. La presión ejercida sobre el diente tensará todas o algunas de estas fibras periodontales desapareciendo así sus leves ondulaciones y permitiendo un leve alargamiento de ellas, de tal modo que la presión dentaria se transforma en tensión que actúa sobre el cemento radicular y hueso alveolar. Esta acción de las fuerzas oclusales es esencial para la vida funcional normal de un diente. Esta aparente elasticidad de las fibras periodontales le permite al diente tener un cierto grado de movilidad en su alveolo (movilidad fisiológica dentaria). A la vez le permite al ligamento periodontal un efecto de absorción de las fuerzas que actúan sobre el diente con el objeto de que no sean transmitidas directamente sobre las paredes óseas alveolares.

* Además de este mecanismo tensor de las fibras periodontales, existe un mecanismo amortiguador hidráulico de tipo vascular. Cuando se ejerce una fuerza oclusal sobre un diente, la raíz transmite la presión al tejido periodontal que a su vez la transfiere a los vasos sanguíneos; los vasos frente a esta compresión vaciarán parte de su contenido a los vasos de donde provienen, principalmente por su anastomosis con las venas del tabique interdentario. De esta forma es amortiguada, por un e-

fecto hidráulico, cualquier presión que pudiera dañar los tejidos periodontales.

Debemos recordar que desde el punto de vista fisiológico, las fuerzas oclusales más beneficiosas para un diente son las fuerzas dirigidas axialmente puesto que se traducen en un estiramiento uniforme de las fibras periodontales propendiendo en esta forma a la estabilidad dentaria. Estas fuerzas axiales se generan durante la masticación, habitualmente en presencia de alimentos y sin contacto de diente a diente, en cambio cuando existe contacto de diente a diente, las fuerzas resultantes también tienen un fuerte componente no axial. Es así como el diente aparte de recibir fuerzas compresivas, recibe de elongación y cizallamiento.

ELEMENTOS BASICOS DE MECANICA. DEFINICIONES.

Dentro del marco en el que está inserto este trabajo experimental, es necesario precisar algunos conceptos e ideas relacionadas con las propiedades mecánicas de las estructuras en estudio.

Anteriormente dejamos establecido las características intrínsecas de la estructura dentaria y la importante relación con el periodonto de inserción como aparato suspensor resiliente que le permite resistir las fuerzas funcionales normales.

Como toda materia existente en el planeta, los dientes presentan dentro de su configuración más íntima la presencia de átomos. Las diferentes uniones que se desarrollan entre los átomos constitutivos de la materia dentaria configuran finalmente una estructura con características muy particulares. Ahora bien, como toda materia, el diente, o más bien dicho las relaciones atómicas de él pueden ser modificadas ante diferentes variables ya sean físicas o mecánicas que en definitiva producirán una alteración en la posición y distancia de los átomos que lo conforman. Dentro del estudio del presente trabajo nos interesa analizar el campo de las variaciones mecánicas y en especial ante un tipo de fuerzas (carga) que es la compresiva. Aunque los dientes en estudio fuerón sometidos a regímenes de carga compresiva no podemos desechar el hecho de que también se desarrollarán en forma paralela otras fuerzas como son las traccionales y las tangenciales. Es importante dejar en claro que una carga compresiva es aquella constituida por fuerzas de igual dirección (actuando sobre una misma recta) y en sentido contrario que tienden a disminuir la longitud del cuerpo. A su vez se genera en su interior otro tipo de fuerzas que tienden a contrarrestar las fuerzas externas a que está siendo sometido denominandose a este tipo de fuerzas tensiones compresivas. Esta tensión no es nada más que la resultante de las fuerzas internas generadas o inducidas entre los átomos o moléculas. Ahora de acuerdo al tipo de uniones existentes a nivel atómico se puede alcanzar una tensión máxima que puede soportar un cuerpo denominada resistencia, que en el caso nuestro es la resistencia compresiva o a la compresión. Cuando la carga a que se somete un cuerpo es superior a la tensión máxima que puede resistir, este cuerpo se romperá producto de la separación en una determinada zona de los átomos o moléculas que lo componen.

MEDICION DE LA RESISTENCIA.

Medir la resistencia de un cuerpo representará medir cual es la fuerza externa necesaria para romper la configuración estructural de él.

Como esta fuerza puede medirse, es posible saber cual es la capacidad de resistencia de un cuerpo de acuerdo a su estructura más íntima y de acuerdo a su tamaño. La unidad que se utiliza como expresión de fuerza es el NEWTON, que equivale a 0,102 kg. fuerza. Además de poder cuantificarse la resistencia es factible medir la deformación que sufre un cuerpo ante una carga determinada, es decir, medir la modificación de longitud que produce cada fuerza aplicada.

Tenemos claro entonces que es posible medir fuerzas y modificaciones de longitud progresivamente en aumento y cuyos valores pueden ser analizados con mayor claridad llevando estos datos a un sistema de coordenadas cartesianas octogonales que nos configurarán una gráfica denominada curva tensión/deformación.

Esta curva comprende dos zonas concretamente definidas. La primera es una recta que indica proporcionalidad entre ambas magnitudes (tensión y deformación) y la segunda una línea de poca curvatura. La recta señala que a cada incremento de tensión se corresponde un aumento equitativo en la deformación (fig. 7). Esta proporción se mantiene hasta el punto (P) en donde esa proporcionalidad deja de mantenerse y la tensión es sobrepasada por la deformación que se incrementa a un ritmo mucho mayor, hasta que desencadena la ruptura ante la tensión, lo que queda de manifiesto por la terminación de la curva, lo cual refleja el valor de resistencia del cuerpo ante el tipo de fuerza sometida. Podemos sintetizar lo anterior diciendo que las tensiones inducidas son proporcionales a las deformaciones producidas hasta una tensión máxima denominada límite proporcional (Ley de HOOKE) y es la tensión máxima a la que se puede inducir un material sin que se pierda la proporcionalidad entre tensión y deformación.

Al aplicar una carga dentro de la primera zona de la curva (inferior o igual al límite proporcional) el cuerpo desarrolla una deformación. Si esa carga se retira, la deformación también desaparece, es decir el cuerpo ha tenido un comportamiento elástico.

Si la carga inducida supera el límite proporcional, se puede ver que el cuerpo no se recupera en forma elástica. Se ha deformado plásticamente (deformación permanente).

En la realidad es factible superar muy ligeramente el límite proporcional y obtener aún comportamiento elástico. La tensión máxima que se puede inducir sin producir deformación permanente es ligeramente superior al límite proporcional y se la denomina límite elástico. Sin embargo, como los dos valores son sumamente próximos e imposible en la mayoría de los casos de determinar independientemente, pueden, en la

práctica considerarse sinónimos o equivalentes. Es muy difícil obtener experimentalmente gráficos en los que el cambio de recta a línea de poca curvatura sea neto, permitiendo establecer con fidelidad el valor del límite proporcional o del elástico.

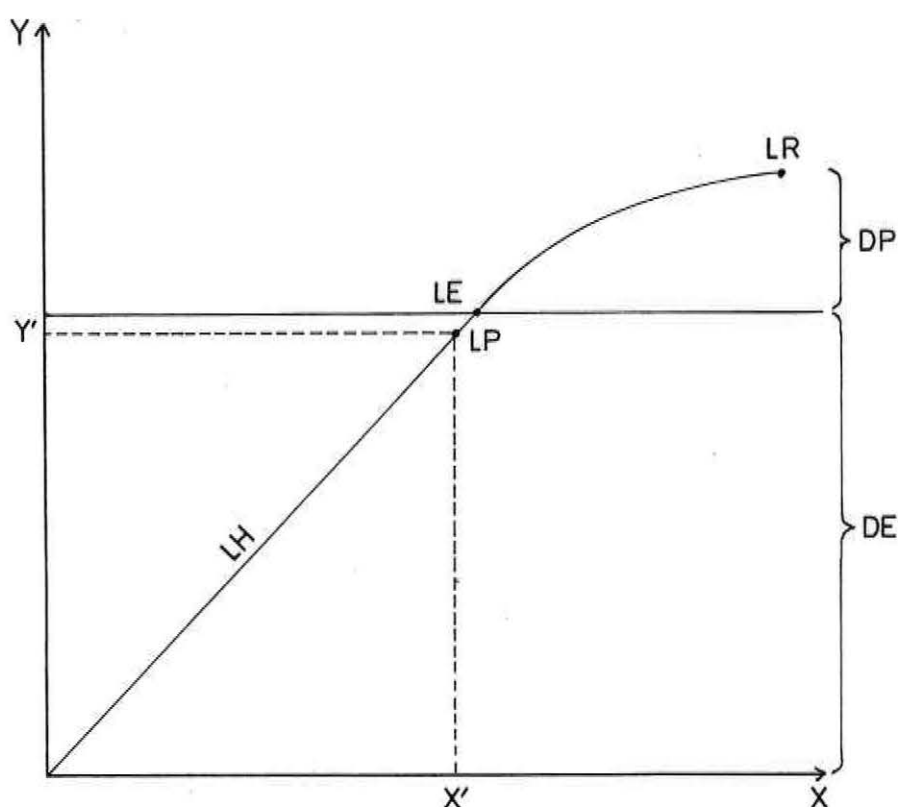


Fig.7.- LEY DE HOOKE : las deformaciones son proporcionales a las tensiones dentro del intervalo del limite proporcional.
 LH : ley de Hooke; Y : tensiones; X : deformaciones; LP : limite proporcional ; LE : limite elastico ; LR : limite de ruptura ; DP : deformacion permanente; DE : deformacion elastica.

PRINCIPIO DE ARQUIMEDES.

Para lograr el diseño del instrumento para medir volúmenes nos basamos en el "Principio de ARQUIMEDES", relacionado con el concepto de volumen desplazado.

"Todo cuerpo sumergido en un líquido recibe un empuje, de abajo hacia arriba, igual al peso del líquido desalojado."

- a) Todo cuerpo sumergido, recibe una fuerza de abajo hacia arriba, esta fuerza se llama empuje.
- b) Todo cuerpo sumergido totalmente desaloja un volumen de líquido exactamente igual al suyo.

Es para nosotros particularmente interesante este segundo concepto, en base al cual ideamos un instrumento para medir volúmenes dentarios en dientes integros y luego en dientes cavitados. El volumen de líquido desplazado será distinto entre ambos casos, lo que nos permitiría medir diferencias de volúmenes desplazados por un diente, antes y después de cavitar.

MATERIALES Y METODOS.

I.- Materiales:

Para llevar a cabo la presente investigación se utilizarón los siguientes materiales e instrumentos:

- 1) Dientes premolares superiores: constituyen el elemento vital de nuestro trabajo. Son dientes que pueden o no haber finalizado su formación radicular (por lo menos que tengan 2/3 radiculares formados). Deben ser dientes sanos o con caries u obturaciones pequeñas.
- 2) Frascos con Suero fisiológico: los frascos utilizados son de vidrio y de tamaño reducido (3 cm. de alto por 1 cm. de ancho). Poseen una tapa de goma hermética.
- 3) Instrumento para medir volumen: este aparato fué construido en la Universidad Técnica Federico Santa María. Está construido en vidrio y consiste fundamentalmente en una matriz de 24 mm. de diametro interno por 37 mm. de altura (fig.8) Tiene una capacidad en volumen de aproximadamente 12 ml. Se continua hacia arriba por una chimenea de 175 mm. de largo por 3 mm. de diametro interno. El extremo superior de está última, esta abierto y tiene una capacidad de 1,5 ml. en total. Por su parte inferior la matriz se cierra hermeticamente con una tapa de plástico colocada a presión de 25 mm. de ancho. Esta tapa posee un orificio de aproximadamente 0,5 mm. de diametro.

Este instrumento esta completamente graduado. La matriz esta dividida cada 0,01 ml. (fig. 9), por lo tanto la chimenea tiene 150 divisiones existiendo como marca más larga cada vez que se llega a decimas en ml.(0,1; 0,2; 0,3; etc.).
- 4) Jeringa de vidrio: Se utiliza en conjunto con el instrumento anterior
Consiste en una jeringa de 20 ml.con una aguja metalica Nº 1.
- 5) Anillos de cobre: Se utilizan anillos de cobre de 15 mm. de alto por 15,4 mm. de diametro. El espesor es de 1,5 mm.
- 6) Yeso extraduro: Este yeso fué elegido debido a su alto valor de resistencia compresiva siendo esto de importancia ya que al someter los ensayos de fuerzas compresivas, se fracturara primero el diente. Posee una resistencia compresiva de 88,3 MPa (350 kg/cm²) y fué preparado cuidadosamente de acuerdo a las normas preestablecidas de proporción agua/polvo.

- 7) Instrumental rotatorio: En base a la nomenclatura ISO se eligieron las siguientes fresas de carbide y piedras de diamante.

Piedras: - redondas 522 FG - 520 FG

- cilíndricas 546 FG - 541 L FG

- troncocónicas 554 FG - 454 S FG

Fresas: - cilíndricas 014 - 016 para contra ángulo

- 8) Equipos de alta y baja velocidad.

- 9) Maquina de ensayo Universal INSTROM: fué utilizada para someter los dientes en estudio a determinadas fuerzas compresivas. Su diseño y mecanismo le brindan una alta sensibilidad lo que a su vez nos permite mediciones precisas. Esta compuesta por dos cuerpos (figs. 10 y 11). Uno de ellos esta formado por dos columnas unidas por un puente de carga móvil que desciende con una fuerza y velocidad de carga regulables. El sistema de carga es electrónico y utiliza sensores para medir y registrar los valores obtenidos.

En el otro cuerpo (fig. 11) se encuentran los controles donde se calibra la máquina y se regulan la velocidad y escala de carga (grado de resolución de la carga) a utilizar. En este mismo cuerpo en su mitad superior, se encuentra el registrador del que forma parte una aguja inscriptora que grafica la prueba sobre papel milimetrado.

El sistema de carga en cuanto a los elementos que los componen son una rotula inferior que consiste en una semiesfera cuya parte convexa se ubica en una concavidad similar, ambos en intimo contacto y con un elemento lubricante entre ellos (aceite). El elemento de carga superior, punzón de carga, es un cilindro de acero.

- 10) Barra de acero: consiste en un cilindro de 3mm. de diámetro por 4 cms. de largo, utilizado para lograr que al ser aplicada la carga sobre el diente, la fuerza se distribuya en forma equitativa hacia las dos cuspídes.
- 11) Registrador: Es similar al de la maquina INSTROM, pero en este la aguja inscriptora es la que se moviliza. Es un registrador de alta sensibilidad.
- 12) Papel milimetrado: se divide en 22 cuadros en sentido vertical, cada uno de estos a su vez esta subdividido en 10. El cuadro superior corresponde a un valor máximo de carga que varía según la escala utilizada en la máquina INSTROM.

II.- Metodología:

- 1) Recolección: los premolares utilizados fueron recolectados de dos servicios principalmente, Consultorio Santa Ana dependiente del Hospital San Juan de Dios en Santiago y de los servicios de Cirugía y Urgencia de la Escuela de Odontología de la Universidad de Valparaíso. Se recolectaron un total de 43 premolares superiores.
- 2) Limpieza: una vez extraídos los dientes fueron limpiados con escobillas y pasta profiláctica con el fin de eliminar todos los restos periodontales y de sangre. Los restos de tejido blando que se encontraban en premolares con su ápice en formación fueron retirados completamente.
- 3) Preservación y almacenamiento: los dientes fueron colocados en frascos de vidrio con suero fisiológico. Posteriormente fueron rotulados con los siguientes datos: nombre, edad, sexo y fecha de extracción. A cada frasco se le asignó un número lográndose un total de 43 frascos. Se mantuvieron en un lugar cerrado a temperatura ambiente.
- 4) Medición de los volúmenes dentarios en dientes no cavitados:
 - a) Prueba del instrumento: se colocaron 12 ml. de agua en el instrumento y constatamos que la graduación de la matriz no era exacta (según construcción la matriz debería hacer un volumen de 12 ml.). Para conocer el grado de error vaciamos 13 ml. de agua en el instrumento y observamos un enrase de 12,53 ml. lo que significa un error de 0,47 ml.. Al trabajar con volumen desplazado (diferencia de volúmenes) este error se repite en todas las mediciones y es por esto es que aún así utilizamos el instrumento.
 - b) Calibración: todo el procedimiento de medición se efectuó previamente con dientes premolares de prueba y con la finalidad de unificar procedimientos y criterios de los operadores. Se utilizaron 5 premolares, midiendo y registrando tres veces los volúmenes de cada uno obteniendo resultados similares. El procedimiento lo realizaron siempre las mismas personas y se mantuvo constantes las funciones de cada una de ellas.
 - c) Mediciones de volumen: se describe a continuación el procedimiento utilizado para todos y cada uno de los dientes de la muestra.

- retiro del diente del frasco de almacenamiento.
- se seca completamente el diente con jeringa de aire.
- se seca completamente el instrumento con jeringa de aire.
- se introduce el diente en la matriz del instrumento para medir volúmenes.
- se coloca tapa inferior (a presión).
- se colocan 13 ml. de agua en la jeringa.
- por el agujero de la tapa se introduce la aguja de la jeringa.
- se vacía lentamente el contenido de agua de la jeringa, cuidando de no movilizar esta última.
- se observa y registra la medición en ml.; como se trata de agua se considera para la medición la parte inferior del menisco cóncavo.
- el diente es retirado del instrumento y vuelto a su lugar de almacenamiento.

5.- Montaje de los dientes: el montaje se realizó en base al siguiente procedimiento:

- pesaje del yeso en balanza de precisión.
- proporción agua/polvo: se espatularon 100 grs. de yeso con 24 cc. de agua (medidos en probeta).
- correcto espatulado del yeso con movimientos de corte y eliminación de burbujas.
- se lleva la mezcla a los anillos de cobre.
- se colocan los premolares en los anillos con yeso, cuidando de que el eje axial de estos, quede perpendicular a la horizontal y de que el yeso llegue a 5 mm. por debajo del cuello anatómico
- se almacenan en lugar fresco y seco por lo menos 24 hrs. tiempo aceptable para que el yeso alcance una resistencia compresiva mayor.

6.- Confección de cavidades:

- a) calibración: se efectuarán cavidades similares a las experimentales en otros dientes premolares que no pertenecen a la muestra con el fin de uniformar criterios y procedimientos operativos, además del adiestramiento de los operadores.
- b) planimetría: las cavidades a realizar tendrán todas una forma geométrica rectangular. Es decir todos sus cajones serán rectangulares (mesial, oclusal y distal). No se efectuó ningún tipo de extensión cavitaria que no sea para lograr la forma preestablecida con su profundidad y extensión. Todos los cajones presentaban paredes paralelas en todo sentido que en el caso para las cavidades para

incrustación tendran una divergencia solo en sentido cervico oclusal de 6° (ver figs. 12, 13, 14 y 15). La extensión vestibulo lingual de cada cavidad se realizó en relación a valores proporcionales a la distancia intercuspídea (ver tabla 1). La transición entre cajón oclusal y proximal es recta, por lo tanto la proporción de la distancia intercuspídea que se uso como extensión vestibulo lingual correspondera al ancho de los istmos. El piso pulpar se confeccionó paralelo a la línea intercuspídea. A su vez las cavidades se dividen en dos grupos: grupo I para amalgamas y grupo II para incrustaciones. Cada grupo se subdividira en cavidades A y B.

Grupo I

Características generales

- igual o menor extensión de istmos que grupo II.
- menor profundidad de cajón oclusal y proximales.
- paralelos todos los cajones.
- dientes con menor pérdida de tejido dentario en relación a grupo II.

Cavidad A: 8 dientes

- cajón oclusal: ancho istmo $\frac{1}{4}$ de la distancia intercuspídea.
profundidad: 1 mm. en dentina.
- cajones proximales: profundidad ocluso cervical, pared gingival a 2 mm. sobre cuello anatómico; profundidad mesio distal: 1 mm. desde superficie dentaria.

Cavidad B: 9 dientes

- cajón oclusal: ancho istmo $\frac{1}{3}$ de la distancia intercuspídea.
profundidad: 2 mm. en dentina.
- cajones proximales: profundidad ocluso cervical, pared gingival a 1 mm. del cuello anatómico. Profundidad mesio distal: 1,5 mm. desde superficie dentaria.

Grupo II

Características generales

- igual o mayor extensión de istmos que grupo I.
- mayor profundidad de cajón oclusal y proximales.
- paredes divergentes en sentido cervico oclusal (6°).
- dientes con mayor pérdida de tejido dentario que dientes de grupo I.

Cavidad A: 8 dientes

- cajón oclusal: ancho istmo $\frac{1}{3}$ de la distancia intercuspídea
profundidad 2 mm. en dentina.
- cajones proximales: profundidad ocluso cervical, pared gingival a nivel del cuello anatómico. Profundidad mesio distal 1,5 mm. desde la superficie dentaria.

Cavidad B: 9 dientes

- cajón oclusal: ancho del istmo $\frac{1}{2}$ de la distancia intercuspídea.
profundidad: 3 mm. en dentina.
- cajones proximales: profundidad ocluso cervical, pared gingival a nivel del cuello anatómico.
profundidad mesio distal 2 mm. desde superficie dentaria.

Los dientes a cavitar suman un total de 34 dejando 9 dientes intactos como grupo control.

- c) Cavitación: para medir las diferentes dimensiones de las cavidades se utilizó un pie de metro y trozos de clips marcados. La profundidad en dentina del cajón oclusal se refiere a la cuspidé vestibular. Los angulos de todas las cavidades fueron terminados con fresas de carbide de baja velocidad.

Grupo I

Cavidad A:

- apertura: piedra redonda pequeña de alta velocidad (a/v).
- extensión: piedra cilíndrica pequeña de a/v.
- profundización: piedra cilíndrica pequeña de a/v.
- angulos: fresa cilíndrica de carbide de baja velocidad.

Para este grupo se utilizarón en total una piedra y una fresa de cada tipo.

Cavidad B:

- apertura: piedra redonda pequeña de a/v.
- extensión: piedra cilíndrica pequeña de a/v.
- profundización: piedra cilíndrica pequeña de a/v.
- angulos: fresa de carbide de baja velocidad, cilíndrica.

Grupo II

Cavidad A:

- apertura: piedra redonda mediana de a/v.
- extensión: piedra mediana troncocónica de a/v.
- profundización: piedra troncocónica mediana de a/v.
- angulos: fresa cilíndrica carbide de baja velocidad.

Cavidad B:

- apertura: piedra redonda mediana de a/v.
- extensión: piedra redonda mediana de a/v.
- profundización: piedra troncocónica mediana de a/v.
- angulos: fresa troncocónica de carbide de baja velocidad.

7) Medición del volumen de los dientes cavitados: el procedimiento utilizado fué el mismo que el punto 4. El número total de mediciones fué de 34.

8) Aplicación de fuerzas compresivas:

Fuerón sometidos a fuerzas compresivas todos los dientes de la muestra, tanto del grupo control como los experimentales (43 en total). Para ello se utilizó la máquina de ensayo universal INSTROM.

Procedimiento: (ver dibujo 16).

- calibración de la máquina: esta etapa estuvo a cargo del personal del Departamento de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María.
- se coloca el anillo con su respectivo diente de prueba, en la rotula inferior. La rotula asegura una carga siempre axial.
- se coloca la barra de acero entre las cúspides vestibular y lingual (fig. 16 a) y se hace bajar el punzón de carga. Cuidamos que el punzón de carga contacte solo con la barra de acero.
- una vez fijada la barra se comienza a cargar en forma gradual, con una velocidad de carga de 2 mm/seg.

Para el grupo control se utilizó una escala de carga con un máximo de 500 kg/fuerza y con una resolución por cuadro de 22,727 kg/fuerza, ($22,727 \times 22 = 500$ kg/fuerza). Para los dientes cavitados se utilizó un máximo de 200 kg. con una resolución por cuadro de 9,09 kg/fuerza ($9,09 \times 22 = 200$ kg/fuerza).

El aumento gradual de la carga y de la fractura dentaria fue inscrita en el registrador a una velocidad de 2,5 mm/seg determinando una curva de carga compresiva N/S tiempo para cada diente en particular.

Fig.8.- INSTRUMENTO PARA MEDIR VOLUMEN DENTARIO.

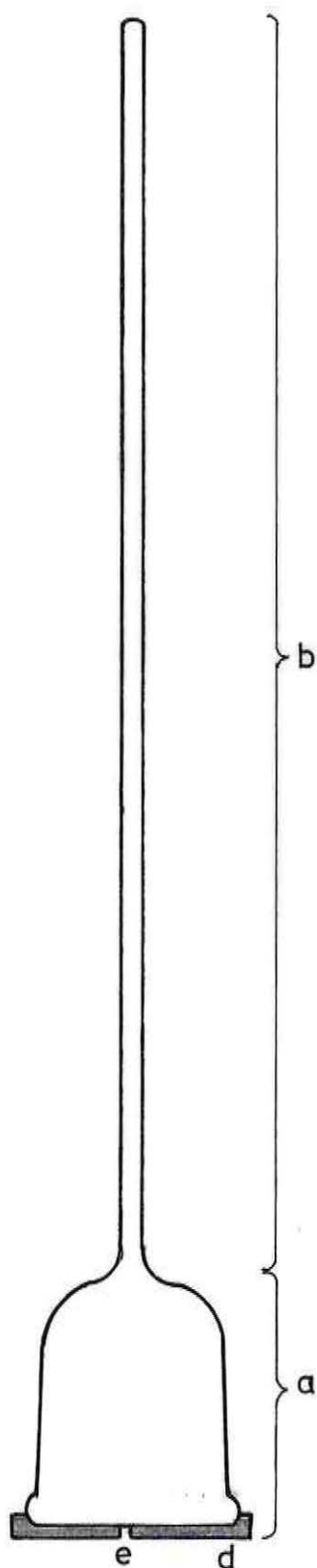


Fig.9.- GRADUACION CHIMENEA.

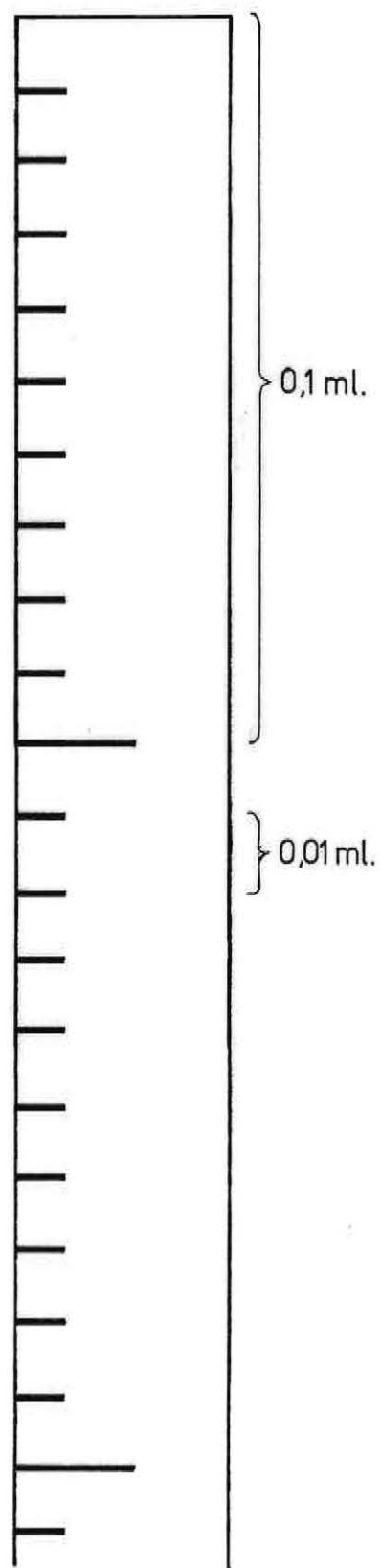
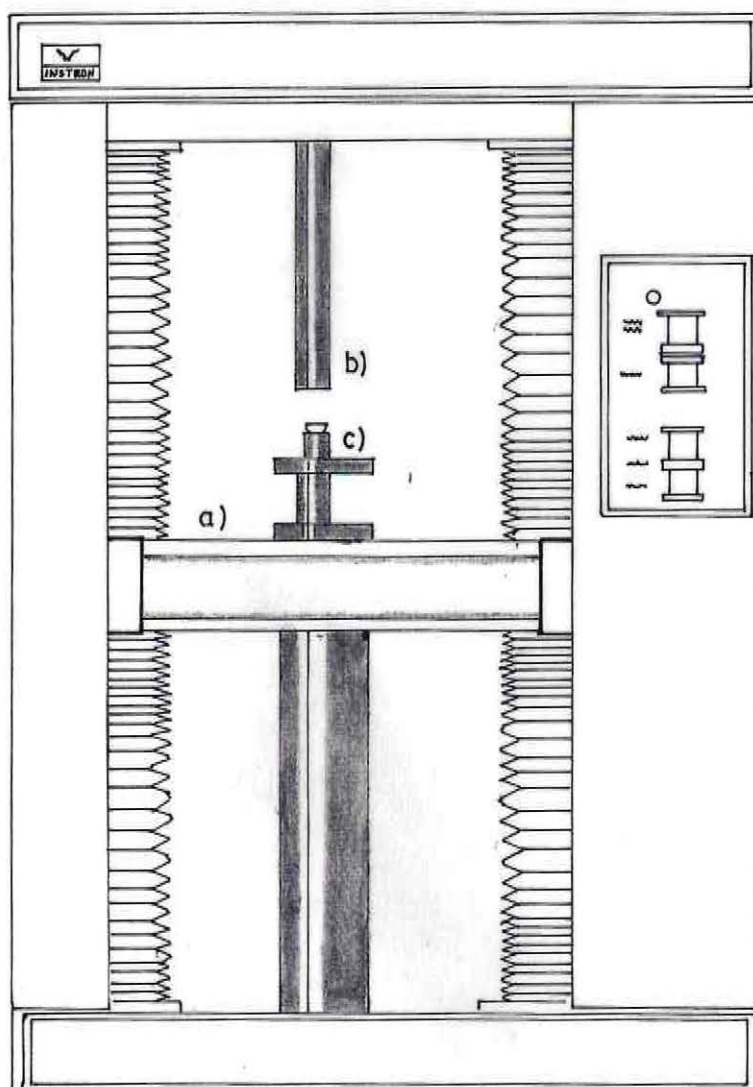
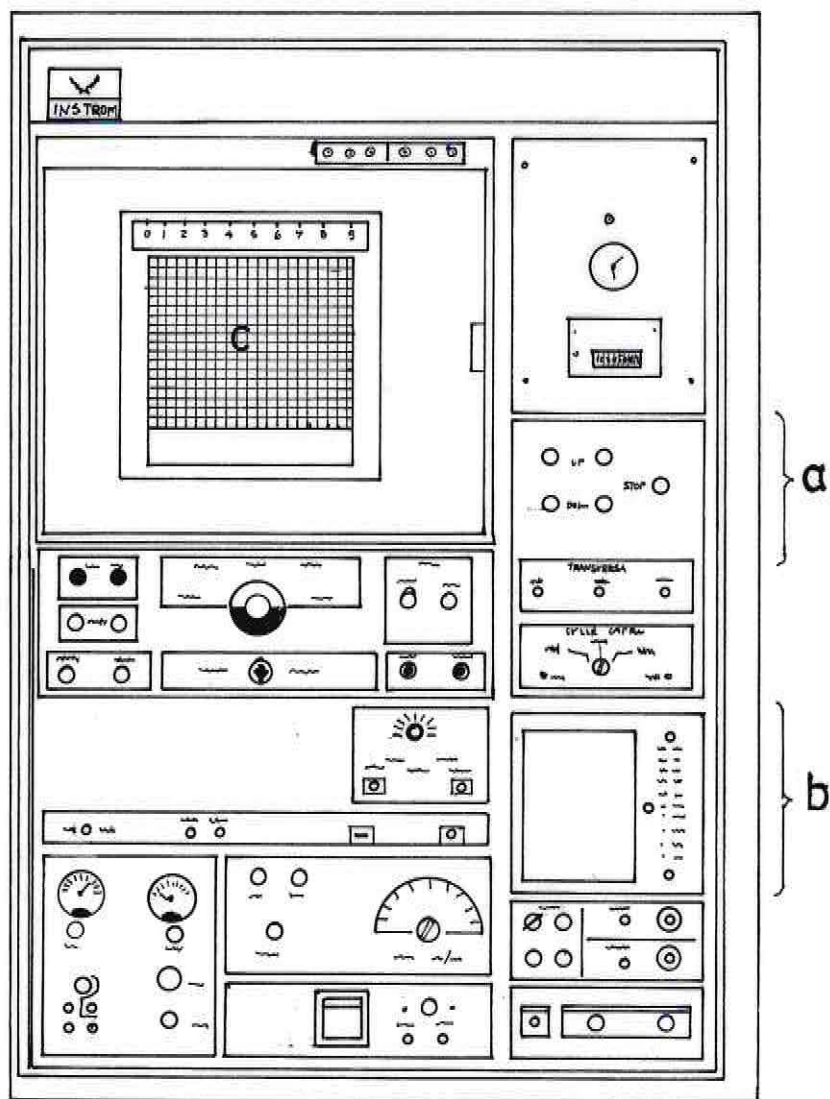


Fig. 10.- INSTRON.
CUERPO A.



- a) PUENTE DE CARGA.
- b) PUNZON DE CARGA.
- c) ROTULA.

Fig. 11.- INSTRUM.
CUERPO B.



- a) CONTROLES DE CARGA.
- b) ESCALAS DE CARGA.
- c) REGISTRADOR.

Fig. 12.
GRUPO I CAV. A.

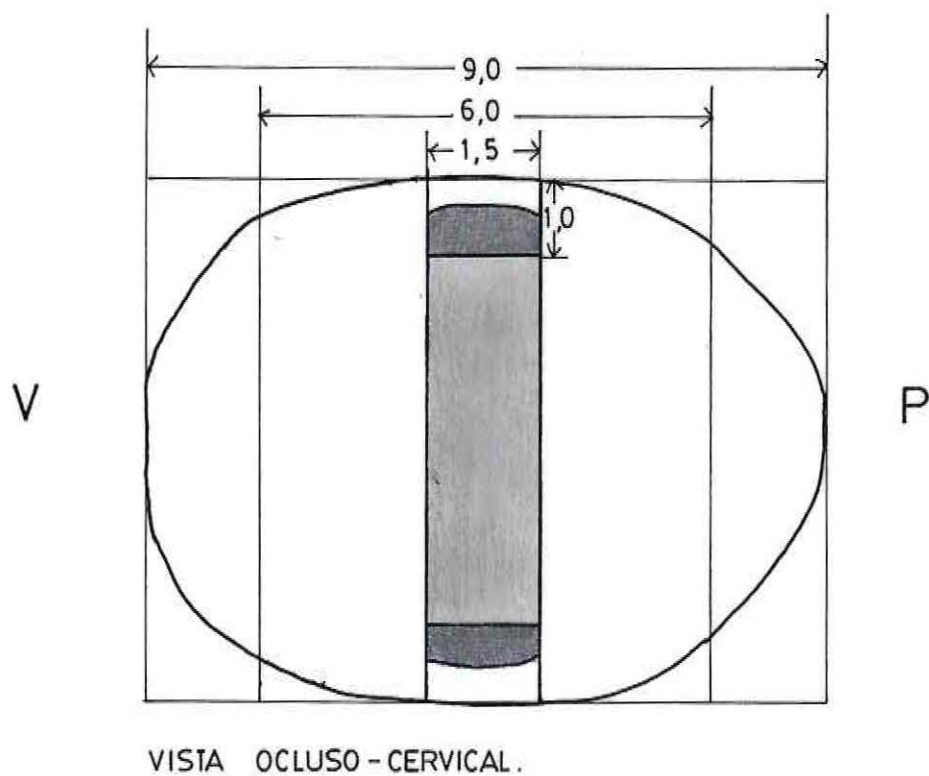
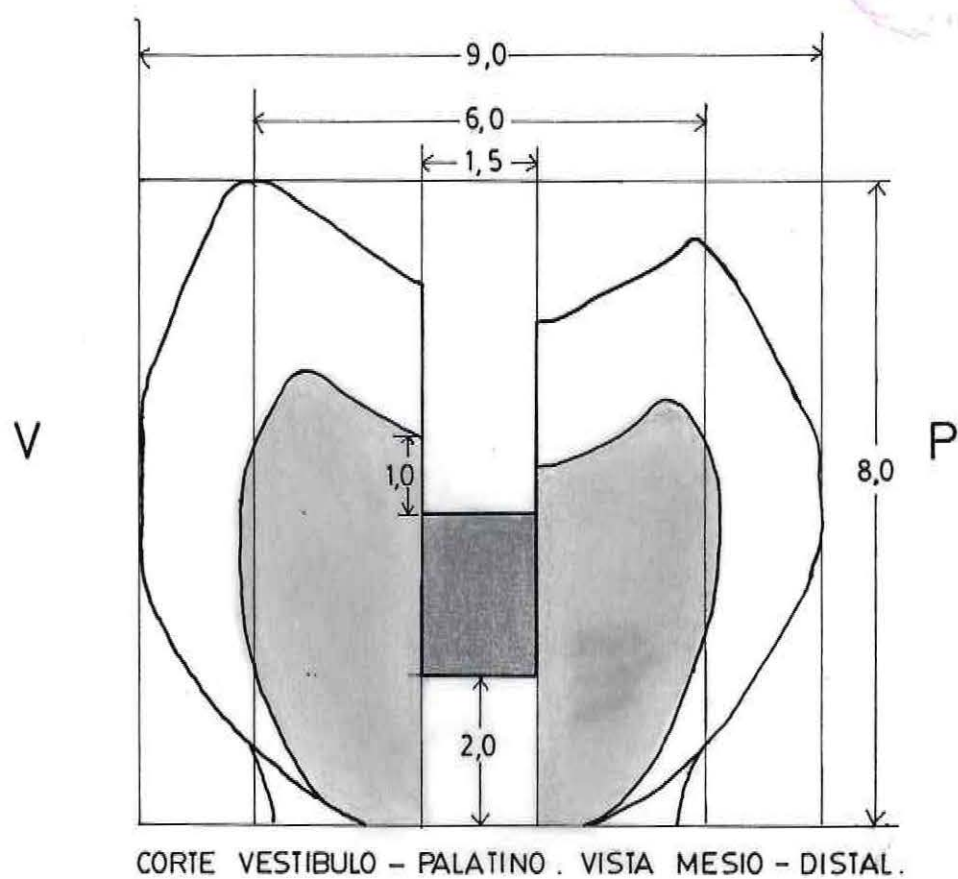
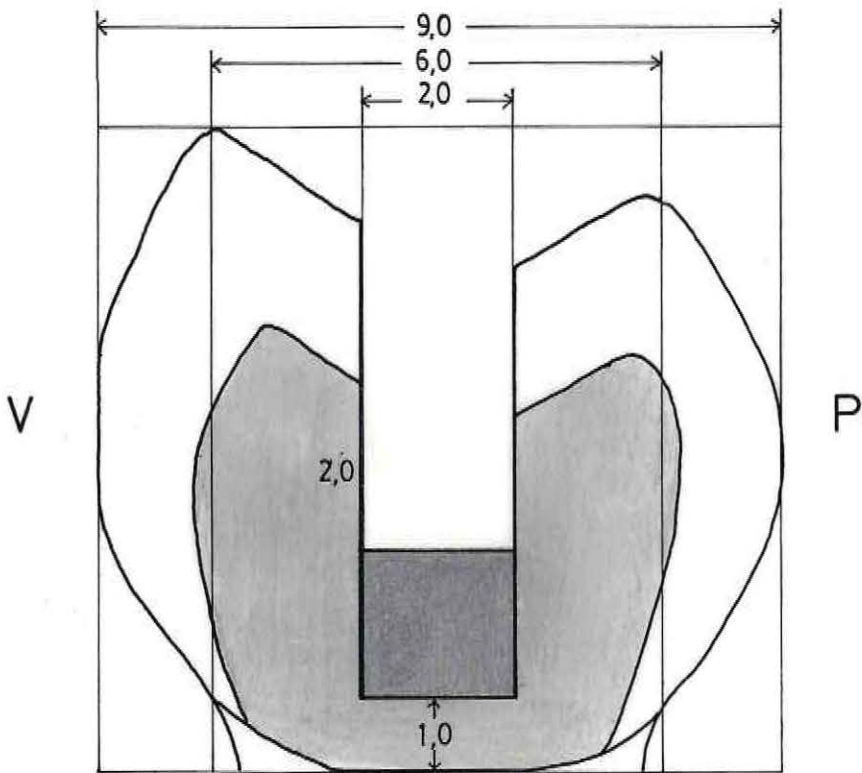
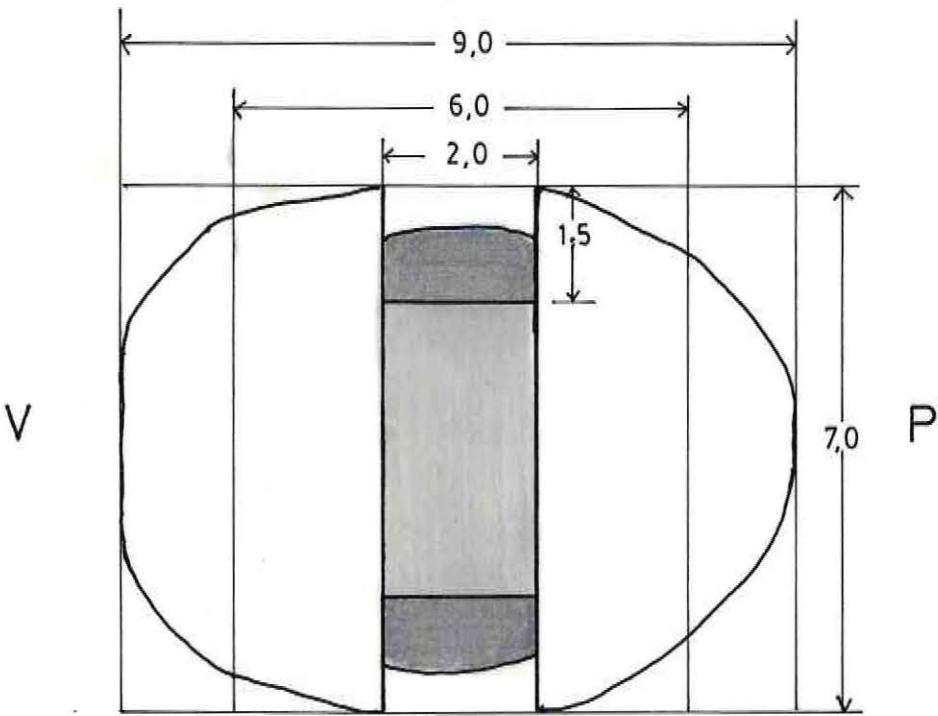


Fig. 13.
GRUPO I CAV. B

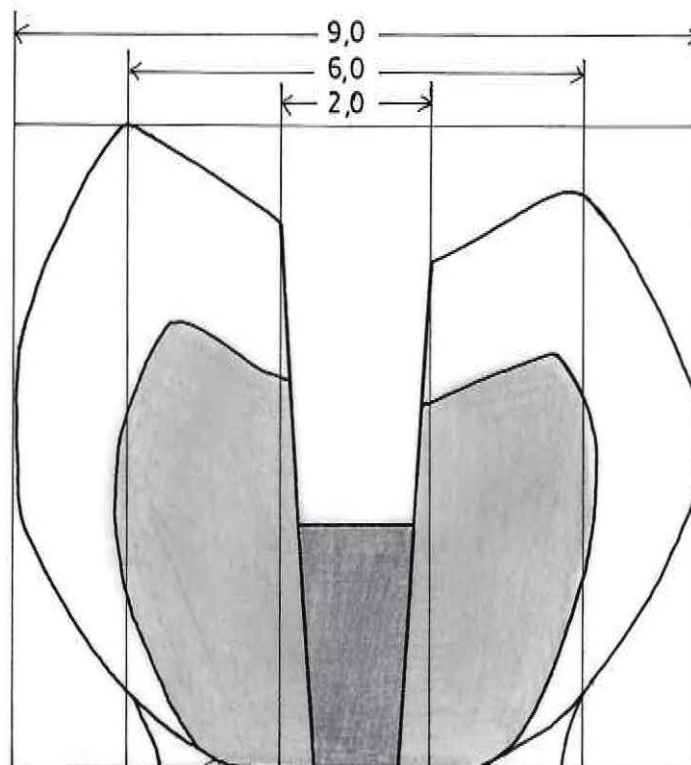


CORTE VESTIBULO-LINGUAL. VISTA MESIO - DISTAL.

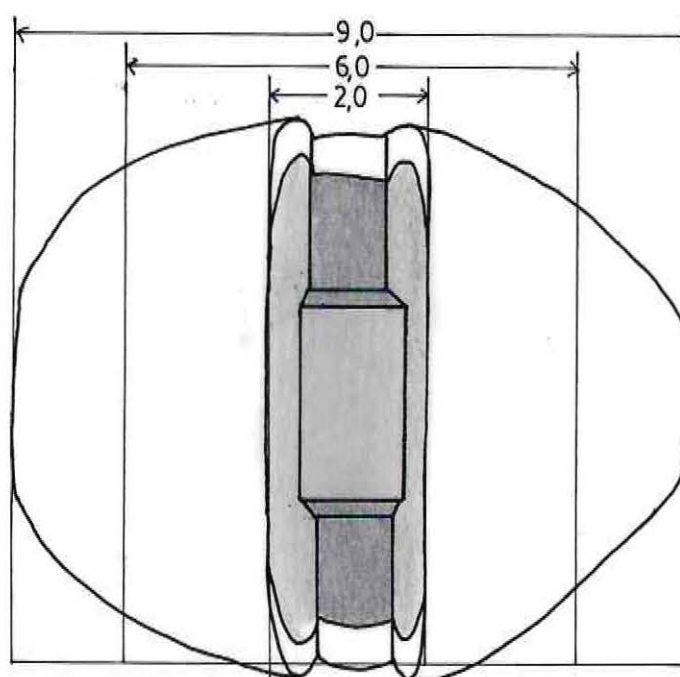


VISTA OCLUSO - CERVICAL.

Fig. 14.
GRUPO II CAV. A

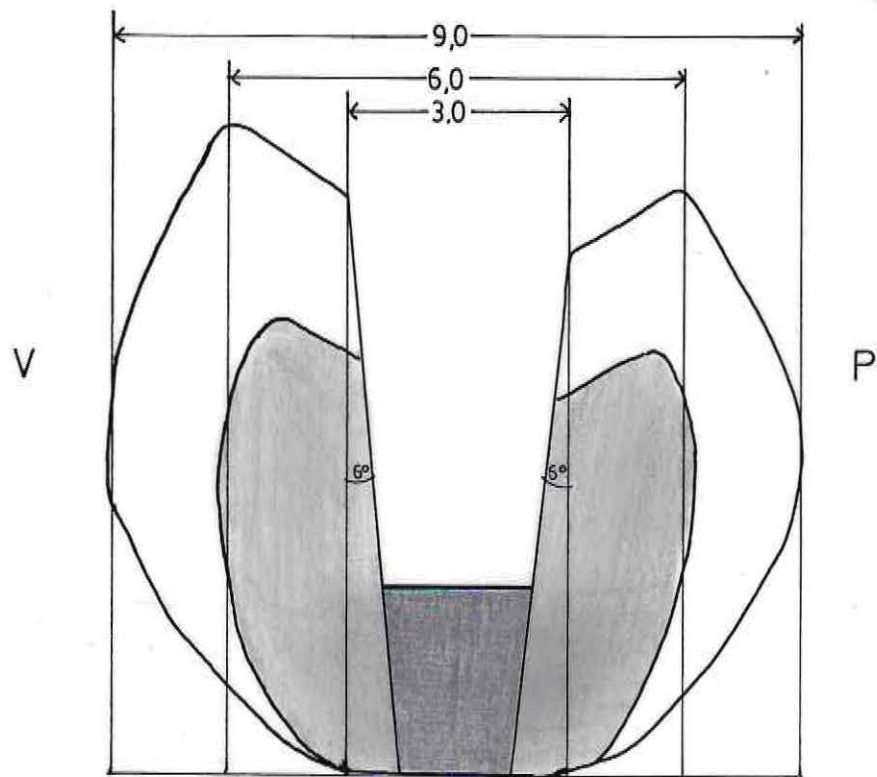


CORTE VESTIBULO-PALATINO. VISTA MESIO-DISTAL.

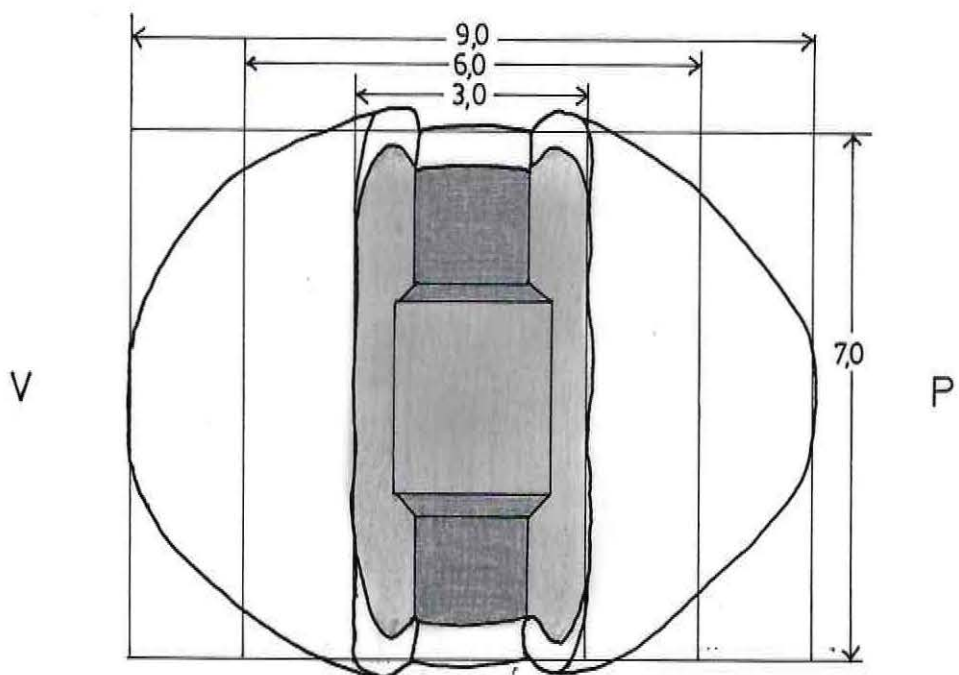


CAVIDAD OCLUSO-CERVICAL.

Fig. 15.
GRUPO II CAV. B.



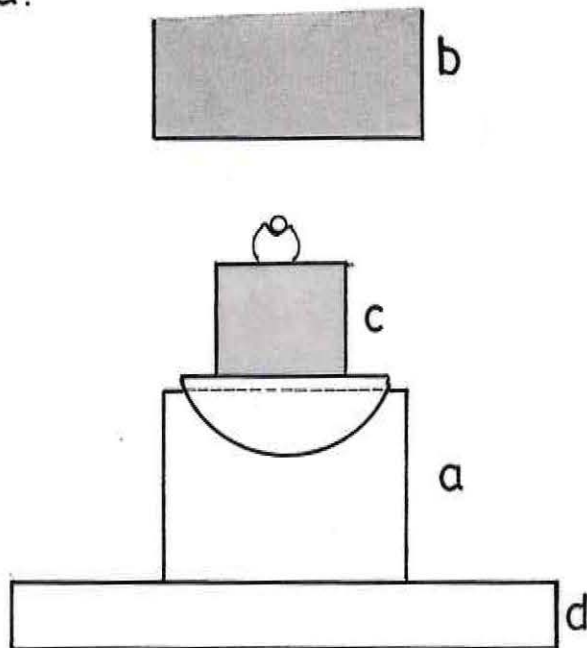
CORTE VESTIBULO - PALATINO . VISTA MESIO - DISTAL .



VISTA OCLUSO - CERVICAL .

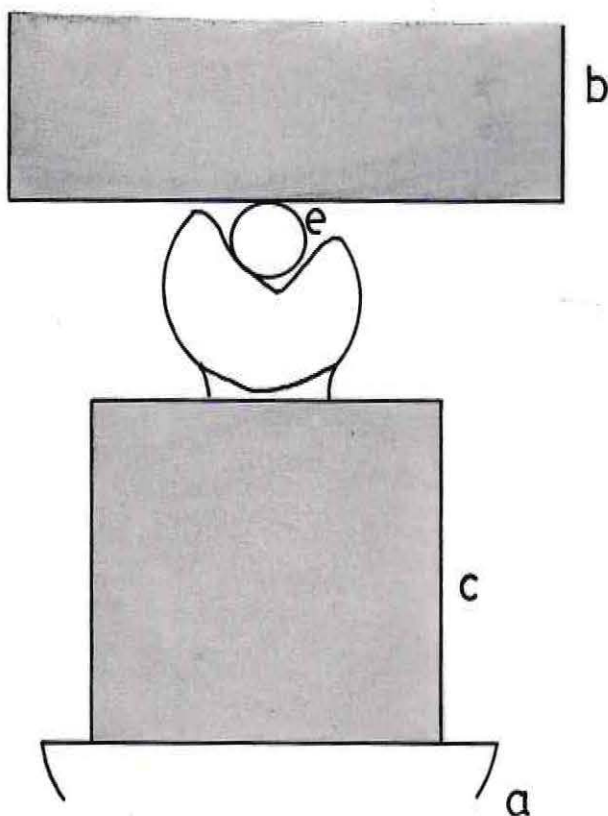
Fig. 16.
SECUENCIA DE CARGA
COMPRESIVA.

16 a.



- a) ROTULA INFERIOR.
- b) PUNZON DE CARGA.
- c) DIENTE EN ANILLO.
- d) PLATAFORMA.
- e) CILINDRO ACERO.

16 b.



Número Diente	CAVIDAD A DE AMALGAMAS				CAVIDAD B DE AMALGAMAS				CAVIDAD A DE INCRUSTACIONES				CAVIDAD B DE INCRUSTACIONES			
	DISTANCIA INTERCUSPIDEA	DIAMETRO MESIO-DISTAL	TAMAÑO CAVIDAD		DISTANCIA INTERCUSPIDEA	DIAMETRO MESIO-DISTAL	TAMAÑO CAVIDAD		DISTANCIA INTERCUSPIDEA	DIAMETRO MESIO-DISTAL	TAMAÑO CAVIDAD		DISTANCIA INTERCUSPIDEA	DIAMETRO MESIO-DISTAL	TAMAÑO CAVIDAD	
1	5.65	5.3	1.4		4.7	7.9	1.6		4.8	7.0	1.6		5.7	5.4	2.8	
2	5.4	7.6	1.8		5.2	7.4	1.7		4.9	7.8	1.6		5.9	7.4	3.3	
3	4.9	5.7	1.2		5.4	5.0	1.8		4.55	7.3	1.5		6.7	7.4	2.4	
4	4.9	7.0	1.2		5.9	7.6	2.0		5.0	7.3	1.6		4.9	7.6	2.9	
5	4.8	7.4	1.2		6.1	7.8	2.0		5.6	6.8	1.9		5.75	7.8	2.6	
6	4.7	7.1	1.2		4.6	6.7	1.5		5.8	7.4	1.9		5.2	7.5	2.6	
7	5.0	6.9	1.2		6.0	7.4	2.0		5.1	7.7	1.7		5.2	7.7	2.6	
8	5.9	7.4	1.47		6.9	7.2	2.3		6.2	7.1	2.0		6.3	6.7	3.15	
9					4.9	6.6	1.6						5.5	7.6	2.7	
$\bar{X}_s$	5.15	6.8	1.33		5.52	7.0	1.83		5.24	7.3	1.72		5.6	7.2	2.78	
D_s	0.43	0.84	0.2		0.76	0.89	0.25		0.56	0.33	0.18		0.56	0.75	0.28	

TABLA N°1 : Tamaños dentarios y extensión vestibulo - palatina de cavidades (en mm.), en los 4 grupos de Prueba.

GRUPO	Diámetro M-D		Distancia Intersp.	
	$\bar{X}$	Ds	$\bar{X}$	Ds
Control	7,2	0,36	5,8	0,51
CAV. A amalgama	6,8	0,84	5,1	0,43
CAV. B amalgama	7,0	0,89	5,5	0,76
CAV. A incrustación	7,3	0,33	5,2	0,56
CAV. B incrustación	7,2	0,75	5,6	0,56
$\bar{X}$ de los promedios	7,1		5,44	
D_s de las $\bar{X}_s$	0,2		0,2	

TABLA N°2 Dimensiones de los dientes utilizados en cada uno de los 5 grupos en estudio. (en mm.)



G R U P O S																			
Numero de Diente	CONTROL			CAVIDAD A AMALGAMAS			CAVIDAD B AMALGAMAS			CAVIDAD A INCRUSTACIONES			CAVIDAD B INCRUSTACIONES						
	Volumen Corono Coef/raiz RATE	≠	%	Volumen Corono Coef/raiz RATE	≠	%	Volumen Corono Coef/raiz RATE	≠	%	Volumen Corono Coef/raiz RATE	≠	%	Volumen Corono Coef/raiz RATE	≠	%				
1	13.280			13.150	13.110	4.0	0.3	13.180	13.130	5.0	0.37	13.110	13.020	9.0	0.68	13.190	12.990	2.00	1.5
2	13.010			13.050	13.010	4.0	0.3	13.100	13.040	6.0	0.45	13.180	13.100	8.0	0.60	13.290	13.130	1.60	1.2
3	13.100			13.050	13.030	2.0	0.15	13.050	13.080	2.0	0.15	13.190	13.130	6.0	0.45	13.150	13.000	1.50	1.14
4	13.230			13.100	13.010	9.0	0.68	13.200	13.140	6.0	0.45	13.140	13.080	6.0	0.45	13.900	13.110	7.90	5.68
5	13.090			13.130	13.120	1.0	0.07	13.190	13.160	3.0	0.22	13.350	13.250	10.0	0.74	13.060	12.950	1.00	0.76
6	13.050			13.060	12.960	10.0	0.76	13.000	12.920	8.0	0.61	13.130	13.050	8.0	0.60	13.210	13.100	1.10	0.83
7	13.100			13.150	13.050	10.0	0.76	13.110	13.020	9.0	0.68	13.150	13.090	6.0	0.45	13.300	13.090	2.10	1.57
8	13.050			13.060	13.030	3.0	0.22	13.190	13.080	1.0	0.83	13.110	13.050	6.0	0.45	13.260	13.020	2.40	1.8
9	13.120							13.190	13.110	8.0	0.6					13.140	13.000	1.40	1.06
$\bar{X}$ S	13.114			13.083	13.040	53.75	0.4	13.134	13.070	64.44	0.48	13.170	13.096	73.75	0.55	13.276	13.043	233.33	1.72
Ds	87,337			44.38	53.18	37	0.28	72.99	75.66	28.77	0.21	78.37	70.90	15.97	0.11	246.88	64.42	213.77	1.52

Volumenes Dentarios (en mm^3), en los cinco grupos en estudio.

Numero de Diente	CONTROL			CAVIDAD A AMALGAMAS			CAVIDAD B AMALGAMAS			CAVIDAD A INCRUSTACIONES			CAVIDAD B INCRUSTACIONES		
	Volumen Corono Col./raiz RAIZ	≠	%	Volumen Corono Col./raiz CAVITADO	≠	%	Volumen Corono Col./raiz RAIZ	Volumen Corono Col./raiz CAVITADO	≠	%	Volumen Corono Col./raiz RAIZ	Volumen Corono Col./raiz CAVITADO	≠	%	
1	13.280			13.150	13.110	40	0.3	13.180	13.130	50	0.37	13.110	13.020	90	0.68
2	13.010			13.050	13.010	40	0.3	13.100	13.040	60	0.45	13.180	13.100	80	0.60
3	13.100			13.050	13.030	20	0.15	13.050	13.030	20	0.15	13.190	13.130	60	0.45
4	13.230			13.100	13.010	90	0.68	13.200	13.140	60	0.45	13.140	13.080	60	0.45
5	13.090			13.130	13.120	10	0.07	13.190	13.160	30	0.22	13.350	13.250	100	0.74
6	13.050			13.060	12.960	100	0.76	13.000	12.920	80	0.61	13.130	13.050	80	0.60
7	13.100			13.150	13.050	100	0.76	13.110	13.020	90	0.68	13.150	13.090	60	0.45
8	13.050			13.060	13.030	30	0.22	13.190	13.080	110	0.83	13.110	13.050	60	0.45
9	13.120							13.190	13.110	80	0.6				
$\bar{X}$ S	13.114			13.083	13.040	53.75	0.4	13.134	13.070	64.44	0.48	13.170	13.096	73.75	0.55
Ds	87,337			44.38	53.18	37	0.28	72.99	75.66	28.77	0.21	78.37	70.90	15.97	0.11

TABLA N°4: Aplicación de T' d Student, para ver diferencias de volúmenes dentarios sin cavitar (mm³), entre los grupos de prueba y el grupo control con un nivel de significación estadística de un 5%.

GRUPO	$\bar{X}_s$	D_s	GRADOS DE LIBERTAD	T CRÍTICO	T EN LA MUESTRA	INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA
CAVIDAD A AMALGAMA	13.093,75	44.38	7	2,365	1,290	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
CAVIDAD B AMALGAMA	13.134,4	72,99	8	2,306	0,838	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
CAVIDAD A INCRUSTACIÓN	13.170,0	78.37	7	2,365	2,02	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
CAVIDAD B INCRUSTACIÓN	13.276,0	246.88	8	2,306	1,96	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO

TABLA N°5: Aplicación de T de Student para ver diferencias de volúmenes (mm^3) dentarios, antes y después de ser cavitados, en los cuatro grupos de prueba, con un nivel de significación estadística del 5%.

GRUPOS	$\bar{X}_s$ (SIN CAVITAR)	D_s (SIN CAVITAR)	$\bar{X}_s$ (CAVITADOS)	D_s (CAVITADOS)	GRADOS DE LIBERTAD	T CRÍTICO	T EN MUESTRA	INTERPRECIÓN ESTADÍSTICA
CAVIDAD A AMALGAMA	13,093,75	44,38	13,040	53,18	7	2,365	2,859	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
CAVIDAD B AMALGAMA	13,134,4	72,99	13,070	75,66	8	2,306	2,553	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
CAVIDAD A INCRUSTACIÓN	13,170	78,37	13,096,25	70,90	7	2,365	2,941	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
CAVIDAD B INCRUSTACIÓN	13,276	246,88	13,043,33	64,42	8	2,306	10,86	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO

TABLA N°6 : Aplicación de T' de Student, para comparar las diferencias de volúmenes dentarios (mm³), entre los diferentes grupos de prueba con un nivel de significación estadística del 5%.

COMPARACION	GRUPOS	DIFERENCIAS VOLUMEN		Ds	GRADOS DE LIBERTAD	T CRITICO	T EN MUESTRAS (OBSERVADO)	INTERPRETACION ESTADISTICA
		Xs	Ds					
1	CAV. A AMALGAMA	53,75	37	35,02	15	2,131	0,64	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAV. B AMALGAMA	64,44	28,77					
2	CAV. B AMALGAMA	64,44	28,77	25,15	15	2,131	0,78	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAVIDAD A INCRUSTACIÓN	73,75	15,97					
3	CAV. A INCRUSTACIÓN	73,75	15,97	165,99	15	2,131	2,045	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAV. B INCRUSTACIÓN	233,33	213,77					
4	CAV. A AMALGAMA	53,75	37	30,46	14	2,145	1,313	NO ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAV. A INCRUSTACIÓN	73,75	15,97					
5	CAV. A AMALGAMA	53,75	37	167,7	15	2,131	2,27	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAV. B INCRUSTACIÓN	233,33	213,77					



Numero de Diente	GRUPOS					Control
	CAV. A Amalgama	CAV. B Amalgama	CAV. A Incrustación	CAV. B Incrustación		
1	126,351	51,813	60,903	43,632	198,162	
2	142,258	54,54	43,632	45,904	197,724	
3	79,083	60,903	20,452	46,813	237,497	
4	60,903	60,448	45,904	46,359	77,271	
5	80,901	69,993	71,811	11,817	168,179	
6	74,538	104,080	35,458	15,907	120,453	
7	102,717	43,632	48,177	28,179	129,543	
8	69,084	71,811	52,722	18,18	106,816	
9		78,174		20,907	159,089	
Xs	91,979	66,154	47,382	30,855	154,970	
Ds	29,051	17,809	15,548	14,736	51,099	
%X	59,35	42,68	30,57	19,91	100%	

TABLA N°7 : Resistencia compresiva (kg/Fuerza), obtenidas en los 5 grupos en estudio.

TABLA N° 8: Aplicación de T' de Student a las diferencias de Resistencia Compresiva (K_g /Fuerza), obtenidas entre los grupos de Prueba y el grupo control, con un nivel de significación estadística de un 5%.

GRUPOS	$\bar{X}_s$	D_s	GRADOS DE LIBERTAD	T CRÍTICO	T OBSERVADO	INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA
CAVIDAD A AMALGAMA	91,979	29,051	7	2,365	6,115	SIGNIFICATIVAMENTE ESTADÍSTICO
CAVIDAD B AMALGAMA	66,154	17,809	8	2,306	14,97	SIGNIFICATIVAMENTE ESTADÍSTICO
CAVIDAD A INCrustación	47,382	15,548	7	2,365	19,59	SIGNIFICATIVAMENTE ESTADÍSTICO
CAVIDAD B INCrustación	30,855	14,736	8	2,306	25,27	SIGNIFICATIVAMENTE ESTADÍSTICO

TABLA N°9: Aplicación T' de Student a las diferencias de Resistencias Compresivas (Kg/Fuerza), obtenidas entre los grupos de Pueba, con un nivel de significación estadística de un 5%.

COMPARACIÓN	GRUPOS	RESISTENCIAS COMPRESIVAS		Ds	GRADOS DE LIBERTAD	T CRITICO	T EN MUESTRAS	INTERPRETACIÓN ESTADÍSTICA
		Xs	Ds					
1	CAV. A AMALGAMA	91,979	29,051	25,30	15	2,131	2,171	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAV. B AMALGAMA	66,154	17,809					
2	CAV. B AMALGAMA	66,154	17,809	17,86	15	2,131	2,236	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAV. A INCRUSTACIÓN	47,382	15,548					
3	CAV. A INCRUSTACIÓN	47,382	15,548	16,09	15	2,131	2,165	ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVO
	CAV. B INCRUSTACIÓN	30,855	14,736					

TABLA N°10: Comparación entre Resistencia Compresiva y Volumen dentario entre los diferentes grupos de prueba referidos en términos de % al grupo control.

COMPARACION	GRUPOS	RESISTENCIA COMPRESIVA				VOLUMEN DENTARIO (Diferencias)			
		$\bar{X}$ (Kg)	%	Diferencia (Kg)	%	$\bar{X}$ (mm ³)	%	Diferencia (mm ³)	%
1	CAVIDAD A AMALGAMA	91.979	59.35	25.825	16.66	53.75	0.4	10.91	0.08
	CAVIDAD B AMALGAMA	66.154	42.68			64.66			
2	CAVIDAD B AMALGAMA	66.154	42.68	18.772	12.11	64.66	0.48	9.09	0.06
	CAVIDAD A INCRUSTACIÓN	47.382	30.57			73.75			
3	CAVIDAD A INCRUSTACIÓN	47.382	30.57	16.527	10.66	73.75	0.55	159.58	1.2
	CAVIDAD B INCRUSTACIÓN	30.855	19.91			233.33			

ANALISIS ESTADISTICO

Tabla N° 2:

Los promedios de dimensiones dentarias son similares al comparar los 4 grupos experimentales. Esto nos demuestra que existe homogeneidad de tamaño dentario entre los distintos grupos.

Tabla N° 3:

A medida que aumenta el tamaño de la cavidad aumenta la pérdida de volumen dentario.

Tabla N° 4:

No hay diferencia estadística significativa entre los valores promedios de volumen corona-raíz de cada grupo experimental antes de cavitarse, referidos cada uno al promedio de volumen corona raíz del grupo control. Diremos entonces que los dientes se obtuvieron todos del mismo universo y que además son grupos comparables desde el punto de vista estadístico

Tabla N° 5:

Las diferencias entre los promedios de volumen corona raíz de cada grupo experimental antes y después de cavitarse son significativas. Esto implica que la diferencia volumetrica no se debe al azar y obedece a la cavitación.

Tabla N° 6:

Los valores promedios de volumen perdido por cada grupo experimental no presentan una diferencia estadísticamente significativa entre sí, a excepción de la diferencia entre grupos Ia y IIb en que si es significativa.

Tabla N° 7:

Los valores promedio de resistencia compresiva disminuyen a medida que se aumenta extensión y profundidad cavitarias. En grupo Ia se observa que la resistencia compresiva promedio es solo de un 59,35 % del promedio de resistencia.

La diferencia de pérdida de resistencia compresiva (en %) entre los distintos grupos experimentales son similares entre sí a excepción de la diferencia de promedios entre grupo IIb y todos y cada uno de los promedios de los otros tres grupos experimentales.

Tabla N° 8:

Las diferencias de los promedios de resistencia compresiva de los diferentes grupos, experimentales (referidos cada uno al grupo control) son estadísticamente significativos.

Tabla N° 9:

Los promedios de la resistencia compresiva de cada grupo experimental comparados entre sí son estadísticamente significativos.

Tabla N° 10: (gráfico N° 3)

Los promedios de resistencia compresiva entre grupos Ia y Ib presentan una diferencia de 16,66 % y una pérdida de volumen de 0,08 % . Los promedios de resistencia compresiva entre IIa y IIb presentan una diferencia de 10,66 % y una pérdida de volumen de 1,2% (ambos volúmenes referidos al promedio de volumen corona-raíz del grupo control).

La diferencia de volumen promedio perdido entre grupo Ia y IIb es menor ($10,91 \text{ mm}^3$) que entre grupos IIa y IIb ($159,58 \text{ mm}^3$).

Entre grupos Ib y IIa (ambos con la misma distancia intercuspídea) hay una pérdida de volumen de $9,09 \text{ mm}^3$ lo que equivale al 0,06 % del promedio de volumen corona-raíz del grupo control. La resistencia compresiva disminuye en 18,772 kg/fuerza (16,66 % de la resistencia compresiva promedio del grupo control).

Gráfico N° 1:

Se observa una diferencia mayor del porcentaje de volumen dentario perdido (referido al volumen promedio del grupo control) entre el promedio del grupo IIb con cada uno de los grupos experimentales y a su vez en relación a la diferencia de cada uno de los grupos experimentales restantes entre sí.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS.

Los resultados de un trabajo experimental, para ser analizados y comparados y obtener de ellos conclusiones válidas, deben ser sometidos a una prueba de significación estadística.

Estas pruebas, en una de sus modalidades pretende ver, si las diferencias obtenidas antes y después de un "efecto" en un grupo analizado, son producto de dicho "efecto", o solamente productos del azar.

En nuestro estudio para realizar esta prueba de significación estadística, se eligió el test de Student, con un nivel de significación estadística del 5 % bilateral (o prueba de dos colas). Esta prueba estaría destinada a resolver una serie de interrogantes que se plantearon al comenzar este estudio estadístico:

- 1) Ver si los dientes de los diferentes grupos, pertenecen a un mismo universo, o dicho de otro modo, si es posible realizar comparaciones entre ellos (ya que son similares o no en cuanto a tamaño y volumen dentario).
- 2) Determinar si el instrumento ideado para medir volúmenes dentarios cumple con dicho objetivo.
- 3) Poder cuantificar las diferencias (de resistencia compresiva y volumen perdido) antes y después de ser cavitados los dientes.
- 4) Ver la evolución o variación de estas diferencias (de resistencia compresiva y volumen dentario) entre los diferentes grupos de estudio y establecer una relación entre estas y con las cavidades.

Con la ayuda de la estadística, trataremos de resolver cada una de estas interrogantes, analizando a través de las tablas y gráficos anteriormente detallado, los resultados obtenidos.

- 1) Ver si los dientes de los diferentes grupos pertenecen a un mismo universo, o dicho de otro modo, si es posible realizar comparaciones entre ellos. (ya que son similares, o no, en tamaño y volumen dentario).

El primer problema que hay que resolver generalmente en trabajo experimental, es ver si es posible establecer comparaciones entre los diferentes grupos en estudio. Lo primero que se realizó fué medir los dientes (tabla Nº 1 y 2), teniendo como resultado que poseen tamaños muy similares (entre diferentes grupos), lo que admitiría hacer comparaciones entre ellos.

Una variable que se suma al resultado anterior es la de volumen dentario (tabla Nº 3) dandonos iguales resultados.

Es decir, y concluyendo por los resultados obtenidos de volúmenes y tamaños dentarios, los dientes de los cinco grupos en estudio son estadísticamente comparables.

- 2) Determinar si el instrumento ideado para medir volúmenes dentarios cumple con dicho objetivo.

En realidad quizá este punto debería haber sido primero, ya que para resolver el anterior, se utilizaron mediciones de volúmenes para comparar los dientes. Pero creemos que este solo hecho no es suficiente, como para determinar la funcionalidad o no de dicho instrumento.

Del punto anterior ya sabemos que el instrumento es capaz de medir volúmenes dentarios sin cavitar (tabla 3 y 4) de los diferentes grupos. Ahora se haría necesario, si es capaz de medir las diferencias de volumen entre el diente cavitado y el sin cavitar. La tabla 5 aclara este hecho, se observa, que es capaz de medir volúmenes desplazados antes y después de cavitar.

A estas diferencias de volumen (antes y después de cavitar), se aplicó el test de Student, para ver si estas diferencias eran estadísticamente significativas (tabla 5) y al ser este último el resultado, nos indica que el instrumento pudo medir estas diferencias y que estas mismas son productos de la cavidad y no del azar.

Un punto muy importante era establecer las diferencias de volúmenes que producían las cavidades entre sí, en otras palabras cuanto volumen más o menos implica una u otra cavidad, en relación al volumen corona-raíz (Tabla 6). La prueba de significación estadística nos indica que no existen diferencias significativas, entre una y otra cavidad a excepción de la comparación entre los valores extremos, (es decir la cavidad A de amalgamas y la B de incrustación) comparación Nº 5 en tabla 6.

Se podría concluir erróneamente que entre diferentes cavidades (tipos o extensión), el volumen dentario no es importante o que dos cavidades diferentes producen similares pérdidas de volumen dentario. Lo que realmente creemos que es factible de pensar, es que las diferencias de volumen son pequeñas y el instrumento no es capaz de mensurarlas entre las diferentes cavidades, de tal manera que estas se expresen, como para ser posible una comparación estadística. Esto lo comprueba el hecho de que fue capaz de establecer diferencias de volumen significativas, solo con los valores extremos (cavidad A

de amalgama y cavidad B de incrustación). Además si observamos la tabla N° 3 vemos en promedio las diferencias de volumen, y se puede ver que aumentan entre una y otra cavidad en poca proporción, pero aumentan. (cavidad A amalgama 0,9 %; B amalgama 0,48 %; A incrustación 0,55 %; B incrustación 1,2 %).

En resumen el instrumento ideado, es capaz de medir diferencias de volumen dentario, aunque no con mucha resolución.

Una cavidad conservadora implica una pérdida de volumen dentario de un 0,4 % del volumen corona-raíz.

Al aumentar el tamaño y extensión de un tipo de cavidades, se observa que el volumen perdido entre estas es mayor (amalgama e incrustación). siendo sí estas diferencias referidas al total del volumen dentario.

- 3) Poder cuantificar las diferencias (de volumen y resistencia compresiva) antes y después de ser cavitados los dientes.

Ya casi en los puntos anteriores, hemos respondido en forma integral, esta interrogante en relación a las diferencias de volumen. Es así que nos dedicaremos aquí a analizar los resultados obtenidos de resistencia compresiva, en cada uno de los dientes de cada grupo.

Se observa que la resistencia compresiva va disminuyendo a medida que las cavidades se van haciendo más amplias (más anchas y profundas). Es decir, el diente cada vez se va debilitando más, al pasarse de cavidades más conservadoras a menos conservadoras (tabla N° 8) y entre cada cavidad existen diferencias de resistencia estadísticamente significativas (tabla N° 9).

Es importante también establecer que cualquier cavidad por pequeña que esta sea, produce una gran pérdida de resistencia compresiva.

- 4) Ver la evolución de estas diferencias (de resistencia y volumen dentario) entre los diferentes grupos en estudio y establecer una relación entre estas y las cavidades.

Hasta este momento, sabemos que el volumen dentario perdido va aumentando a medida que el tamaño cavitario aumenta, a su vez la resistencia compresiva disminuye.

Una pérdida de volumen pequeño (cavidad A para amalgama) produce una gran pérdida de resistencia compresiva total (mantiene solo un 59,35 % de la resistencia total) (tabla N° 7). Entre esta cavidad y la restante se produce una pérdida de resistencia más o menos similar (cavidad B para amalgama), llegando a la cavidad para incrustaciones donde la pérdida de resistencia es bastante grande (llega solo al 19,91 % del total). Este valor creemos que es producto de aumentar considerablemente el ancho del cajón oclusal, (a un $\frac{1}{2}$ de la distancia intercus-

pídea, ya que entre las anteriores se había variado de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$, es decir un 8 % de variación) en cambio al llevar a $\frac{1}{2}$ de la distancia intercuspídea se produce un 17 % de variación con respecto a las anteriores cavidades.

Esta diferencia también se puede observar por los volúmenes dentarios (tabla N° 8 con gráfico N°1) donde también el volumen dentario va variando en igual proporción entre la cavidad A de amalgama y A de incrustación, pero con la cavidad B de incrustación es mayor. Esta variación incluso es más notoria que con la resistencia compresiva, es decir se produce una variación mayor en el volumen dentario que en la resistencia compresiva.

Con lo anterior se podría pensar que el ancho del cajón oclusal MOD es un parámetro de mayor importancia que la profundidad de la cavidad, en terminos de resistencia compresiva y volumen dentario, pero esto no es posible afirmarlo ya que en nuestro estudio todas las cavidades son diferentes, es decir, no podemos compararlas en cuanto a estos dos parámetros.

Quizá esto se confirma al comparar la cavidad B para amalgama y A de incrustación, ambas con una extensión de su cajón oclusal igual ($\frac{1}{3}$ de la distancia intercuspídea) en las cuales se varía la profundidad; pero además son cavidades diferentes. Un dato importante es quizás el hecho que entre estas cavidades se produce una pérdida de resistencia compresiva, bastante importante para la clínica odontológica, ya que nos permite ser más conservadores en la realización de cavidades, siempre y cuando el caso lo permita.

Lo unico que podemos afirmar con certeza es que la relación entre el volumen dentario y la resistencia compresiva es inversa (gráfico N°3) es decir mientras mayor sea el volumen dentario perdido, menor es la resistencia compresiva que el diente va a poseer y esto no implica necesariamente que sea una gran pérdida de volumen dentario.

Al comparar las cavidades de amalgama (A y B, tabla 10) se observa que, la pérdida de volumen dentario (0,08) es pequeña en relación a la variación de resistencia compresiva (16,6 %). Así vemos que en cavidades clase II para amalgama al modificar ligeramente su extensión y profundidad es decir muy poco tejido dentario, más en terminos de volumen dentario se produce una gran pérdida de resistencia compresiva, comparación que es posible de realizar entre las cavidades de incrustación, obteniéndose similares conclusiones.

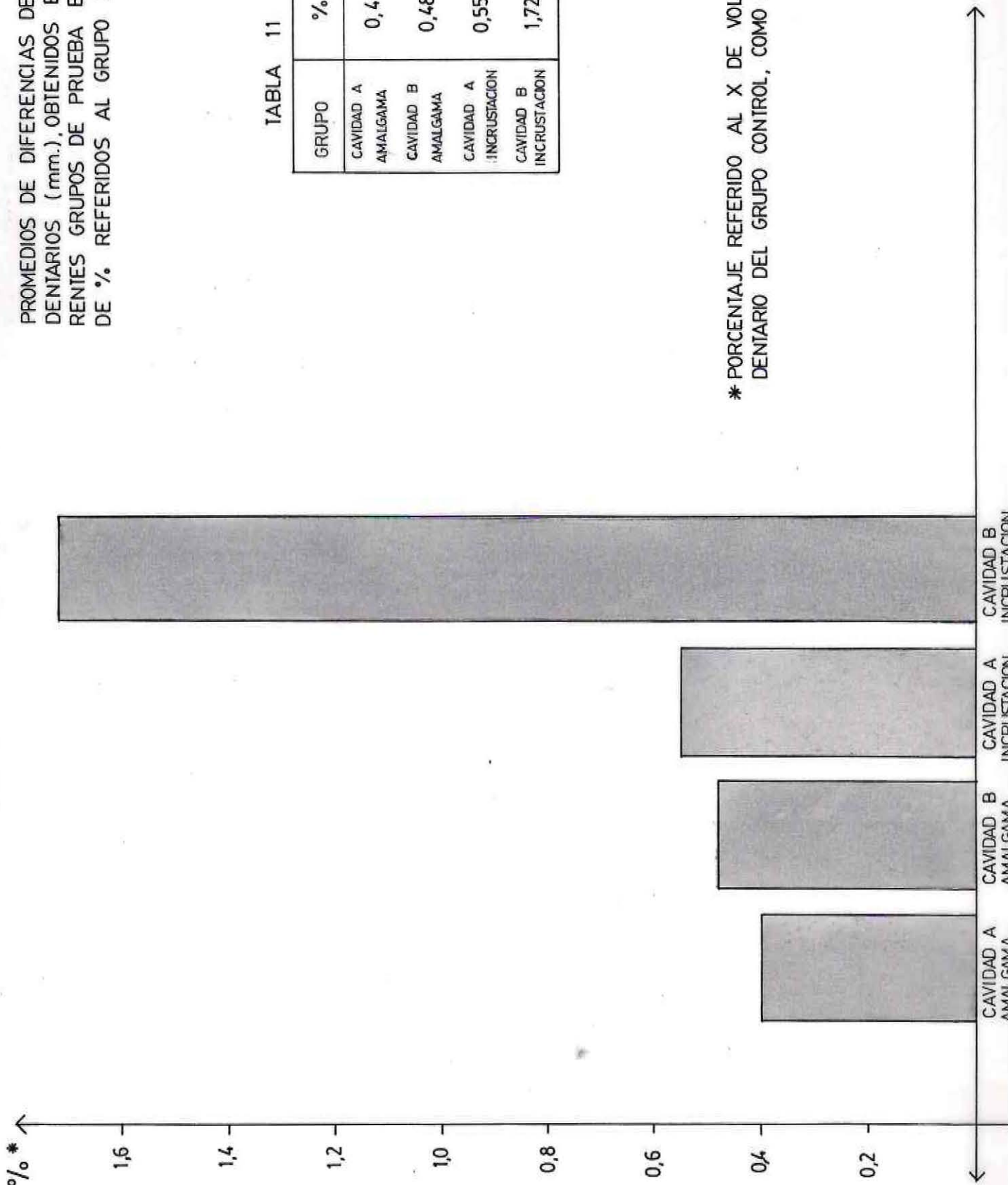
Lo anterior se puede confirmar, con el hecho de que la cavidad conservadora como la cavidad A para amalgamas, que a pesar de ser de un ta-

maño reducido, produce una gran disminución de la resistencia compresiva total (tabla Nº 7).

Para establecer una relación más directa entre volumen y resistencia compresiva sería necesario trabajar con cavidades iguales.

GRAFICO N°1. (anexo a tabla 3.)

PROMEDIOS DE DIFERENCIAS DE VOLUMENES DENTARIOS (mm.), OBTENIDOS EN LOS DIFERENTES GRUPOS DE PRUEBA EN TERMINOS DE %. REFERIDOS AL GRUPO CONTROL.



* PORCENTAJE REFERIDO AL X DE VOLUMEN DENTARIO DEL GRUPO CONTROL, COMO EL 100%.



GRAFICO Nº 2 (anexo a tabla 7.)

PROMEDIOS DE DIFERENCIAS DE RESISTENCIAS COMPRESIVAS,
DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE PRUEBA EN TERMINOS DE
%; REFERIDOS AL GRUPO CONTROL.

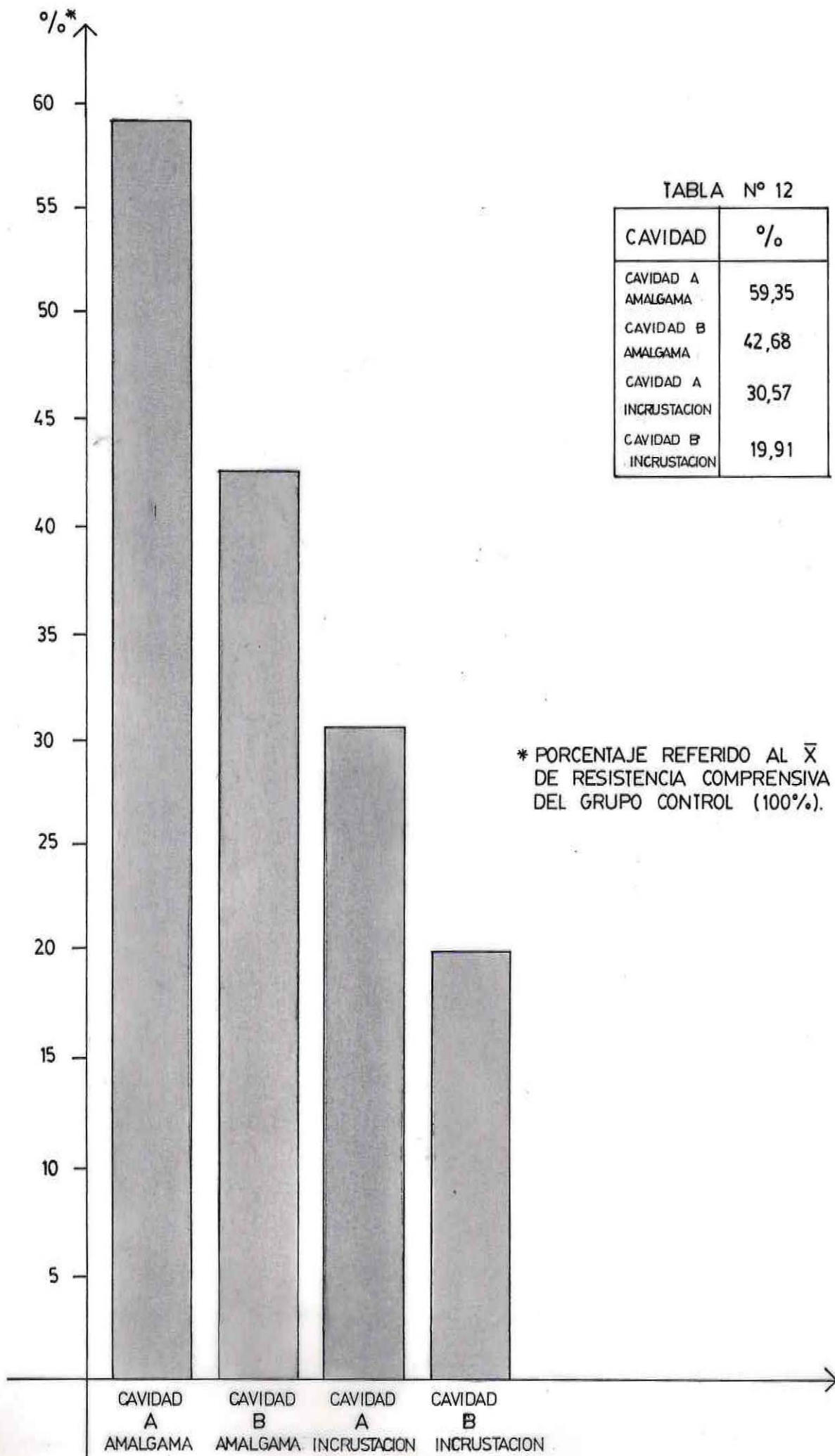
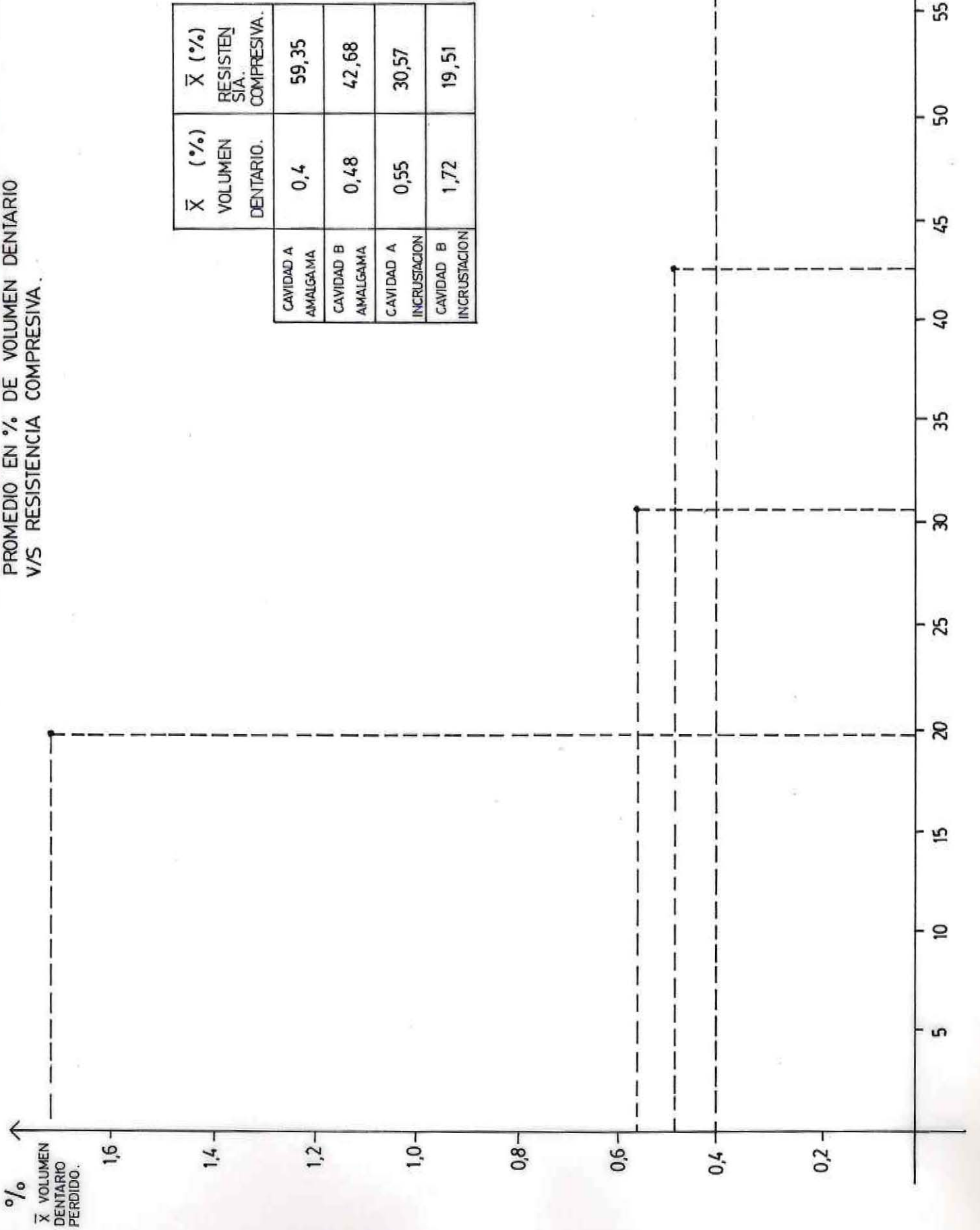


GRAFICO N° 3

PROMEDIO EN % DE VOLUMEN DENTARIO
V/S RESISTENCIA COMPRESIVA.



CONCLUSIONES

I Generales.

- 1) Pequeñas pérdidas de volumen dentario disminuyen considerablemente la resistencia compresiva dentaria.
- 2) En un mismo tipo de cavidad el aumento de la extensión y profundidad de la misma provoca una gran pérdida de resistencia compresiva.

II Especificas.

- 1) La mayor disminución de los valores de resistencia compresiva se produce entre el diente integro y la cavidad más conservadora.
- 2) Una cavidad clase II MOD para amalgama conservadora, implica una pérdida de volumen dentario de aproximadamente un 0,4 % del volumen corona-raíz.
- 3) Una cavidad clase II MOD para incrustaciones, implica una pérdida de volumen dentario de aproximadamente un 1,72 % del volumen corona raíz (cavidad B para incrustaciones).
- 4) Las cavidades clase II para amalgama, conservadoras, disminuyen la resistencia compresiva dentaria a un 59,35 %.
- 5) Las cavidades clase II MOD para incrustación, disminuyen la resistencia compresiva dentaria, aproximadamente a un 19,91 % (cavidad B de incrustación).

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Barrancos Mooney, Julio.
"OPERATORIA DENTAL".
Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 1980.
- 2.- Macchi, R.
"MATERIALES DENTALES"
Editorial Panamericana, B. Aires 1980.
- 3.- O'Brien, W; Rype, G.
"MATERIALES DENTALES Y SU SELECCION"
Editorial Médica Panamericana S.A. B.Aires, 1980.
- 4.- Harold, R y Co.
"The Dental Clinics of North America"
Vol. 25 N° 2 Abril 1981
W.B. Saunders Company.
- 5.- Manns, A.
"Sistema Estomatognatico"
Editorial Universitaria S.A. Santiago, 1984.