

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

Tesis que para obtener el grado de Licenciado en Diseño Industrial presenta:

Graciela García Castillo

Bajo la dirección de:
M.D.I. Emma del Carmen Vázquez Malagón

Y la asesoría de:
D.I. Marta Ruíz García
M.D.I. Cecilia Flores Sánchez
D.I. Luis Fernando Rubio Garcidueñas
D.I. Luis Equihua Zamora

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"Declaro que este proyecto de tesis no ha sido presentado previamente en ninguna Institución Educativa y es totalmente de mi autoría"

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Arquitectura
Centro de Investigaciones de Diseño Industrial
México 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL **ID**

Facultad de Arquitectura - Universidad Nacional Autónoma de México

Coordinador de Exámenes Profesionales de la
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP 01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **GARCIA CASTILLO GRACIELA** No. DE CUENTA **91289904**

NOMBRE DE LA TESIS **Cubiertos de servicio en porcelana de circonio**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día _____ de _____ de _____ a las _____ hrs.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 10 diciembre 2001

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE M.D.I. EMMA VAZQUEZ MALAGON	
VOCAL D.I. MARTA RUIZ GARCIA	
SECRETARIO D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA	
PRIMER SUPLENTE M.D.I. CECILIA FLORES SANCHEZ	
SEGUNDO SUPLENTE D.I. FERNANDO RUBIO GARCIDUEÑAS	

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

Juego de cuchillo, tenedor y cuchara, con dobles curvaturas, líneas sencillas y adaptables a los movimientos de uso. La constitución de la forma es resultado del proceso de producción, que es el de vaciado en suspensión en moldes de yeso.

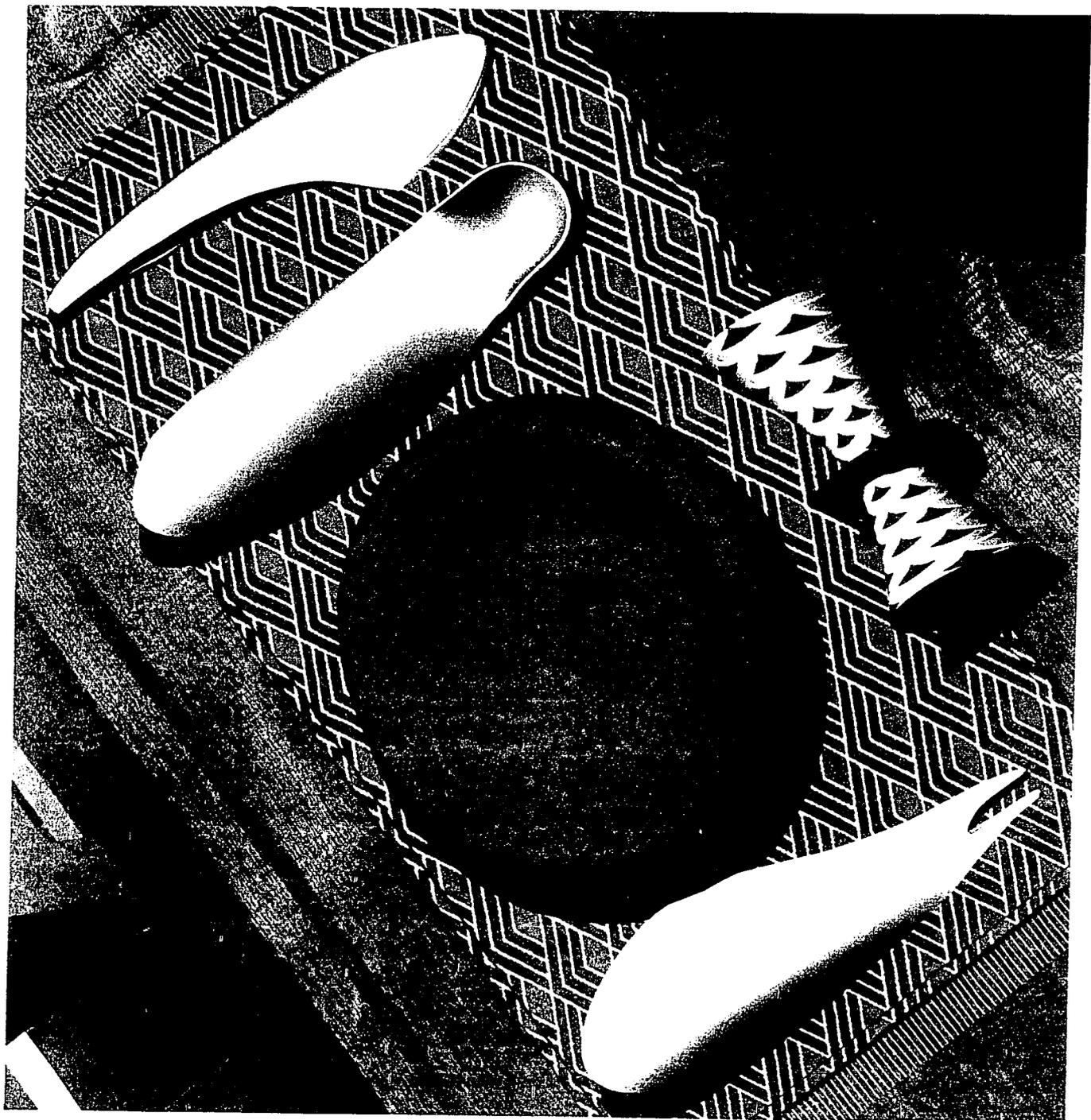
El material seleccionado para este proyecto, porcelana con adiciones de circonio, cuyas características son: vitrificación total haciéndolo un material impermeable, resistencia mecánica, resistencia al uso de algunos abrasivos y por la dureza que adquiere puede ser constituido un filo de gran calidad, es un material viable de fabricarse tanto en México como en el extranjero.

Las Instituciones consultados para el desarrollo de este proyecto son:

Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados, Departamento de Materiales Cerámicos

Instituto Politécnico Nacional, Escuela de Ingeniería e Industrias Extractivas

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Instituto de Materiales



PRESENTACIÓN

En un trabajo de tesis, se comienza con la investigación del producto que previamente ha sido seleccionado como tema para desarrollarse, esta investigación abarca entre otros los siguientes factores: mercado, materiales y procesos, ergonomía, estética, etc. y con ellos se define el perfil del producto.

En este trabajo se tomo la decisión de iniciar, con una investigación acerca de nuevos materiales cerámicos, teniendo muy en claro que el producto que se desarrolle sea con la aplicación de alguno de ellos. Por lo tanto, la estructura es diferente a la mencionada anteriormente.

En una primera parte, se da un panorama general de los diferentes materiales cerámicos, con la finalidad de tener una ubicación de los materiales que se investigaron en diferentes institutos, después de su análisis se tomo la decisión de elegir un material que contará con características viables a una aplicación en un producto de consumo.

El material seleccionado fue porcelana con adiciones de circonio, formulación de pasta cerámica que tiene como características principales:

- Capacidad de obtener un filo durable y de gran calidad.
- Mayor tenacidad mecánica, que una cerámica sin esta adición.
- Entereza al uso de abrasivos.
- Resistencia al cambio brusco de temperatura.

El proceso de producción es por medio del vaciado de barbotina en moldes de yeso, proceso utilizado tanto en talleres artesanales como en la gran industria.

En una segunda parte se encuentra la estrategia, la decisión y la justificación de la aplicación de este material en un producto de consumo, en este caso son los Cubiertos de Servicio.

Se analizaron los siguientes factores para determinar la configuración formal del producto:

- Factores Ergonómicos, la función, el usuario y el entorno.
- Factores de Producción, el material seleccionado y el proceso de producción.
- Factores de Estética, determinado por la propia carga estética que he adquirido en mi desarrollo y la comprensión de los demás factores, estipulando proporciones y formas al producto.

Con esta información se estableció el Perfil del Producto.

Para realizar los cubiertos se realizaron modelos y moldes, desarrollo que fue necesario para comprender la estética de la producción, configurando el diseño del producto, atendiendo a la par, los resultados de los factores analizados.

ÍNDICE

PRIMERA PARTE

1. Cerámica	1
2. Materiales cerámicos	3
1.1. Clasificación de las pastas cerámicas	4
2.1.1. Cerámicas tradicionales	5
2.1.2. Cerámicas mejoradas	7
2.1.3. Cerámicas basada en componentes únicos	9
2.2. Conclusiones	10
3. Investigación de nuevos materiales.	11
3.1. Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados	12
3.2. Instituto Politécnico Nacional	13
3.3. Universidad Nacional Autónoma de México	14
3.4. Tabla de resumen	16
3.5. Conclusiones	17
4. Selección del material	19
4.1. Porcelana de circonio	20
4.2. Pruebas al material	21
4.3. Proceso de producción	21
4.4. Posibles aplicaciones	22
4.5. Conclusiones	22

SEGUNDA PARTE

5.	Planteamiento de aplicación.	23
5.1.	Productos existentes	23
5.2.	Estrategia para la aplicación del material en cubiertos de servicio	28
6.	Factores que determinan la configuración formal del producto	29
6.1.	Factores ergonómicos	30
6.1.1.	Función	30
6.1.1.1.	Factores objetuales	31
6.1.2.	Perfil del usuario	32
6.1.2.1.	Secuencia de uso	32
6.1.2.2.	Factores Socioculturales	38
6.1.2.3.	Factores Psicológicos	38
6.1.2.4.	Factores Antropométricos	39
6.1.2.5.	Simulación Ergonómica	39
6.1.3.	Entorno	43
6.2.	Factores del proceso de producción	44
6.3.	Factores estéticos	45
7.	Perfil del producto	47
8.	Desarrollo de ideas	49
8.1.	Modelos y moldes.	49
9.	Memoria descriptiva	58
9.1.	Planos	68
10.	Producción en la industria cerámica	70
10.1.	Vaciado en moldes de yeso	71
10.2.	Prensa	73
10.3.	Inyección	75
10.4.	Cuadro comparativo de procesos	76
11.	Valor del desarrollo	78
12.	Conclusiones	80

Bibliografía

1. CERÁMICA

"La palabra cerámica se toma en sentido tal que comprende aquellos artículos que se fabrican a partir de sustancias inorgánicas, primero moldeadas y después endurecidos por el fuego"¹

Antiguamente esto era tanto como decir artículos fabricados a partir de arcilla. En este siglo, hemos encontrado los medios para emplear los métodos de producción en cerámica con cierto número de sustancias físicas y químicamente diferentes, sin embargo la industria cerámica se basa todavía en un conocimiento a fondo de la arcilla.

¹ Norton, F. H. CERAMICA FINA, TECNOLOGIA Y APLICACIONES, Ediciones Omega, Barcelona 1975.

La arcilla es un material de origen natural, formado a través de procesos geológicos. La arcilla no tiene una fórmula determinada y todos los tipos existentes son mezclas de minerales con una elevada proporción de "minerales arcillosos", como la caolinita.

Como se sabe, la tierra está cambiando constantemente. El paisaje que vemos nos parece siempre inmutable, sin embargo, a lo largo de millones de años el mundo ha sufrido una transformación, probablemente de una masa gaseosa caliente a una masa con un núcleo caliente compuesto de minerales pesados, recubierto por una corteza de materiales solidificados, rodeada, a su vez, por una liviana capa gaseosa: la atmósfera.

Una elevadísima proporción de las rocas que forman la corteza terrestre son del tipo denominado -feldespático- es decir, que contienen en proporciones variables un mineral denominado feldespato. Allí donde ha sido sometido a la acción del agua, este mineral sufre determinados cambios, uno de los cuales se denomina -caolinización-.

La cerámica está compuesta de diversas sustancias en una composición, que puede o no incluir la arcilla, como se apreciará más adelante, dependiendo del tipo de cerámica que se desea obtener, para fines específicos de producción. De esta manera es necesario conocer de manera general las diferentes sustancias inorgánicas (materiales cerámicos) que son necesarios para la formulación de diferentes pastas cerámicas.

2. MATERIALES CERÁMICOS

Las pastas cerámicas se encuentran formuladas mediante combinaciones basadas en el conocimiento de cada material que puede componer una formulación.

Arcilla: Es un material común en la corteza terrestre, frecuentemente llamado barro, terracota o arcilla, que se somete a un intenso calor en un horno, después de ser modelada o moldeada. La arcilla no se transforma en cerámica hasta que toda el agua que contiene de manera física y química, se pierde al exponerla al calor en el horno, obteniéndose una dureza y un estado inalterable a veces incluso mayor que el de algunas clases de piedras. Puede por supuesto romperse en pedazos, quedando cada parte con la constitución de la original. No se disuelven o funden, o se combinan con otros productos químicos y si se cubren con una superficie de vidriado o esmalte, son todavía más invulnerables.

Propiedades:

- Componente principal para obtener plasticidad.
- Fluidez, capacidad de moldeo.
- Contracción de secado, la pérdida de agua (física) por evaporación con la que se encuentra constituida.
- Resistencia en fresco, el mantener la forma constituida cuando se pierde totalmente el agua.
- Endurecimiento irreversible cuando se expone a temperaturas elevadas, teniendo otra contracción o encogimiento, al perder el agua de la composición química.

Feldespato: Material fundente y reductor de temperatura que se requiera para la quema.

Todos los materiales feldespáticos actúan como fundentes (baja la temperatura de fusión de las arcillas). Los feldespatos no tienen punto de fusión definido, expuestos al calor empiezan a descomponerse y se ablandan progresivamente convirtiéndose en un material viscoso.

Sílice: material refractario que funciona como parte estructural de la pasta.

La sílice es el óxido más abundante en la corteza terrestre, con lo cual constituye una parte muy importante en todos los tipos de cerámica.

La función de la sílice depende hasta cierto punto del tipo de cerámica en el que es introducido. Por ejemplo en variedades porosas actúa como relleno y en cerámicas más densas como vitrificante.

Existen formulaciones en las que se utilizan diversos tipos de arcillas, así como otros materiales cerámicos además del feldespato y la sílice, que llegan a proporcionar ciertas características..

Además existen pastas que en su formulación pueden ser de un solo material cerámico o que predomine en ella, en este caso la intervención de las arcillas es casi nula.

De cualquier modo y cualesquiera que sea su formulación, la cerámica debe pasar en el proceso de producción por la quema (exponerlo a temperaturas elevadas en horno cerámico), ya que esto determina las características finales de la pasta repercutiendo en aplicaciones y usos en las diferentes industrias donde se requiera.

2.1. CLASIFICACIÓN DE PASTAS CERÁMICAS

De acuerdo a Félix Singer² las pastas cerámicas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Cerámicas tradicionales
- Cerámicas mejoradas
- Cerámicas basadas en componentes únicos

² Singer, Félix y Singer, Sonja S. CERÁMICA INDUSTRIAL. Vol. Editorial URMO, S.A.. Bilbao, 1979.

2.1.1. CERÁMICAS TRADICIONALES

Se llaman tradicionales por el hecho de ser las pastas con las que se han trabajado desde hace mucho tiempo en diferentes niveles, desde el taller artesanal, hasta actualmente en industrias donde es utilizada gran tecnología. Cuyo nombre se han vuelto significativos en cuanto a las características de color, textura y procesos de producción. Sus formulaciones se basan principalmente en el uso de la arcilla junto con materiales fundentes y refractarios.

Los tipos mas comunes son:

Alfarería. Pasta cuyo componente principal o casi único es la arcilla, con apariencia después de la quema en tonalidades rojizas por contener la arcilla óxido de hierro, es porosa y se emplea para la fabricación de vasijas, elementos decorativos.

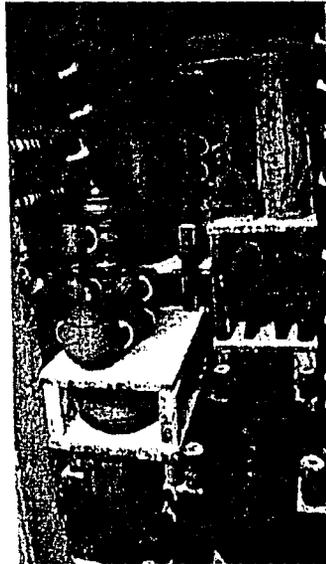


Fig. 1. Piezas dentro del horno cerámico.

Ladrillera. Pasta de partículas gruesas y coloreada por óxido de hierro, cuyos usos principales son en la fabricación de ladrillos y baldosas.

Refractarios. Utiliza para su composición arcillas naturales cuya apariencia es blanquecina y porosa después de la quema, teniendo diferentes aplicaciones a altas temperaturas sin causarles deformaciones.

Loza. Pasta fina de apariencia porosa que puede ser blanca o coloreada por contener en la arcilla óxidos, se utiliza para la fabricación de piezas de vajillas y en piezas de ornato.



Fig. 2. Platos y tazas, en diferentes tonos.

Gres. Pasta densa de apariencia opaca e impermeable (absorción de agua en el cuerpo cerámico casi nula), con esta pasta se pueden fabricar piezas grandes por tener una mejor estructuración y se emplea para producir artículos sanitarios, vajillas, azulejos, artículos decorativos, etc.



Fig. 3. Muebles sanitarios.

Porcelana. Pasta blanca opaca o de color marfil impermeable, puede llegar a ser traslúcida en espesores delgados. Es resistente y dura, utilizada para la elaboración de vajillas finas, capelos de lámparas, piezas de ornato, etc.



Fig. 4. Pieza de porcelana traslúcida.

2.1.2. CERÁMICAS MEJORADAS

Las formulaciones de estas pastas son teniendo como base algunas de las cerámicas tradicionales, como el gres y la porcelana, tomando el nombre de la industria a la cual se destina el uso del material con la que se encuentra basada. Es presente el uso de distintas arcillas en porcentajes menores. Las más importantes son:

Gres para uso químico y eléctrico. Pasta que después de la quema en la correcta temperatura, se vitrifica constituyéndose impermeable, con resistencia al choque térmico (cambio brusco de temperaturas) y resiste el uso de ciertos abrasivos. Para el uso en la industria eléctrica se adicionan materiales especiales que les confieren propiedades específicas. En la industria química se emplean para morteros y diversos contenedores.

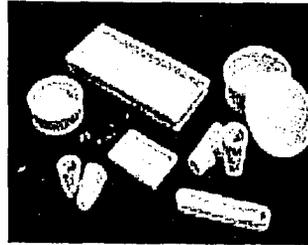


Fig. 5. Recipientes para la industria química, con resistencia a ciertos abrasivos.

Porcelana de mullita y de silicato de circonio. La formulación de estas pasta, se encuentran basadas en la porcelana tradicional a la cual se les agrega o sustituyen, en las debidas proporciones, en el caso de la mullita para conferirle una mejor resistencia a la corrosión y el silicato de circonio, mejora la resistencia mecánica en flexión, tracción y compresión (esfuerzos de trabajo mecánico), cuyos usos son en componentes especializados que requieran esas características.

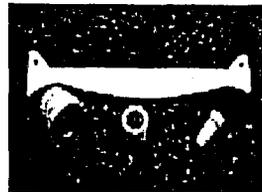


Fig. 6. Piezas elaboradas en cerámica con circonio.

Porcelana eléctrica y química, la apariencia tan apreciada de la porcelana se sacrifica para mejorar características. Se utiliza para la fabricación de componentes eléctricos, conectores y diversas piezas que deban resistir el paso de la electricidad o el uso de ciertos abrasivos.

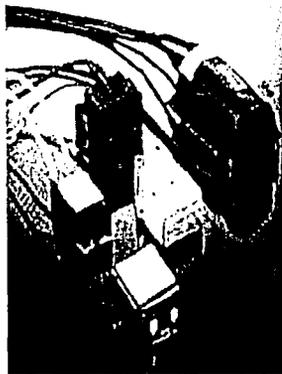


Fig. 7. Piezas, conectores y componentes.

2.1.3. CERÁMICAS BASADAS EN COMPONENTES ÚNICOS

Tanto las formulaciones de estas pastas como las aplicaciones que tienen, son de la mayor especialización, sus componentes pueden ser óxidos, carburos, nitruros u otros materiales sinterizados puros (material expuesto a temperaturas elevadas) siendo escasa la intervención de la arcilla.

Las aplicaciones que tienen estas pastas van principalmente en los siguientes ejemplos:

Ejemplos de materiales para la constitución de estas pastas:

Cordierita, esteatita, forsterita, espinela, wollastonita y aluminosilicato de litio.

Pastas ricas en alúmina, óxido de magnesio y óxido de berilio.

Pastas de componente único como los cermets, rutilo, titanatos y ferritos.



Fig. 8. Balas del material para molienda



Fig. 9. Conectores eléctricos



Fig. 10. Componentes diversos

2.2. CONCLUSIONES

Los materiales cerámicos tienen sin duda una gran variedad de aplicaciones que van desde la alfarería (tradicional por excelencia), hasta la elaboración de losetas que cubren un transbordador espacial que son de sílice, un material cerámico, capaz de soportar la fricción y temperaturas extremas, características que no ha podido brindar otro material y que es a base de una composición en donde el uso de la arcilla no interviene.

De cómo se encuentran determinadas las composiciones de las pastas cerámicas, es como se observa que los ejemplos de aplicaciones que van de productos como vajillas y sanitarios, se van especializando para el uso en la industria química y eléctrica en contenedores o componentes, hasta convertirse en recubrimientos o piezas cuyas cualidades del material determinan su aplicación.

Las oportunidades de aplicaciones que nos brindan la cerámica, son entonces, a partir de conocer el comportamiento que tienen los materiales cerámicos en las múltiples formulaciones, labor del investigador dedicado al descubrimiento o al desarrollo de nuevos materiales. Para conocer estos nuevos materiales, es necesario realizar una búsqueda de qué instituciones se dedican a la investigación, en qué etapa se encuentran, la factibilidad de producción que se tiene y las posibilidades que existen para la aplicación en productos o servicios.

3. INVESTIGACIÓN DE NUEVOS MATERIALES CERÁMICOS

Si se analiza la historia considerando los avances que ha tenido la ciencia, es evidente que en el siglo XX se han producido más que en todos los anteriores, tanto por su número y variedad como por su trascendencia. Estos avances de la ciencia han permitido obtener o perfeccionar nuevas combinaciones de materiales como las de metales con cerámicos, plástico con vidrio o cerámica (óxidos de sílice), polímeros cerámicos, los carbonos, los grafitos y los semiconductores, por mencionar algunos.

Aunque pareciera que los nuevos materiales se descubren de una manera circunstancial, sin una dependencia clara respecto de los conceptos clásicos de la materia y la química, la verdad es que todos pertenecen a algunas de las categorías conocida en la clasificación de materiales inorgánicos que son: los metales, los cerámicos y los

polímeros. Existiendo otro grupo ubicado en la frontera entre los cerámicos y los metales, que son los llamados semiconductores, estos tienen características cerámicas pero bajo ciertas condiciones (la acción de la luz, por ejemplo) pueden conducir electricidad, por lo que se utilizan en transistores y otros elementos de uso electrónico y computacional.

"Todos los materiales nuevos resultan del desarrollo de una necesidad específica, sobre todo en función de nuevas propiedades de los compuestos *señala la Doctora Olimpia Salas Martínez, profesora investigadora del Departamento de Ingeniería Mecánica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México*. En realidad, pocas veces surgen de elucubraciones científicas aisladas. Buscamos un material menos contaminante, un cerámico que sea tenaz o un polímero que resulte conductor."

La doctora Salas ha venido trabajando en los últimos años en la oxidación de aleaciones de aluminio en estado líquido, de la cual se pudo obtener un material compuesto de alúmina material cerámico y de aluminio metal. A partir de ese encuentro se comenzó a utilizar el proceso para otros compuestos aplicables a diferentes industrias.

En México existen diversas instituciones que se dedican a la investigación de nuevos materiales cerámicos *que es lo que nos concierne*, con posibilidades de aplicación dependiendo de sus características en diferentes ramas, así como la generación a través de combinaciones con otros materiales cerámicos para mejorar cualidades.

Las siguientes son algunas instituciones que se visitaron.

3.1. CENTRO DE INVESTIGACIONES EN MATERIALES AVANZADOS

Este Centro ubicado en el Complejo Industrial Chihuahua, cuenta con un departamento de materiales cerámicos encabezado por el Doctor José Matutes Aquino, quien respondió a través de correo electrónico a la solicitud de información a cerca de las investigaciones que llevan a cabo. Página de Internet: <http://www.cimav.edu.mx>

"En el centro se investigan dos tipos de ferritas, ferritas magnéticamente blandas y ferritas magnéticamente duras. Las ferritas blandas se fabrican en el laboratorio, se estudian las ferritas de manganeso-zinc cuya fórmula química es (Mn, Zn) Fe₂ O₄. Se usan para fabricar núcleos de transformadores e inductores que trabajan hasta frecuencias de 1 MHz en equipo electrónicos (fuentes de poder, TV, monitores, etc.)"

Las ferritas duras de bario, cuya fórmula química es BaFe₁₂ O₁₉, son utilizadas como imanes permanentes con aplicaciones por ejemplo en motores pequeños, para sostener objetos, etc. Ambos tipos de ferritas se fabrican por el método cerámico que tiene el propio Centro, pesada de la materia prima, mezcla y molienda, calcinación, molienda, prensado y sinterización. Además se fabrican polvos de ferrita de bario para estudiar sus propiedades como medios de grabación."

El departamento tiene como objetivos:

- Desarrollar asesoría a la industria local en materia de cerámicos estructurales y cerámicos para la electrónica.
- Contribuir a la actualización de la industria local en cuanto al estado de la cerámica avanzada.
- Desarrollar en colaboración con la industria local, tecnología de producción de cerámica avanzada.
- Realizar actividades de formación de recursos humanos en el campo de la cerámica avanzadas.

Las líneas de investigación son:

- Cerámicas estructurales
- Cerámica eléctrica
- Cerámica magnética
- Plastoferritas, superimanes y fluidos magnéticos.

Las aplicaciones que tienen son en componentes que de manera escasa, por el momento, podrían ser aprovechadas para un producto de consumo, ya que se basan de manera preponderante en el comportamiento del material más que en la forma en donde se podría contribuir.

3.2. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

A través de un artículo publicado en la prensa, con el encabezado "Desarrollan en el IPN un nuevo material cerámico", es como el doctor Heberto Balmori Ramírez de la Escuela de Ingeniería e Industrias Extractivas (ESIQUE) comenta lo siguiente *"esta cerámica _el nuevo material publicado_ es mediante la combinación de elementos químicos, los óxidos de circonia y de itrio, siendo el resultado de un proyecto de investigación sobre el procesamiento de cerámicos con circonia, financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en colaboración con otros investigadores."*

El nuevo material desarrollado tiene mejores propiedades mecánicas por su alta resistencia y dureza, con esta cerámica se pueden fabricar cuchillos, balines, chumaceras, así como cámaras de combustión y pistones para la industria automotriz, teniendo en sus aplicaciones más sofisticada la elaboración de conectores para fibras ópticas en los que se requiere de una alta precisión y calidad en

su acabado superficial. En la actualidad todos éstos productos son de importación.

"en la investigación se logró avanzar en el conocimiento fundamental del proceso y ahora es factible su transferencia a la industria cerámica, por que se emplea el método tradicional de esta industria, que es el vaciado en suspensión (que consiste en vaciar una sustancia a un molde de yeso con la forma de la pieza que se desea producir), siendo posible desarrollar en México piezas cerámicas de aplicación industrial con características de resistencia y alta calidad de acabado"

En la ESIQUE cuentan con otros proyectos de investigación, como el proyecto doctoral del Ingeniero Carlos Gómez, que tiene como objetivo elaborar dispositivos "termistores" con la preparación de titanato de bario con adiciones de circonia e itrio "con características eléctricas con una alta constante dieléctrica, ferro eléctrico y alguna conductibilidad iónica." Las aplicaciones conocidas son en capacitores, termistores, sensores de humedad y piezoeléctricas de un uso especializado para la industria eléctrica y cuyos usos en la mayoría son pocos comprensibles para el común de las personas, por tratarse de componentes internos.

Otro proyecto de investigación para tesis de licenciatura, es el desarrollo a partir de materiales como la andalucita, la silimanita y la cianita, materiales naturales y que por medio de una transformación a partir de sinterizarlas a 1380°C, se obtiene una descomposición química para transformarla en mullita, material escaso en la naturaleza, que tiene propiedades refractarias y su utilización es especial en componentes aislantes.

Las aplicaciones son principalmente en recubrimientos de bujías de automóvil, en partes que deben aislar el calor en aparatos transmisores de energía (ejemplo en planchas), así como en la fabricación de ladrillos refractarios, aislantes y en uso de lata sofisticación en ventanas antirradiación.

Estas investigaciones que se llevan a cabo, deben partir del conocimiento teórico de los elementos y de una serie de pruebas que corroboran los objetivos que se plantean, el Doctor Balmori expresa: "la investigación de la cerámica reforzada con circonia, fue un proyecto que ya tenía mucho tiempo en investigación y ahora trabajamos materiales escasos en la naturaleza. No podría contestar con certeza si alguno de estos materiales *en desarrollo de investigación* puedan realizarse productos, a no ser los que se mencionan en el artículo del material publicado." Comentando también que tenía conocimiento de que en otros institutos se trabajaba con la cerámica en implantes de huesos y dientes en seres vivos.

La especialización de uso de estos materiales es condicionante en la aplicación, sin embargo como se encuentra expresado por el Dr. Balmori y en la publicación, es posible producir objetos de corte por la capacidad de generar fillos con el procesamiento de la cerámica con circonia e itrio.

3.3. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

La profesora Mercedes Meijueiro tiene el desarrollo de porcelana a la cual es posible adicionar circonio. La cerámica que investiga es parte de su trabajo de maestría, seleccionando las pruebas de mejores características y añadiendo el porcentaje adecuado de circonio, éste confiere a la pasta cerámica propiedades específicas como una mejor resistencia mecánica, resistencia al choque térmico y al uso de ciertos abrasivos, así como la factibilidad de realizar un filo de gran calidad y durable.

Las características de esta porcelana con adiciones de circonio, como las aplicaciones, son semejantes al procesamiento que tiene el Dr. Balmori del ESQUIE-IPN, igual que la factibilidad de poderse realizar una producción por medio del vaciado en suspensión en moldes de yeso.

INSTITUTO DE MATERIALES

A cargo de la Doctora Cira Piña, se tiene el proyecto de encontrar un material adecuado para rehabilitar huesos en el cuerpo humano. *"Las aleaciones que se han utilizado para reparar huesos, no han resultado enteramente satisfactorias, primero por que el uso del metal sé fragiliza en ocasiones, tras larga inmersión en los tejidos del cuerpo humano y segundo, por que el hueso vivo no se une a la superficie metálica."*

El material que ahora se investiga debe tener las siguientes propiedades:

- Resistencia y resiliencia (resistencia del material al choque) del hueso vivo.
- Larga estabilidad en el interior del tejido vivo.
- Buena adherencia y posibilidad de crecimiento en el interior del hueso vivo.

"Los silicatos de alúmina _compuesto de la arcilla_ ha dado resultados prometedores por el tamaño de sus poros. La estructura del hueso se desarrolla hacia el interior de los poros juntos con los vasos sanguíneos para conformar una unión excelente. Otro sistema es el de impregnación de una cerámica con un plástico orgánico.

La investigación de la denominada "biocerámica" se encuentra en etapa experimental ya que se requieren de diversas pruebas, realizadas en animales de laboratorio para comprobar su eficacia y de esta manera dar paso a la aplicación final en humanos, siendo éste un tema al cual en un futuro se le pueda aprovechar en cuestiones de diseño.

La investigación desarrollada de los nuevos materiales cerámicos se resume en la Tabla no.1, ubicando cada material con el uso que los investigadores proponen dependiendo de las características que tienen, así como el producto que se puede generar, el proceso de producción factible y el instituto o centro que realiza la investigación.

3.4. RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN DE NUEVOS MATERIALES

MATERIALES	USO	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTO	PROCESO	INSTITUTO
Ferritas blandas	Transformadores. Inductores de frecuencias en MHz	Eléctricas. Dieléctrico	Núcleos de transformadores. Inductores de equipo eléctrico	Prensa hidráulica, con moldes de metal	Centro de Investigaciones Avanzadas, S.A. Dr. José Matutes Aquino
Ferritas duras	Imanes permanentes	Magnética	Componentes imantados en motores pequeños	Prensa hidráulica, con moldes de metal	Centro de Investigaciones Avanzadas, S.A. Dr. José Matutes Aquino
Oxidos de circonia e itrio	Objetos con filo. Componentes automotrices	Alta Resistencia mecánica. Alta calidad de acabado. Dureza	Objetos con filo. Balines. Chumaceras	Prensa hidráulica, con moldes de metal. Vaciado en moldes de yeso	Escuela de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Dr. Heberto Balmori Ramirez
Titanato de bario con adiciones de circonia e itrio	Dispositivos. Termistores	Eléctricas con una alta constante dieléctrica, ferroeléctricas y conductividad iónica	Capacitores con alta capacitancia. Termistores. Sensor de humedad	Prensa hidráulica, con moldes de metal	Escuela de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Ing. Carlos Gómez
Silicatos de alúmina	Implantes en hueso vivo	Resistencia y resiliencia al hueso vivo. Larga estabilidad en el tejido vivo. Buena adherencia y posibilidad de crecimiento conjunto	Piezas dimensionadas específicamente en huesos	Prensa hidráulica, con moldes de metal. Vaciado en moldes de yeso	Instituto de Materiales UNAM. Dra. Cira Piña
Porcelana de circonia	Herramienta de corte para madera y metales. Conectores de fibras ópticas. Recipientes resistentes a los ácidos y para molienda	Tenacidad. Alta resistencia mecánica, al uso de abrasivos y al choque térmico	Balas para molienda. Huesos y dientes artificiales. Guías y anillos para fabricación de alambres e hilo. Objetos con filo	Prensa hidráulica, con moldes de metal	Facultad de Química UNAM. Mtra. Mercedes Meijueiro
Mullita	Aislantes	Refractarias	Placas aislantes en artículos electrónicos. Ladrillos refractarios. Recubrimientos en bujías. Termopares	Prensa hidráulica, con moldes de metal	Escuela de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Ing. Ricardo Cuenca

Tabla 1

3.5. CONCLUSIONES

La investigación es de vital importancia para el desarrollo de cualquier trabajo, no sólo por cuestiones académicas, también en aprovechar la información para el desempeño profesional, por que de esta manera se abre una abanico de posibilidades en las cuales se puede incursionar desarrollando nuevos productos. Una empresa que destina recursos para la investigación es la que generalmente va en punta con nuevas aplicaciones y productos en diferentes ramas de la industria.

La cerámica, como material y desarrollo de aplicaciones y objetos, es una caja de sorprendentes revelaciones, que van desde la aplicación con fines artísticos que implementa técnicas nuevas en decoración y forma aprovechando los conocimientos de combinaciones de materiales para expresar su obra. Hasta la cerámica especializada para uso químico, eléctrico, magnético, refractario, etc., ya sea en componentes o en recubrimiento que son necesarios para el óptimo funcionamiento de equipos sofisticados, desde una pluma de rayo láser a cubiertas en naves espaciales.

De todos estos materiales que se encuentran en desarrollo de investigación, es necesario como un primer objetivo, la selección del material viable para ser aplicado en un producto de consumo.

4. SELECCIÓN DEL MATERIAL

Al ser escogido el material cerámico viable a desarrollarse en conjunto con mi directora de tesis y de acuerdo a los datos que arrojó la investigación de los nuevos materiales cerámicos, es necesario que cumpla con lo siguiente:

- Procesamiento de materia prima accesible. Materiales de la formulación requerida.
- Proceso de producción industrialmente viable de fácil acceso, ejemplo: vaciado en moldes de yeso. Proceso con mayor uso en la industria cerámica.
- Posibilidades de aplicación en productos, determinada por las opciones que arrojan debido a sus propias características.

Considerando los anteriores parámetros para tomar una decisión, se ha seleccionado la porcelana de circonio, material que se encuentra en la clasificación de pastas cerámicas mejoradas y cuyo desarrollo se encuentra bajo la supervisión de la profesora Mercedes Meijueiro de la Facultad de Química de la UNAM y la asesoría del Doctor Donato Lozano, especialista en materiales cerámicos e integrante del Grupo Materias Primas Monterrey.

4.1. PORCELANA CON ADICIONES DE CIRCONIO

Las formulaciones para elaborar esta pasta cerámica, y de acuerdo a los asesores, es tomando como base la fórmula de una porcelana, misma que desarrollo la Profesora Meijueiro, a la cual se le añade un porcentaje de circonio, que al ser quemada en altas temperaturas partiendo de los 1300° C, se obtienen las siguientes características:

- Al vitrificarse totalmente la composición de la pasta, se convierte en impermeable, es decir que no permite la absorción de líquidos. Por lo tanto no necesita de un recubrimiento vítreo como es el esmalte.
- La resistencia mecánica es mayor que una porcelana que no incluya el material circonio en su formulación.
- Resistencia al choque térmico, soporta los cambios bruscos de temperaturas sin causar agrietamientos o facturas.
- Resistencia al uso de algunos abrasivos y agentes químicos sin causarle corrosión.
- Puede elaborarse una consistencia de pasta fluida para el uso del proceso de producción de vaciado en moldes de yeso, proceso con mayor presencia en cualquier taller o industria.
- Uso de pasta constituida adecuadamente para tipos de prensa, como la RAM y la Isostática.
- Se le puede proporcionar filo, ya sea en el molde o bajo otro proceso cuando se encuentre constituida la forma del cuerpo cerámico.

4.2. PRUEBAS DEL MATERIAL

Las formulaciones de las pasta cerámicas, con las cuales realice las pruebas, fueron seleccionadas por la profesora Meijueiro de la investigación que ella realiza, siendo éstas las de mejores propiedades incluyendo la apariencia.

Las pruebas son necesarias para obtener las características del material que determinarán los parámetros a seguir en la configuración de los modelos y los moldes.

Pruebas:

Capacidad de modelarse. La plasticidad es una consistencia de la pasta, que con cierto contenido de agua, puede ser deformada por alguna presión (en este caso manual) manteniendo la forma que se le dio.

Al realizarse las barras, esta capacidad es satisfactoria.

Capacidad de moldearse: Consistencia adecuada de fluidez obteniendo la babortina para usarse en moldes de yeso.

La pasta puede ser elaborada en barbotina.

Absorción es la capacidad del cuerpo cerámico ya quemado de retener agua en porcentaje en relación con su peso. Al realizarse las barras con el material, se han quemado a temperatura de 1300°C. Son pesadas en báscula de precisión siendo sumergidas posteriormente en agua por 24 horas, son secadas superficialmente y pesadas de nuevo, determinando la variación del peso que indica el porcentaje de agua que se ha retenido en la barra.

0.5 % Dato que se encuentra en el rango de considerarse una pasta impermeable.

Encogimiento: al perder el agua física y química que se encuentra en su composición, el cuerpo cerámico después de la quema se reduce, este valor es en porcentaje con relación a su tamaño cuando es constituida la forma. Es trazada una línea en la barra, recién se ha constituido su forma, determinado una longitud (en este caso 10 cm), medida que se toma de nuevo cuando la pieza es quemada, al tener esta diferencia se determina el porcentaje en que se redujo el tamaño de la barra.

12% Este dato es muy importante para considerarse en el tamaño final que se desea del cuerpo cerámico.

4.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN

El vaciado en suspensión en moldes de yeso, es el proceso más utilizado en la producción de la cerámica, ya sea en talleres artesanales o en la gran industrial.

Consiste en proporcionar adecuadamente los materiales cerámicos con agua y materiales desfloculantes para constituir la denominada barbotina, que mantiene las partículas en suspensión, sin permitir su asentamiento y confiriendo viscosidad.

El contacto de la barbotina en las paredes interiores del un molde de yeso, permite la absorción del agua con que se encuentra constituida la pasta hacia las paredes, conformando un espesor uniforme de material. Posteriormente y obtenido el espesor deseado, la barbotina que se encuentra en el interior del molde es regresada al contenedor inicial ya que es 100% reutilizable. Y se espera a que el espesor que queda adherido a las paredes interiores del molde adquiera una mejor consistencia para evitar deformaciones al ser sacada del molde. Una vez ya que se puede tomarla sin causarle deformaciones o en la consistencia denominada dureza de cuero, esta es recortada y pulida de donde sea necesario.

Por este proceso se pueden obtener piezas huecas, siendo los moldes de tantas partes como sean necesarias.

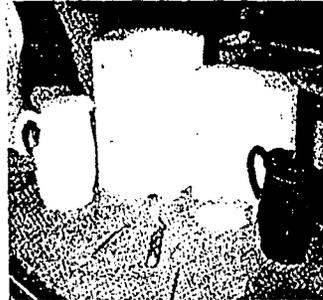


Fig.11. Vaciado en barbotina en molde de yeso.

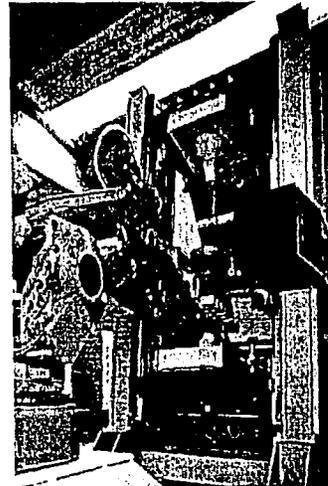


Fig. 12. Proceso de producción (molde de sanitario, moldes de yeso)

4.4. POSIBLES APLICACIONES

La cerámica reforzada con circonio y de acuerdo con el investigador Hiroyoshi Takayi (Memoria de conferencias del IV Seminario México-Japón, 1998) tiene las siguientes posibilidades de aplicaciones:

- Balas de molienda de materiales.
- Dados para el trefilado de alambres metálicos.
- Implantes médicos como huesos artificiales para el cuerpo humano.
- Navajas cerámicas como cuchillos y tijeras.
- Herramientas de corte para madera y metales.
- Conectores para fibras ópticas.
- Guías o anillos para alambres a los ácidos.
- Agitadores de bombas para arena o suspensiones sólidas.
- Chumaceras.
- Materiales decorativos.
- Estándares métricos como bloques de medición de longitud y diámetro.
- Recipientes para molienda.

4.5. CONCLUSIONES

De estas aplicaciones viables se tomó la más cercana a un producto de consumo.

Determinada por los siguientes parámetros:

-Factibilidad de procesamiento. Tanto por los materiales a utilizar como el proceso de producción.

-Aprovechamiento de las características que el material nos proporciona.

5. PLANTEAMIENTO DE APLICACIÓN

De acuerdo a los parámetros determinados en las conclusiones anteriores, la aplicación viable es en: navajas cerámicas como cuchillos y tijeras.

Sin embargo esta clasificación es muy amplia y habrá que tomar decisiones específicas, considerando los productos a los cuales el material cerámico ha sido aplicado.

5.1. PRODUCTOS EXISTENTES

El camino a seguir son los cubiertos, que integran el cuchillo (objeto con filo), siendo éstos productos de consumo. Se ha obtenido información de productos existentes en publicaciones y por medio de la red de información de internet.

Las aplicaciones de la cerámica encontradas en productos de consumo, son los siguientes:

MANGOS PARA CUBIERTOS

En cubiertos de mesa se presenta la aplicación de la cerámica en los mangos, ensamblados con una lámina de metal que conforma la cavidad de la cuchara, las puntas del tenedor y la hoja de corte del cuchillo. La aplicación de casi cualquier cerámica denominada tradicional en cubiertos en las partes de los mangos es frecuente, gracias a la factibilidad del material para generar volúmenes curvos y tener posibilidades diversas en cuanto a decoración.



Fig. 13. Cubiertos de mesa con mangos de cerámica.

En esta posible aplicación, mangos para cubiertos, no se aprovecharían las características del circonio, como el obtener filo.



Fig. 14. Navaja de uso en la industria de los polímeros

NAVAJAS

El uso de navajas cerámicas es común en la industria de los polímeros, debido a su alta resistencia y durabilidad.

El uso de las navajas tiene una función bien definida, como el ejemplo mostrado, que se usan para el recorte de los sobrantes (flash) en el proceso de producción de inyección de plástico. El mango es de plástico y se encuentra ahogada en él, la hoja de cerámica. Página en internet <http://www.gesswein.com/catalog/home.cfm>

Desarrollar una navaja con estos fines podría ser interesante debido a que el estudio ergonómico es amplio por los esfuerzos mecánicos y la constancia de su uso.

CUCHILLOS Y TIJERAS

La aplicación de la cerámica sustituye el uso del metal en las hojas de corte, aprovechando las características del circonio, los mangos son ensamblados con otro material y la forma se conserva en líneas sencillas y rectas.

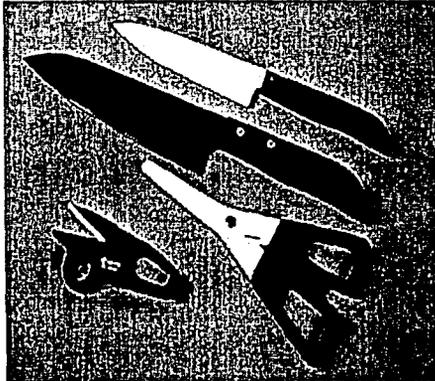


Fig. 15. Cuchillos y tijeras con la hoja de corte en cerámica con circonio.

Estos objetos son un ejemplo de la factibilidad del uso de la cerámica con circonio en hojas de corte, cuya función primordial es cortar y sobre todo la oportunidad del rediseño de la cuchillería o las tijeras, que además éstas cuentan con un mecanismo sencillo para su función. La cerámica en este caso se ha pigmentado siendo otra posibilidad que se puede proporcional al material.

Tijeras. Para su función, éstas deben contar con un mecanismo sencillo que permita el abrir y cerrar las hojas de corte. Tienen condicionantes de uso, como el material a cortar. El entorno de uso y el usuario deben estar bien delimitados, por la variedad de tijeras que existen.

Cuchillería. El uso de los cuchillos en la elaboración de alimentos tiene un trato que se somete a esfuerzos mecánicos severos, debiendo resistir golpes, traslados y limpieza constante. La fragilidad que muestra la cerámica para el tipo de trato al cual se ven expuestos los cuchillos para el uso en la cocina y el preparar alimentos, sería una condición para la aplicación de la cerámica en estos objetos.

CUBIERTOS DE MESA

La propuesta de este innovador diseño, encontrado en una revista de diseño finlandés, ha logrado integrar las partes que entran en contacto, en este caso con la boca, con los mangos para efectuar sus funciones, a través de curvas suaves y líneas sencillas, congruentes con la aplicación de la cerámica, rompiendo el ícono de los diseños convencionales de los cubiertos.

Teniendo las funciones determinadas de cada cubierto; el entorno y el usuario son muy generales debido a que cualquier persona de diferentes edades y costumbres (niños, adolescentes, adultos, ancianos) deben tener acceso a ellos, teniendo la fragilidad del material cerámico en contra del usuario tan polarizado. Así como la factibilidad de aceptar la cerámica en un objeto en el cual ha predominado la aplicación del metal, así como la inversión de compra que se tendría que hacer para contar con los juegos suficientes de cubiertos para los integrantes de la familia.

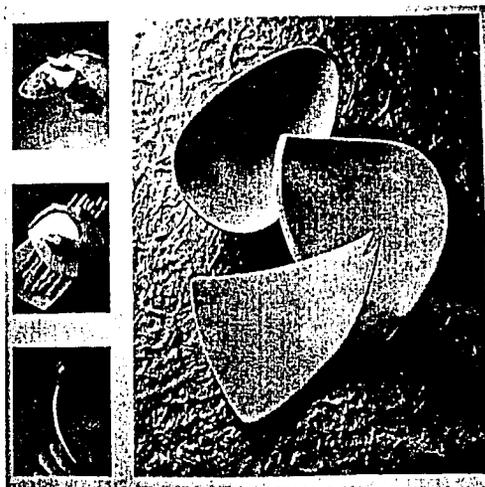


Fig. 16. Cubiertos de mesa elaborados con cerámica.

CUBIERTOS DE SERVICIO O UTENSILIOS PARA SERVIR

Los cubiertos de servicio son como su nombre lo indica, cubiertos (cuchillos, tenedores y cucharas) con distintas formas para funciones específicas, con los cuales se corta, pincha y traslada el alimento dispuesto en la mesa para los demás comensales.

No se encontraron ejemplos visuales de este tipo de cubiertos con la aplicación de la cerámica, sin embargo muestro un ejemplo en donde se aprecia tamaños diversos, elaborados en metal.

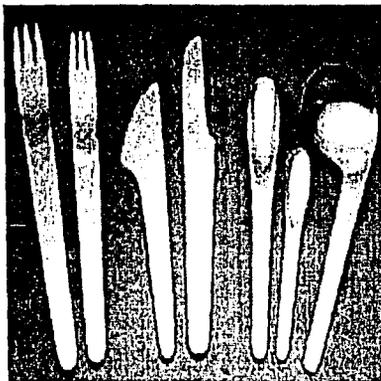


Fig. 17. Cubiertos de servicio en metal.

Considerando la aplicación en cubiertos de mesa, el uso de la cerámica es factible en cubiertos de servicio, teniendo las siguientes diferencias:

Los cubiertos que se utilizan en la mesa, tienen funciones como cortar porciones pequeñas y llevarlas a la boca. Los de servicio tienen un tamaño más grande y sus funciones son cortar porciones medianas y servir las individualmente.

Los usuarios de los cubiertos de mesa son variados, como se ha presentado en sus análisis. El usuario de los cubiertos de servicio son generalmente personas adultas.

El uso de los cubiertos de servicio es determinado por las costumbres de cada familia y normalmente es para uso discrecional o en eventos especiales, teniendo la fragilidad en segundo plano.

Así como la adquisición de unos cubiertos de servicio sería una inversión menor al adquirir y mantener los cubiertos de mesa.

5.2. ESTRATEGIA PARA APLICACIÓN DEL MATERIAL EN CUBIERTOS DE SERVICIO

Una vez analizados los productos anteriores, el material seleccionado será en cubiertos de servicio.

Los cubiertos de servicio son parte del conjunto de la presentación de la mesa, cada elemento que se dispone en una comida, ya sea cotidiana o en un evento especial, incluyéndose el alimento a degustar.

Que tienen la factibilidad de aceptar el uso de la cerámica en un objeto de consumo, con una integración a la cultura del consumidor.

El enfoque de esta tesis es:

Investigación aplicada a visualizar futuras aplicaciones en productos comerciales manufacturados con porcelana de circonio

En el análisis ergonómico se contempla:
Función del objeto y los factores objetuales.

La función de cada cubierto y como se encuentra constituida por los factores objetuales.

El usuario destinado para el uso de los cubiertos.

Analizando quien es el usuario primario y el secundario.

Dentro del análisis del usuario se contemplara la secuencia de uso, los factores Socioculturales, Psicológicos y Antropométricos.

Analizando la secuencia de uso que tienen los cubiertos de servicio, el contexto en donde se utilizan, las sensaciones que nos trasmite y datos de medidas de diferentes manos que corresponderían al usuario. Proporciones, capacidades, medidas y percentiles. La capacidad que debe tener la cuchara para contener líquidos, el número de púas del tenedor y el tamaño de la hoja de corte del cuchillo

Así como una simulación ergonómica con objetos semejantes.

Posiciones de las manos, dedos y muñeca al utilizar cuchillos, tenedores y cucharas de servicio.

El entorno o ambiente en donde son utilizados los cubiertos de servicio.

Los factores del proceso de producción.

La capacidad de elaborarse mediante la formación de una capa de espesor uniforme, delimitando y comprendiendo las formas posibles a constituirse.

La estética que es la asociación congruente de los demás factores por analizar y en el cual se descarga la capacidad del diseñador industrial al constituir una forma.

FACTORES QUE DETERMINAN LA CONFIGURACIÓN FORMAL DEL PRODUCTO

La configuración formal de un producto se determina por:

- Principio práctico y función.
- Producción, en el cual se incluye los materiales a utilizar y los procesos de producción.
- Ergonomía.
- Estética
- Análisis de mercado, demanda y compra.

En este proyecto, debido a que el desarrollo a seguir comenzó por el conocimiento del material cerámico, encontrado en la investigación de la primera parte, tomando la decisión de su aplicación en cubiertos de servicio, se tomarán en cuenta los siguientes factores para la configuración formal del producto:

- Factores ergonómicos: función, usuario y entorno.
- Factores del proceso de producción
- Factores de estética.

El análisis y la comprensión de éstos factores junto a la aplicación del material seleccionado, determinaran la configuración formal de los cubiertos de servicio.

6.1. FACTORES ERGONOMÍCOS

En los cubiertos de servicio se analizan el objeto y su función con relación al usuario y al entorno de uso, teniendo la secuencia y actividad, así como los factores anatomofisiológicos, antropométricos y psicológicos.

6.1.1. FUNCIÓN

Los cubiertos de servicio se presentan en la mesa, junto con todo lo que implica una comida (vajilla, vasos, copas, servilletas, cubiertos de mesa, platos, adornos, etc.) y se utilizan para servir raciones individuales de alimento a los comensales reunidos. Esto es, tomando el cubierto de una superficie horizontal (mesa o del interior de algún recipiente (plátón) que se presenta en la mesa.

La función es básicamente servir el alimento ya preparado. Por la variedad de guisos que existen, es necesario en ocasiones cortar con ayuda de un cuchillo auxiliado por el tenedor para servir la ración posteriormente, así como la cuchara para transportar el alimento con líquido.

6.1.1.1. FACTORES OBJETUALES

Los cubiertos son objetos que se encuentran divididos en dos partes:

MANGO

Extremo que sujeta la mano.

Las formas que tienen los mangos son muy similares dando la agrupación visual, siendo cómodas, sin contar con aristas que puedan lastimar al uso de los mismos

HOJA DE CORTE, PÚAS Y CAVIDAD

Parte que entra en contacto con los alimentos:

Esta parte es la que diferencia la función de cada cubierto, cortar, pinchar, trasladar y tomar líquidos.

Siendo de esta manera, el material de los cubiertos debe de tener la resistencia al uso de ácidos y vinagre por los alimentos sin tener el riesgo de contaminación.

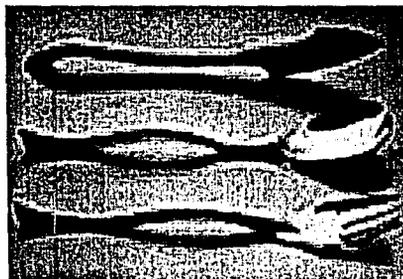


Fig. 18. Cubiertos en los cuales se identifican claramente el mango entre la hoja de corte, la cavidad y las púas del tenedor.

6.1.2. PERFIL DEL USUARIO

El usuario primario, es quien efectúa la función de servir el alimento.

El usuario secundario, es quien lo traslada, limpia y almacena (puede ser el mismo usuario primario) Y quien lo fabrica.

Hombres y mujeres entre los 23 y 50 años, ya sean zurdos o diestros. Personas que acostumbren el uso de cubiertos de servicio en las diferentes comidas que se presentan en el día, tanto como la disposición formal en la presentación de la mesa, siendo anfitriones, que dependiendo de las costumbres personales y familiares puedan tener un uso cotidiano o en reuniones especiales.

6.1.2.1. SECUENCIA DE USO

Actividades:

- Retirar del lugar donde se guardan (traslado)
 - Presentar en la mesa (colocación sobre la superficie horizontal o dentro del recipiente)
 - Levantar de la superficie donde se encuentren.
 - Servir. Cortar. Pinchar. Distribuir alimento.
- El alimento a servir puede ser variado, debido a la diversidad de géneros y recetas de platillos, pudiendo ser dulces, salados, ácidos, etc., tener temperaturas variables. Y al servirse el peso que cargarían los cubiertos no será excesivo, refiriéndose a gramos y no a kilos.
- Depositar nuevamente en la superficie correspondiente.
 - Retirar de la mesa (traslado)
 - Limpiar con agua, detergente y fibras.
 - Almacenar en el lugar donde se guardan(traslado)

El material de los cubiertos debe ser resistente a diversas temperaturas por diversos factores, como la comida a servir, el agua utilizada en el uso del lava-vajillas. Así como el evitar la corrosión por el uso de detergentes y ralladuras por el uso de fibras en su limpieza.

El uso de los cubiertos de servicio se destina tanto para el hogar, en la vida cotidiana, como para eventos especiales donde se encuentre reunido un grupo de personas donde la presentación de los alimentos y la disposición de la mesa sea importante.

SECUENCIA DE POSICIONES DE LA MANO AL SUJETAR PALAS Y CUCHILLOS DE CORTE



Fig. 19. Vista lateral, para corte de alimento suave. Apoyo del dedo índice en la unión de la pala con el mango. La unión de la pala (u hoja de corte) no debe tener aristas que puedan lastimar en el apoyo del mismo.



Fig. 20. Pala empuñada para corte. El mango sujetado por toda la palma de la mano. El mango debe ser lo suficientemente largo para poder sujetarlo con firmeza sin que lastime la palma de la mano, así como no debe tener aristas que dañen los dedos al ejercer la presión en la función de corte. Así como el extremo del mango debe ser redondeado para el apoyo de la mano.



Fig. 21. Vista superior, posición del dedo pulgar. Apoyo de la palma de mano sobre el mango. Los movimientos de los diferentes cuchillos y palas para cortar, son utilizados dependiendo del alimento a servir. Por lo cual las posiciones varían, sujetando con mayor o menor fuerza el mango.



Fig. 22. Vista lateral, posición del dedo índice sobre la navaja de corte. Al efectuar la función de cortar, existe en apoyo del dedo índice sobre la hoja de corte, en esta zona se debe de tener cuidado para no tener aristas que puedan lastimar el apoyo.

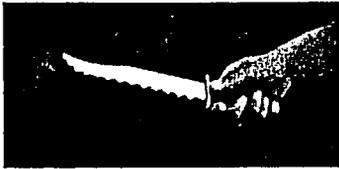


Fig. 25. Vista inferior, cuchillo con sierra empuñado para cortes que requieran más fuerza.

El mango debe ser lo suficientemente largo y ancho para sujetarse con toda la mano, sin aristas que puedan lastimar.

SECUENCIA DE POSICIONES DE LA MANO AL SUJETAR TENEDORES



Fig. 26. Vista lateral, pinchar el alimento. El mango al ser tomado por la mano, debe permitir el doblar de los dedos sobre él de manera cómoda y poder apoyar el dedo índice sobre él para efectuar la función de pinchar. Se aprecia como el mango sale un poco del tamaño de mano, si este fuera más corto podría ocasionar molestias sobre la palma al realizar la palanca por la presión ejercida.



Fig. 27. Vista lateral, posición del dedo índice. El apoyo del dedo índice sobre el límite del mango y donde empiezan las púas, no debe contar con aristas que puedan lastimar, así como el mango debe ser lo suficientemente ancho para el apoyo del dedo pulgar.



Fig. 28. Vista superior, acomodo de los dedos sobre el mango. Apoyo del dedo índice y longitud que rebasa el tamaño de la palma de la mano. Sobre el mango se debe permitir doblar los dedos, sin tener aristas que puedan lastimar, la longitud debe ser excediendo el tamaño de la palma.

SECUENCIA DE POSICIONES DE LA MANO AL SUJETAR CUCHARAS PARA SERVIR

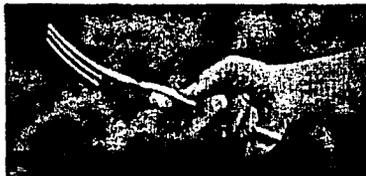


Fig. 29. Vista posterior inclinada, apoyo de la palma ante el mango.

La sujeción del mango con el dedo pulgar, apoyado por los dedos medio, anular y meñique sosteniéndolo, ejerciendo mayor fuerza sobre el índice en la función de trasladar el alimento, nos indica que es necesario que el mango no tenga líneas rectas ni bordes que puedan dificultar el poder tomarlo con la mano.



Fig. 30. Vista lateral, al servir líquidos, apoyo de los dedos.



Fig. 31. Vista posterior, al trasladar el alimento, posición de la muñeca al girarla.

El mango excede el tamaño de la palma de la mano y es rodeado por los dedos para sujetarlo, siendo los dedos índices y pulgares, los que dirigen el movimientos apoyados por los otros al ser sujetado. El extremo del mango debe ser de curvas redondeadas para no lastimar en el apoyo a la palma de la mano.

La capacidad que debe tener la cavidad de la cuchara oscila entre los 300 y 400 miligramos.



Fig. 32. Vista lateral, posición del dedo pulgar y apoyo de los demás ante el mango.

Apoyo del dedo pulgar sobre el mango, dobléz de los dedos para sostenerlo, no debe tener aristas que puedan lastimar.

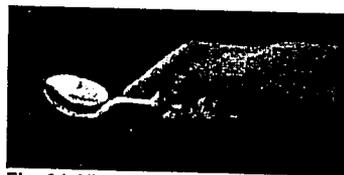


Fig. 34. Vista inferior, posición de la muñeca flexionándose y apoyo del dedo índice.

La unión de la cavidad y el mango no debe tener aristas para que los dedos puedan apoyarse sin causar problemas.



Fig. 33. Vista inferior, posiciones de los dedos al sujetar el mango de la cuchara. El mango debe poder apoyarse sobre la palma de la mano, facilitando el dobléz de los dedos sobre él, y en la presión que ejerce el dedo índice y pulgar.

6.1.2.2. FACTORES SOCIOCULTURALES

Comer es una acción social que puede llevarse a cabo en diferentes horarios del día:

- desayuno
- almuerzo
- comida
- merienda
- cena

Reuniendo a diversas personas:

- Familiares cercanos (esposo, hijos)
- Familia (padres, tíos, primos)
- Amistades
- Compañeros.

Los cubiertos de servicio son presentados en la mesa en las horas de más afluencia de personas, como es en la comida y en la cena.

La cultura del uso de los cubiertos de servicio puede determinarse por eventos especiales celebrados durante el año:

- Festividades religiosas.
- Reuniones especiales.
- Celebraciones familiares.

Dependiendo de las costumbres personales y familiares pueden tener también un uso cotidiano.

6.1.2.2 FACTORES PSICOLÓGICOS

Los factores psicológicos son determinados por la apariencia del material e influye en los siguientes sentidos:

Vista. Color sin pigmentar es un tono claro que representa higiene.

Tacto. Textura lisa por no ser porosa la pasta cerámica al quemarse, se consideró la siguiente:

-Las formas y proporciones del producto, deberá de responder al proceso de producción, que es mediante la conformación de una cáscara de espesor uniforme, integrándose el mango con las partes que entran en contacto con los alimentos y siendo éstas bien definidas para su correcto uso.

-Peso. Los cubiertos al ser conformados por medio de una cáscara de espesor uniforme de pasta cerámica, no deben exceder el peso de cubiertos realizados en metal. También se encuentra considerado que el trasladar alimento, en porciones individuales del algún recipiente a diferentes platos, no es una carga excesiva que interfiera con la resistencia de los cubiertos y las capacidades del usuario para poder soportar el peso en la mano.

Gusto. Al vitrificarse en su totalidad la pasta cerámica, se convierte en un material inerte e impermeable, por lo cual no tiene ningún riesgo de contaminarse con el mismo alimento o por otros agentes, siempre y cuando prevalezca una limpieza después de su uso.

6.1.2.4. FACTORES ANTROPOMÉTRICOS

Medidas antropométricas de mano, sexo femenino de 18 a 65 años.⁴

DIMENSIONES	Percentiles		
	5	50	95
Longitud palma mano	90	97	105
Anchura mano	93	92	104
Anchura palma mano	71	76	92
Espesor mano	23	76	35
Diámetro empuñadura	40	76	50

Medidas antropométricas de mano, sexo masculino de 18 a 65 años.

DIMENSIONES	Percentiles		
	5	50	95
Longitud palma mano	90	97	105
Anchura mano	93	92	103
Anchura palma mano	71	76	92
Espesor mano	24	30	35
Diámetro empuñadura	40	45	50

Se han considerado los percentiles marcados en oscuro, para el tamaño a considerarse en la configuración formal del producto.

6.1.2.5. SIMULACIÓN ERGONÓMICA

Para la simulación ergonómica, se han tomado fotografías y se han realizado esquemas de las posiciones de manos de hombres y mujeres, colocando un cubierto de servicio en ellos y siendo retirado sin alterar la posición en que se encuentran los dedos, la palma de la mano y la muñeca.

Esto con la finalidad de poder observar en su totalidad las posiciones que se efectúan al sujetar cuchillos, tenedores y cucharas.

En los esquemas se han trazado líneas correspondientes a las posiciones que facilitan el entendimiento de la configuración formal que deberá tener al desarrollarse los cubiertos de servicio.

⁴ Ávila Chavrand, Rosalio. Prado León, Lilia R. González Muñoz, Elvia L. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN LATINOAMERICANA, Centro de Investigaciones en ergonomía, Universidad de Guadalajara; México 2001.

CUCHILLO



Fig. 35. Posición de mano de hombre en vista lateral posterior. Flexión de los dedos.

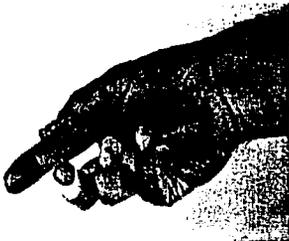


Fig. 36. Vista inferior. Flexión de los dedos y posición de los dedos índice y pulgar.



Fig. 37. Vista lateral. Apoyo del dedo índice y posición del dedo pulgar,

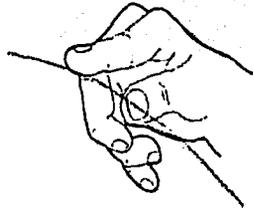


Fig. 38. Esquema de manos de mujer en vista frontal. Apoyo del dedo índice, sujeción entre el dedo pulgar y el anular. Línea curva para facilitar el doblar de los dedos.

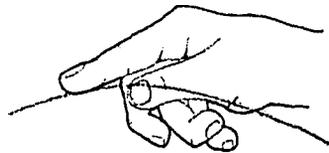


Fig. 39. Vista lateral. Posición de los dedos, flexión y apoyo. Línea curva que abarca la palma de la mano y el apoyo del dedo índice.

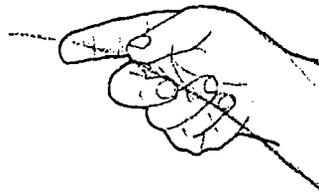


Fig. 40. Vista inferior. Línea curva entre los dedos que sostienen y el apoyo del dedo índice y pulgar.

TENEDOR

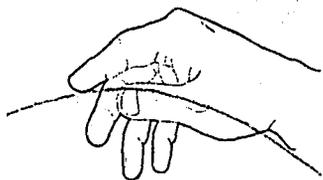


Fig. 41. Esquema de mano de hombre sujetando un tenedor, vista lateral. Línea curva que es continúa sobre la palma y el poyo del dedo índice.

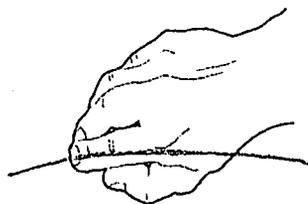


Fig. 42. Vista superior. Línea recta que abarca la palma de mano y sale por entre los dedos índice y pulgar.



Fig. 43. Posición de mano de mujer sujetando un tenedor en vista lateral inversa. Los dedos se flexionan teniendo como apoyo los dedos índice y pulgar, apoyados por los demás al sujetarlo.



Fig. 44. Vista lateral. Posición de la muñeca flexionada y flexión de los dedos, se mantiene la sujeción en los dedos índice y pulgar y la curva de la palma de la mano.

CUCHARA

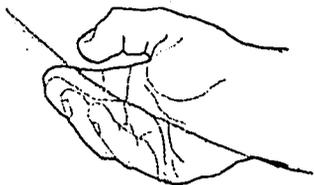


Fig. 45. Esquema de mano de hombre al sujetar la cuchara, vista inferior. Línea curva apoyada sobre la palma.

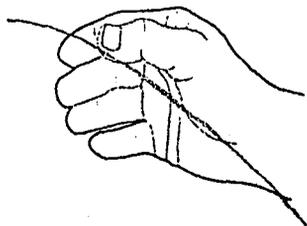


Fig. 46. Vista lateral. Línea curva sobre la palma entre el dedo pulgar e índice.



Fig. 47. Posiciones de los dedos en mano de mujer. Flexión de los dedos y posición del dedo pulgar, así como flexión de la muñeca.



Fig. 48. Vista superior. Flexión de los dedos y posición del dedo pulgar e índice también flexionados.



Fig. 49. Vista frontal. Posición de los dedos flexionados.

6.1.3. ENTORNO

Casa-habitación. En el interior (cocina, comedor) y en el exterior (jardín, terraza), en donde intervienen los factores ambientales, debiendo el material resistir la temperatura y los cambios de las mismas temperaturas.

Espacios de uso:

En una superficie horizontal plana (mesa) junto con la presentación de elementos diversos (vajillas, los cubiertos de mesa, vasos, copas, servilletas, decoración) incluyendo el alimento a servir.

Iluminación, ya sea por la luz natural (exteriores) o el uso de luz artificial (energía eléctrica, velas, etc.)

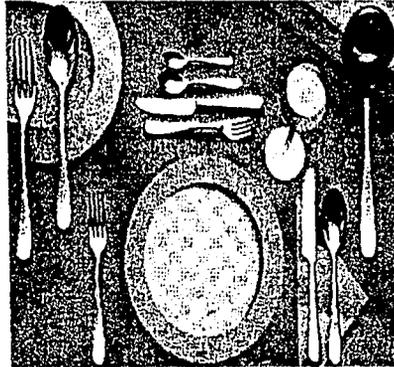


Fig. 50. Ambiente de uso de los cubiertos de servicio en la mesa.

5.3. FACTORES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Vaciado en suspensión en moldes de yeso.

La principal característica de este proceso que se toma en cuenta para el desarrollo de la forma, es el obtener un espesor uniforme, gracias a la absorción que hacen las paredes del molde de yeso. Pudiéndose obtener piezas huecas y copiándose las diferentes formas, y relieves que pudieran tener.

La configuración formal de los cubiertos de servicio, debe representar la aplicación de la cerámica bajo este proceso de producción, además de cumplir con los lineamientos del análisis ergonómico.

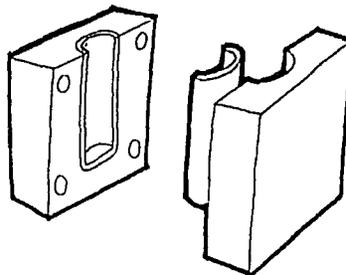


Fig. 51. Esquema de una pieza de molde

Pieza obtenida por medio de un molde de yeso en dos partes, la pieza se encuentra cortada, apreciando el espesor uniforme.

6.3. FACTORES ESTÉTICOS

La estética es perceptible por nuestros sentidos, mediante proporciones, volúmenes, formas, etc. Características arraigadas en el hombre y que están contenidas en la postura que adopta cuando observa los objetos o cuando los crea o en nuestro ámbito -en el Diseño Industrial- cuando se plantean productos para ser fabricados por la industria destinados al consumo masivo.

"La estética se fundamenta en una de las actitudes que adopta el hombre frente a la realidad, la actitud estética; dentro de la cual los hechos adquieren carácter de signo."⁴

De esta manera la estética de este producto ha sido por lo siguiente:

La carga estética que he constituido a través de mi formación personal y profesional.

Desarrollo de cubiertos de mesa en etapas de mi carrera

El proceso de producción y la personalidad de la aplicación de la cerámica.

Resultado de una adecuada aplicación de la cerámica y el proceso de producción por medio de la modificación de la configuración formal.

Manejando el concepto de líneas sencillas que respondan a la estética que se tiene en la actualidad.

Formas sencillas que puedan combinar con cualquier tipo de cubierto en el entorno en que se utilizan.

Análisis de las posiciones de la mano por medio de simulación ergonómica.

Mediante fotografías y esquemas de manos de hombre y de mujer al sostener al efectuar las funciones determinadas de cada uno de los cubiertos.

⁴ Publicación D.I. Luis Equihua Zamora

<http://ce-alt.posgrado.uam.mx/cidiweb-dif-publi-helado.html>

8. PERFIL DEL PRODUCTO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Cubiertos para servicio:

CUCHILLO DE CORTE

Debe contar con una hoja de corte que permita el corte y el traslado con ayuda del tenedor.

TENEDOR TRINCHE

Debe tener púas que permitan el pinchar el alimento, es auxiliar del cuchillo al pinchar sosteniendo el alimento para ser cortado.

CUCHARA PARA SERVIR

Debe tener una cavidad que permita contener líquidos sobre ella y poder trasladarlo.

MATERIAL

Porcelana con adiciones de circonio.

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

- Al vitrificarse totalmente los componentes de la pasta, se convierte en impermeable.
- Mejora la resistencia mecánica
- Resistencia al uso de algunos abrasivos.
- Se le puede proporcionar filo.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

Vaciado en suspensión en moldes de yeso. Obteniendo piezas de espesor uniforme, el proceso no necesita de infraestructura sofisticada.

FUNCIÓN

Servir el alimento ya preparado dispuesto en la mesa, en raciones individuales.

-Cuchillo, cortar, trasladar.

Hoja de corte, medidas:

Largo entre 10 y 14 cm.

Ancho máximo 5 cm.

-Tenedor, pinchar, trasladar.

Astil con dos púas, medidas:

Largo de púas, mínimo 5 cm.

Ancho de astil que incluye las púas máximo 4 cm.

Largo de astil mínimo 9 cm.

-Cuchara, tomar líquidos, trasladar.

Capacidad mínima 300 miligramos.

USO

En la mesa a la hora acostumbrada de ingerir los alimentos.
Estabilidad sobre una superficie horizontal.

ENTORNO

Interior de la casa-habitación (cocina, comedor) o en el exterior (jardín, terraza)
Sobre la mesa.

USUARIO

De preferencia una persona adulta, (anfitrión/a de la casa, empleado doméstico) ya sea diestro o zurdo. Tomando el percentil adecuado para cada parte de la mano, del análisis antropométrico, las medidas generales deberán ser las siguientes:

Longitud de la mano. 10.5 cm.

Ancho de la mano. 10.4 cm.

Ancho de la palma. 9.2 cm.

Espesor de la mano. 2.4 cm.

Diámetro de empuñadura. 4 cm.

CONFIGURACIÓN FORMAL

De acuerdo a las funciones destinadas de cada cubierto, adecuadas a las dimensiones y a los movimientos de las manos y teniendo en cuenta la aplicación de la cerámica bajo un proceso de producción por el cual se obtiene una cáscara de espesor uniforme.

9. DESARROLLO DE IDEAS.

Para el desarrollo de ideas en la configuración formal de los cubiertos de servicio, fue necesario además de realizar bocetos elaborar modelos, en un principio, en material plástico, obteniendo como resultados mangos que respaldaban las condiciones ergonómicas y de función, sin embargo no correspondían a la propuesta de realizar la configuración formal de los cubiertos en un espesor uniforme que da la estética de la producción, aun cuando estas propuestas son factibles de realizarse bajo el proceso de producción determinado, habiéndose realizado incluso los moldes.

Cabe mencionar que se trabajo con una pasta con semejantes características, tanto de plasticidad como de encogimiento a la seleccionada, -referencia al inciso 4.2-.

SECUENCIA DE TRABAJO

- Se realizaron modelos en esta pasta.
- Se copiaron los modelos en moldes elaborados en yeso cerámico
- Se obtuvieron modelos de yeso de los moldes, para ser retocados y dar acabado. Determinando las salidas adecuadas del modelo, el número de partes de cada molde.

-Obteniéndose un molde para vaciado ya sea en una o dos partes.

-Se realizó el vaciado de barbotina en los moldes, con una pasta semejante. Obteniéndose un modelo. Para ser revisado y realizar en él las modificaciones correspondientes.

Mediante la experimentación, el análisis y la reflexión se trabajó hasta adecuar todos los factores analizados. Cabe mencionar que el primer modelo concretado fue el cuchillo, de esta manera el tenedor y la cuchara se desarrollarán bajo ciertos parámetros como dimensiones, líneas básicas de los mangos, adecuándolos a las formas correspondientes a las púas del tenedor y la cavidad de la cuchara.

9.1. MODELOS Y MOLDES.

Secuencia de los modelos y moldes realizados.

CUCHILLOS



Fig. 52. Primera propuesta de cuchillo para mesa, el mango no es lo suficientemente largo. Siendo de menor tamaño.

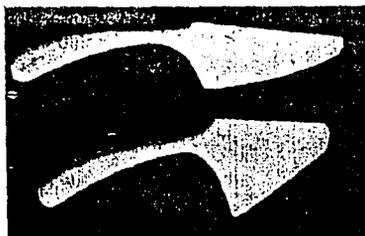


Fig. 53. Propuesta de cuchillo de corte y pastelero, el mango es muy delgado y de volumen estrecho pero macizo.

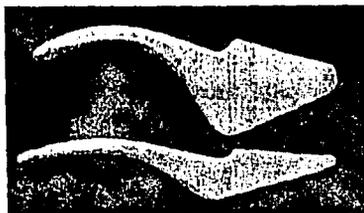


Fig. 54. Cuchillos de corte, con diferencias en las hojas, el mango se aplana en el sentido del apoyo a la palma de la mano.

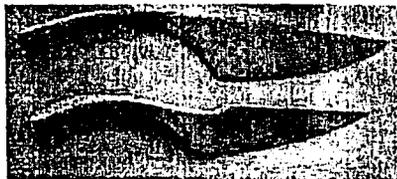


Fig. 55. Propuesta que pierde la curva en donde se apoya el dedo indice, manteniendose en el otro pero la hoja sigue siendo delgada.



Fig. 56. Curva del mango mas pronunciada, se recupera la curva de apoyo del dedo indice, conservando la forma del mango.



Fig. 57. La curva del mango se afina y se obtiene la medida proporcional entre el mango y la hoja, conservando la curva de apoyo.

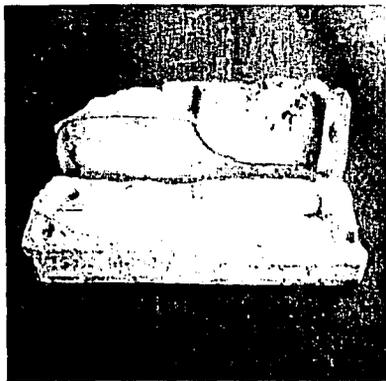


Fig. 58. Molde en dos partes del cuchillo con el mango más angosto y plano.

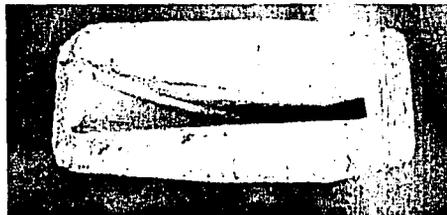


Fig. 60. Molde de una pieza con el primer modelo con las curvas del mango integradas en un doblado con la hoja de corte.

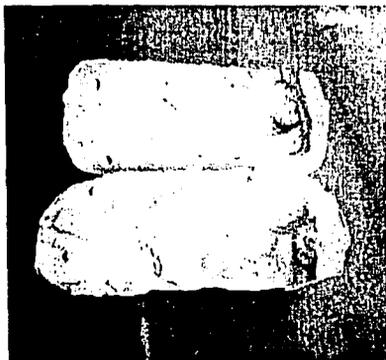


Fig. 59. Molde del cuchillo que aún conserva la curva de apoyo y la curva del mango.

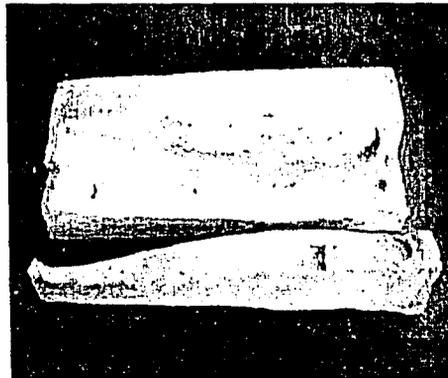


Fig. 61. Molde de dos piezas del cuchillo, con propuesta del mango integrado a la hoja.

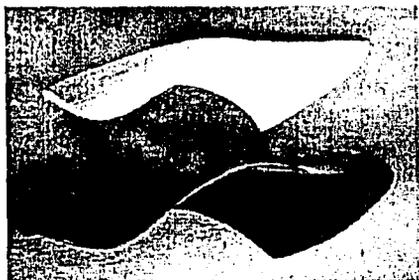


Fig. 62. Modelo y pieza obtenida.

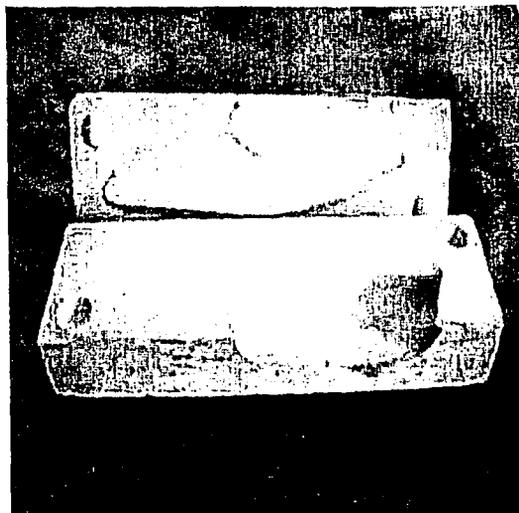


Fig. 63. Molde obtenido del modelo final, considerando el encogimiento de la pasta cerámica.

TENEDORES



Fig. 64. Primer modelo de tenedor para mesa. Cuatro púas.



Fig. 67. Modelo con dos púas, con el mismo mango. Púas muy estrechas y por lo tanto frágiles para la aplicación en cerámica.



Fig. 65. Tenedor trinche de son púas, con el mango estrecho y de volumen macizo, no coincidiendo con la aplicación de la cerámica.

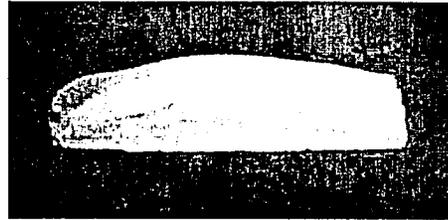


Fig. 68. Contra-molde del tenedor trinche con la curva que no corresponde a la del cuchillo.



Fig. 66. Modelo de tenedor, sin púas, con el mango que se va haciendo angosto y curvo para el apoyo de la mano.

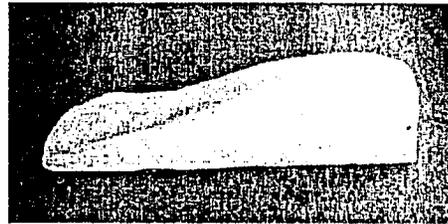


Fig. 69. Contra-molde de la superficie del tenedor, utilizando las curvas que se determinaron en el cuchillo para el mango, integrando el astil con el mango.



Fig. 70. Modelo y pieza obtenida del molde de yeso.

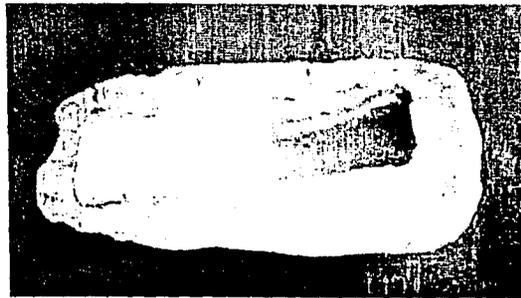


Fig. 71. Molde del modelo del tenedor en una pieza.

CUCHARAS



Fig. 72. Modelo de la cuchara, como cubierto de mesa.



Fig. 75. Cuchara más alargada, con el mango estrecho, cavidad insuficiente para contener líquidos y pone estable sobre la superficie

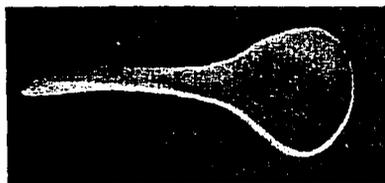


Fig. 73. Cuchara sopera, la cavidad muy grande, mango corto.

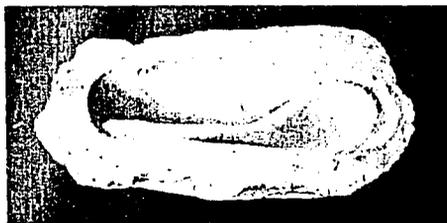


Fig. 76. Primer molde de cuchara, siendo éste muy difícil de recortar y sacar la pieza una vez constituida.



Fig. 74. Modelo de cuchara para servir, integrando la cavidad con la continuidad del mango.



Fig. 77. Modelo obtenido de cerámica en molde de yeso.



Fig. 78. Molde de yeso de la anterior pieza.



Fig. 79. Modelo elaborado en pasta cerámica. Resultando inestable en la superficie donde se colocan.

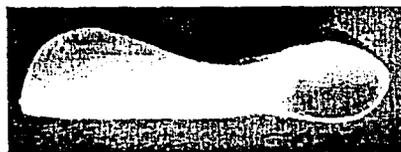


Fig. 81. Modelo obtenido de pasta cerámica por vaciado, para verificar la cavidad, siendo más estable al colocarse sobre la superficie.



Fig. 83. Modelo con el eje de la cavidad inclinada, que resulto ser poco funcional al derramarse el líquido con facilidad.



Fig. 80. Contra molde de la cuchara, obtenida por placa de pasta cerámica.

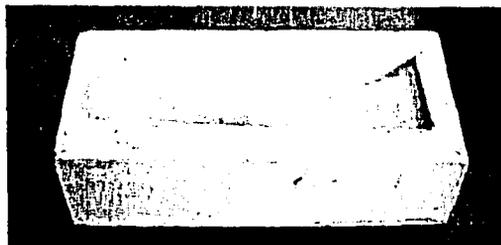


Fig. 82. Molde de la segunda cuchara, se recorta la parte final del mango, dando la curva, similar a la del cuchillo y tenedor.



Fig. 84. Modelo de la cuchara para obtener el molde.

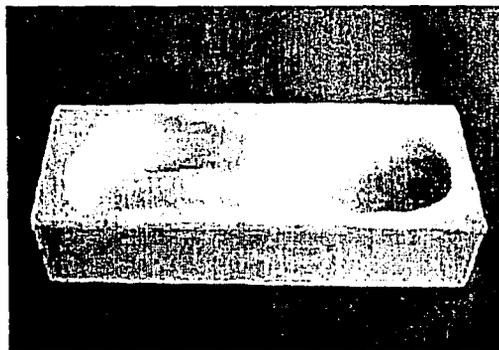


Fig. 85. Molde de la cuchara.

10. MEMORIA DESCRIPTIVA

La configuración de cada cubierto que se desarrolló es presentada mediante esquemas, en una secuencia de trazos, vistas en diferentes posiciones de cada objeto y presentación en fotografías.

Siendo superficies que se conforman en doble curvaturas, respetando proporciones, capacidades y datos de percentiles; identificando claramente el mango de las partes que entran en contacto con los alimentos.

Las dos partes son integradas en una superficie generando un volumen hueco y abierto con gran conciliación de la mano adaptándose a las posiciones y movimientos de acuerdo a la simulación ergonómica generándose curvas y dobleces del mismo espesor.

CUCHILLO DE CORTE. Uno de los extremos permite la adecuación de la palma de la mano, permitiendo doblar ligeramente los dedos hacia en interior de una superficie curva de un mismo espesor.

El extremo opuesto se ensancha generándose la hoja de corte y haciendo un doblé que permite el apoyo del dedo índice sobre ésta para ejercer la presión necesaria al realizar el corte. Siendo la misma superficie que se encuentra en una forma vertical desvaneciéndose hasta quedar perpendicular con respecto a la superficie de donde es tomada con la mano.

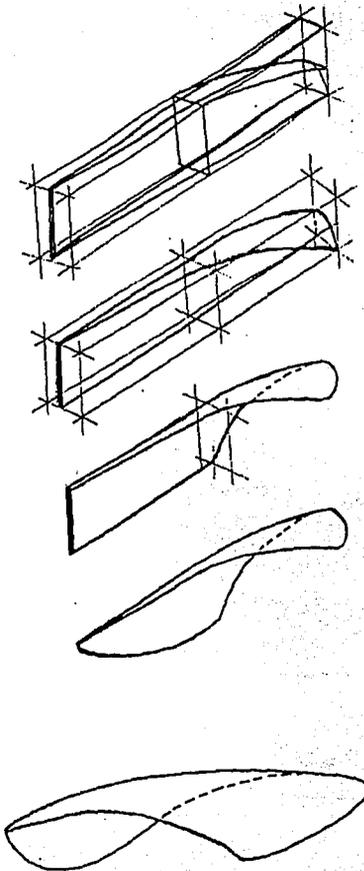


Fig. 86. Secuencia de trazos de las líneas que conforman el cuchillo.

Fig. 87. Esquemas de del cuchillo al girar sobre un eje, vistas laterales, frontales y posteriores.

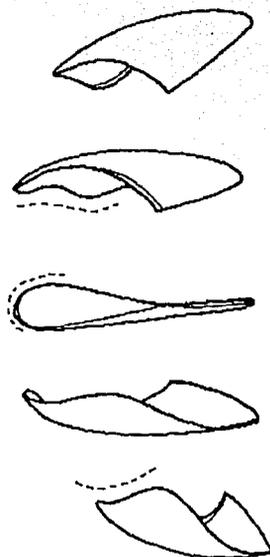
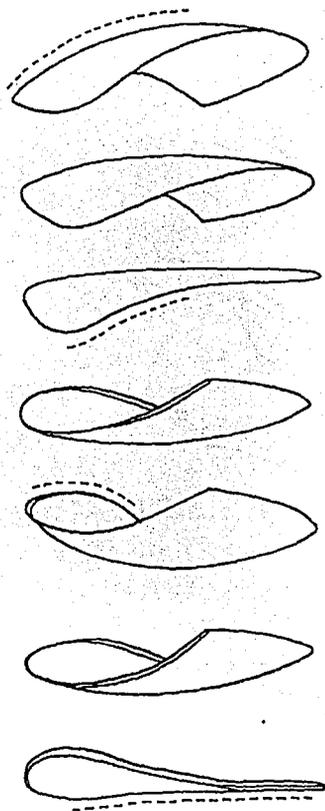


Fig. 88. Posiciones del cuchillo en vistas diagonales.

COMPROBACION ERGONOMICA

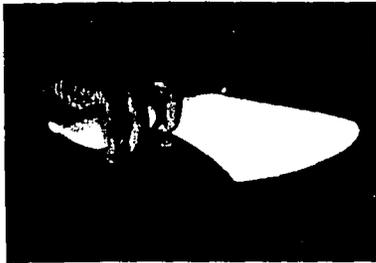


Fig. 89. Vista lateral izquierda

CUCHILLO DE CORTE

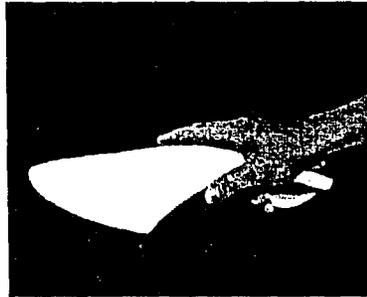


Fig. 90. Vista lateral derecha

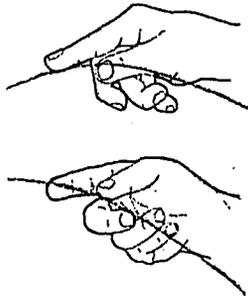


Fig. 93. Esquemas de la posición de mano.

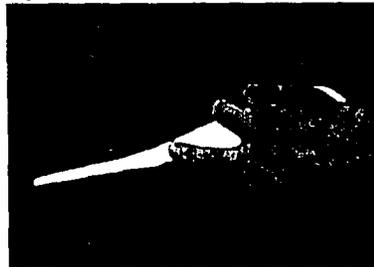


Fig. 91. Vista superior



Fig. 92. Vista posterior

TENEDOR TRINCHE. El extremo que es tomado con la mano es de forma semejante al del cuchillo.

El astil del tenedor tiene dos púas que se conforman para pinchar el alimento, esta es generada por medio de la ampliación de la superficie de la extremo opuesto quedando una superficie que viene de una curva hasta convertirse en una parte plana hasta el astil, de manera que es una sola superficie que se hace más estrecha hasta las puntas, siguiendo el plano vertical de la curva.

La generación de las púas son de una forma opuesta a la generación del astil, es decir, que la línea recta queda opuesta una línea curva y viceversa, esto para obtener las púas delgadas y largas.

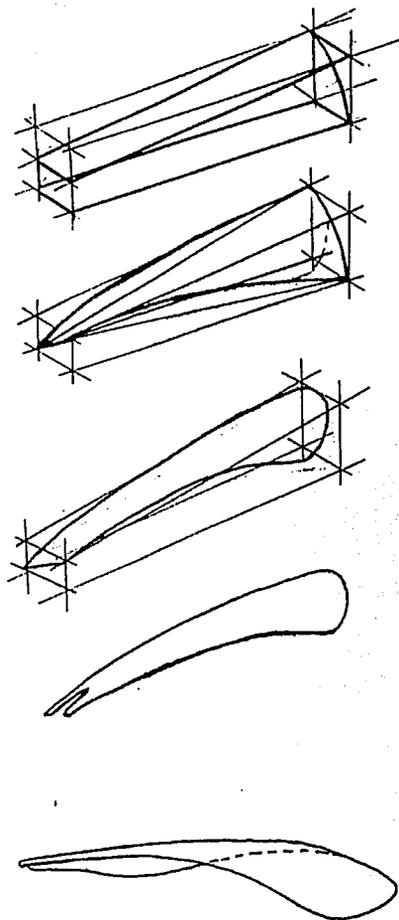


Fig. 94. Trazos del desarrollo del tenedor.

Fig. 95. Movimientos del tenedor al girar sobre un eje, sin detalles de las púas en el astil.

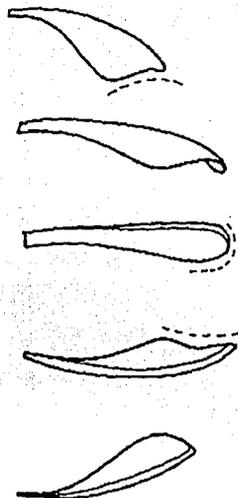
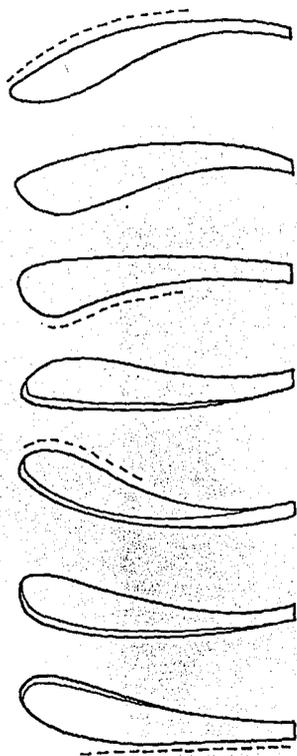


Fig. 96. Vistas del tenedor por la parte superior y posterior



Fig. 97. Detalle de las púas del tenedor, puntas redondeadas, línea curva y recta formando el astil.

TENEDOR TRINCHE

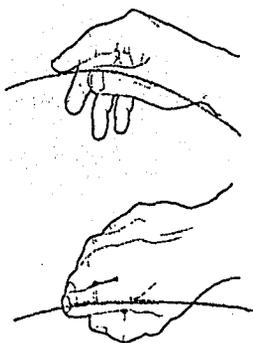


Fig. 101. Esquemas de la mano.



Fig. 98. Vista superior



Fig. 99. Vista lateral

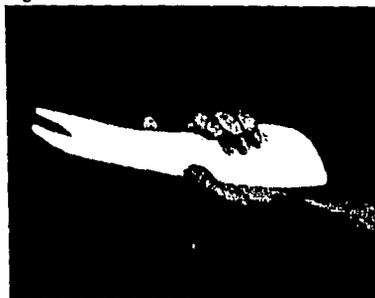


Fig. 100. Vista posterior

CUCHARA PARA SERVIR. El extremo de donde se sujeta la cuchara es similar al del cuchillo y el tenedor, integrando la cavidad en una superficie curva. Con esto se obtiene una relación en cuanto a formas para tener una familia de cubiertos, teniendo la continuidad en las formas propuestas.

La curva del extremo opuesto se desvanece en la ampliación de la misma superficie hasta convertirse en una cavidad semejante a un casquillo de esfera que sirve para el contener líquidos en el interior, desvaneciéndose en la curva que conforma el extremo que es tomado con la mano.

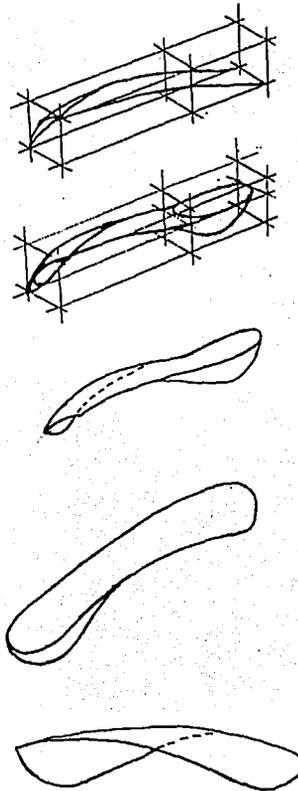


Fig. 102. Secuencia de la cuchara en los trazos, que corresponden a las líneas de los mangos del cuchillo y tenedor.

Fig. 103. Movimientos de la cuchara para servir.

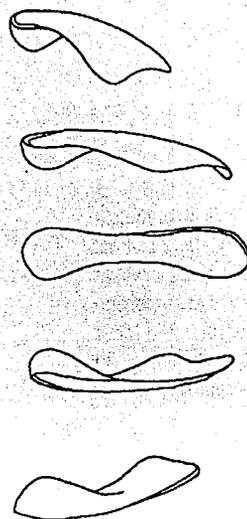
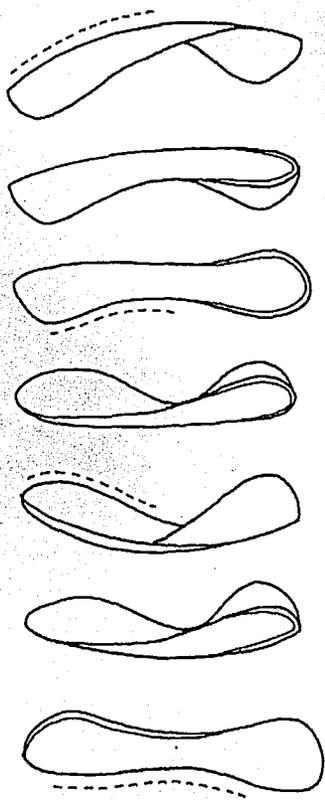


Fig. 104. Esquema de la cuchara en diferentes posiciones.

CUCHARA PARA SERVIR



Fig. 105. Vista superior



Fig. 108. Vista posterior



Fig. 106. Vista frontal

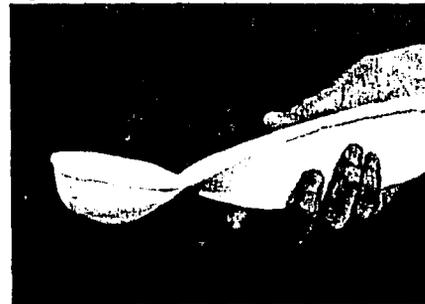


Fig. 107. Vista lateral

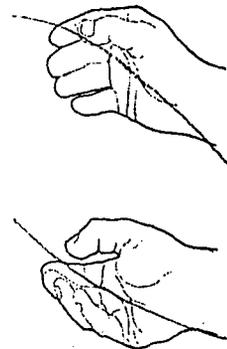
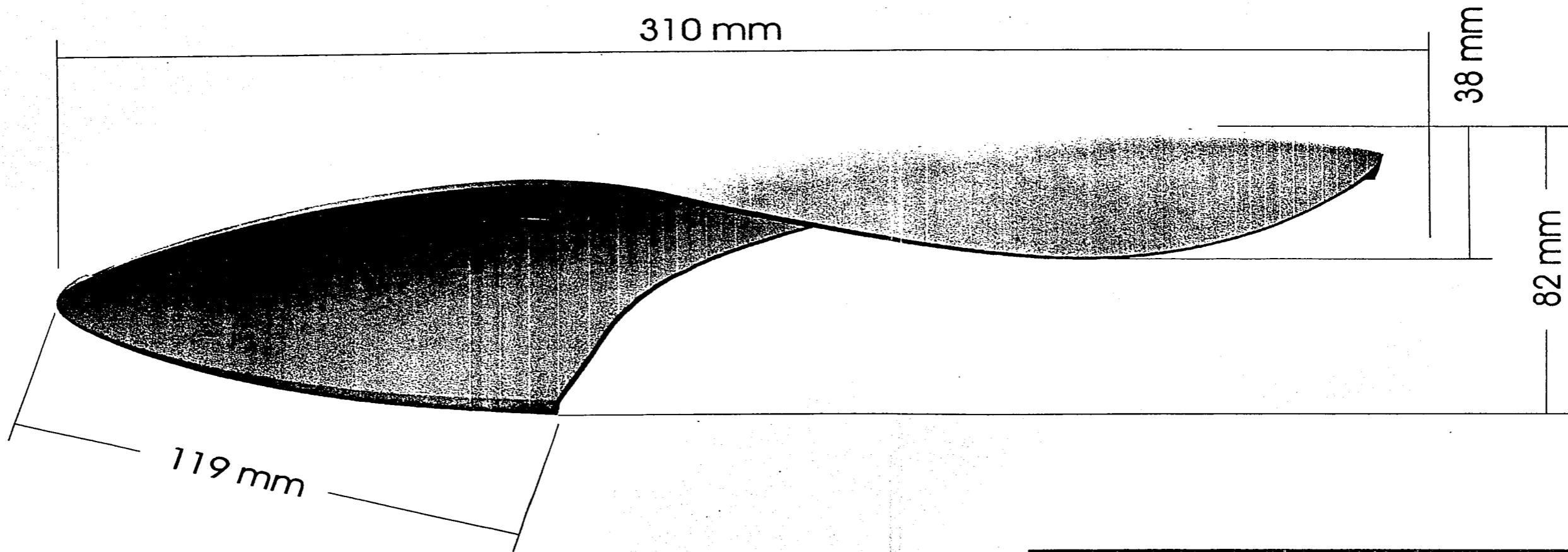


Fig. 109. Esquemas de la mano.

5.2. PLANOS

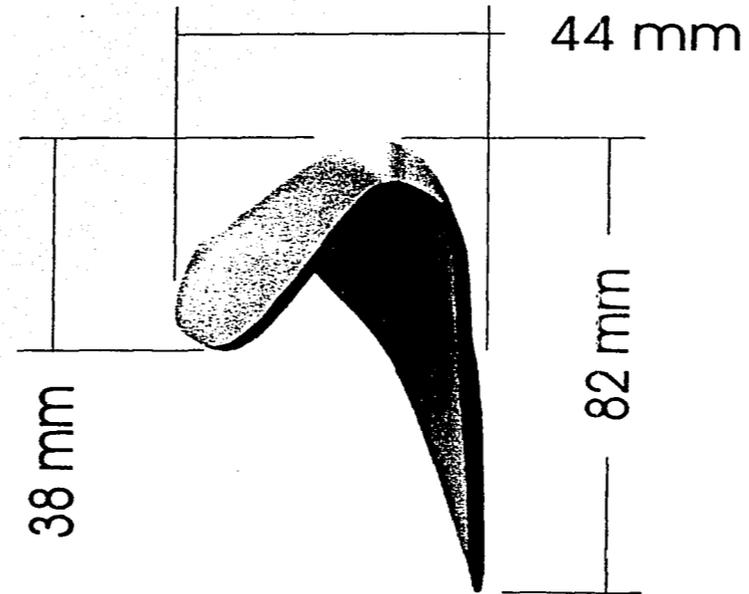


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (VISTA FRONTAL)

01/40

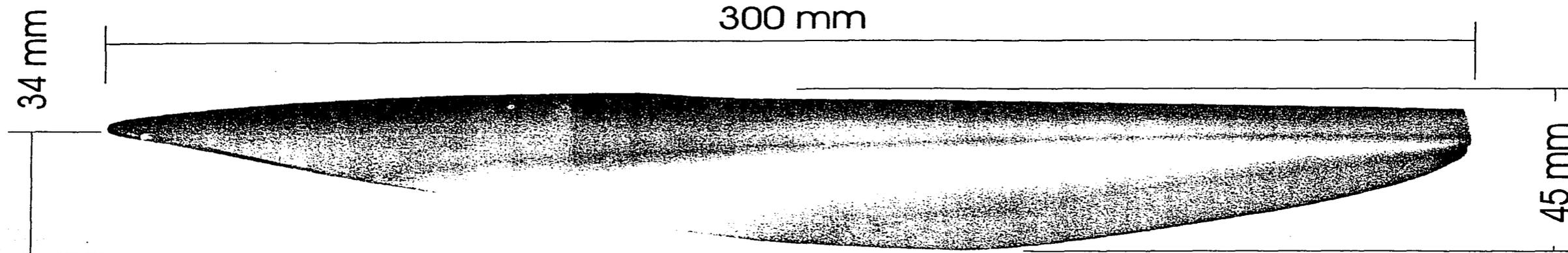


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (VISTA LATERAL)

02/40

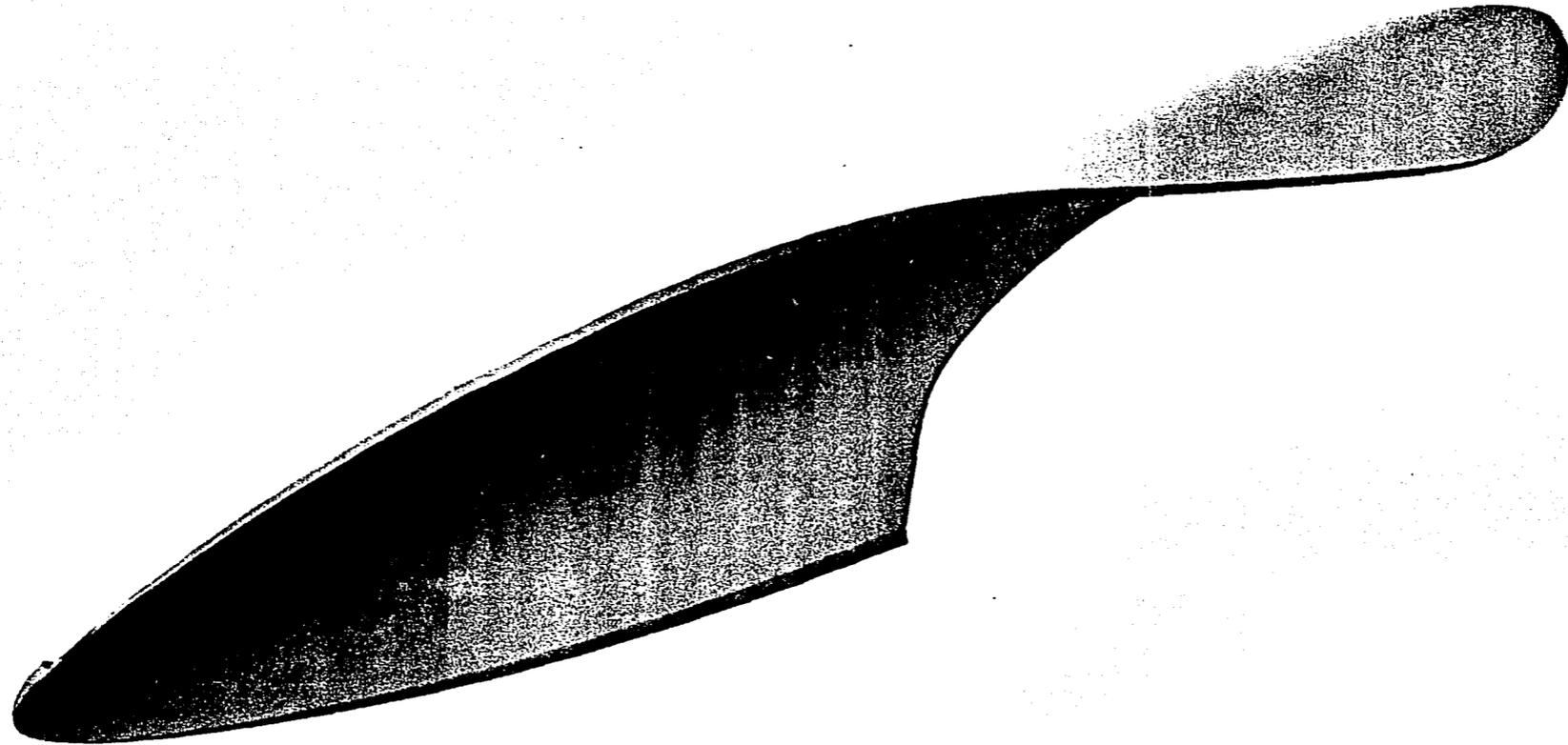


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (VISTA SUPERIOR)

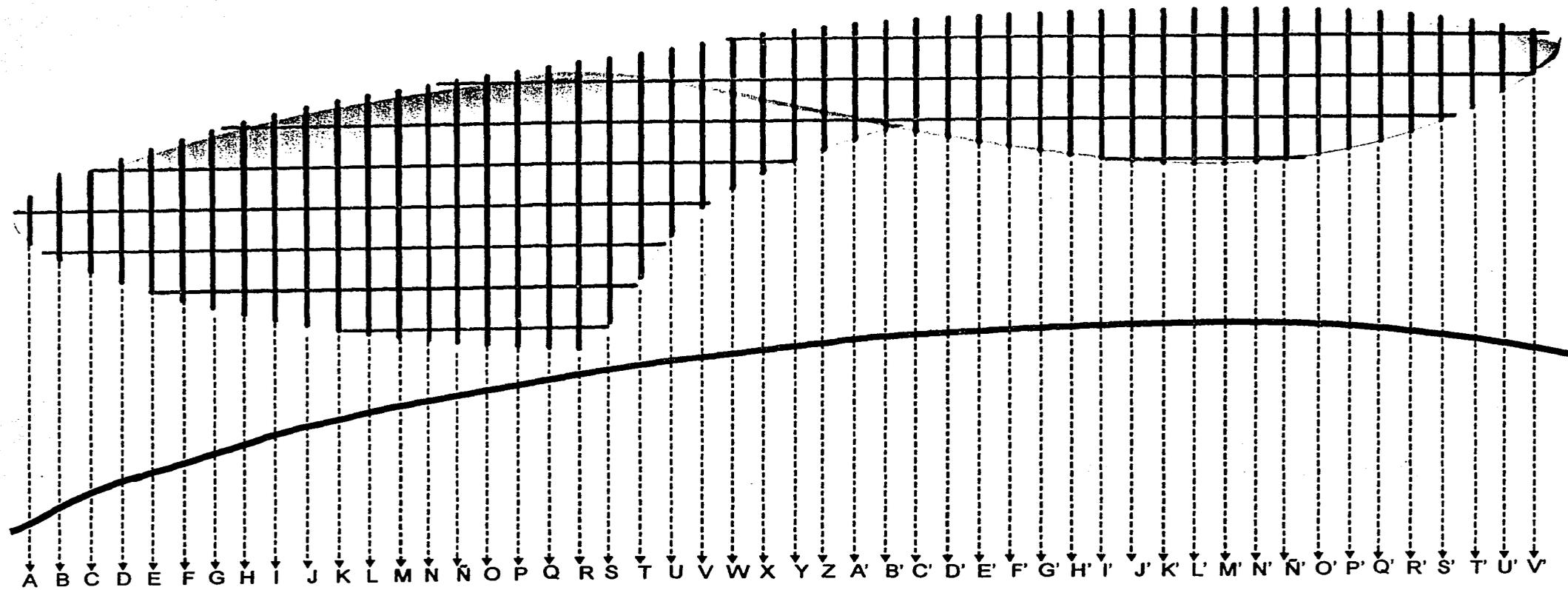
03/40



CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (PERSPECTIVA)

04/40

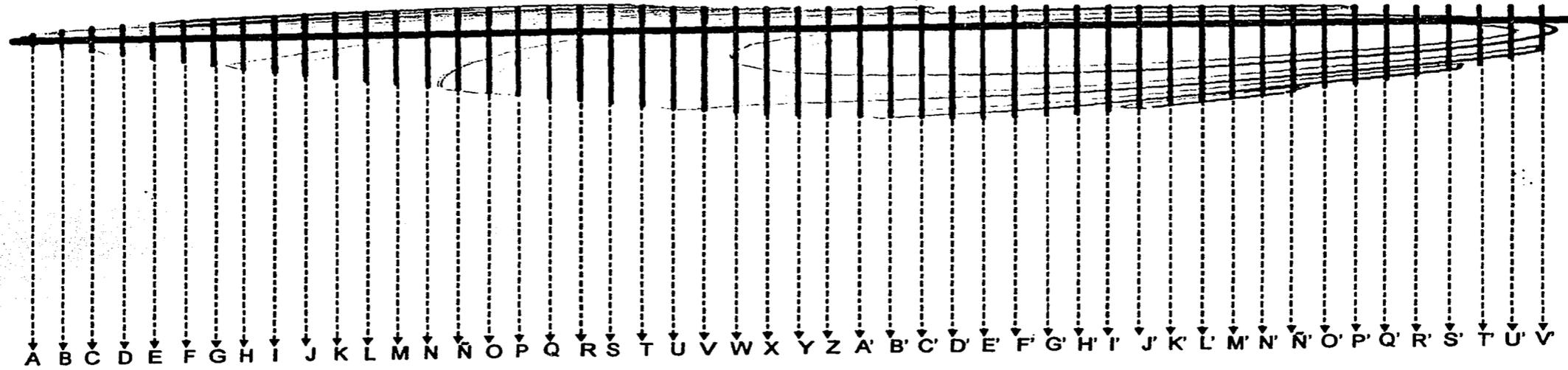


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMIA FRONTAL)

05/40

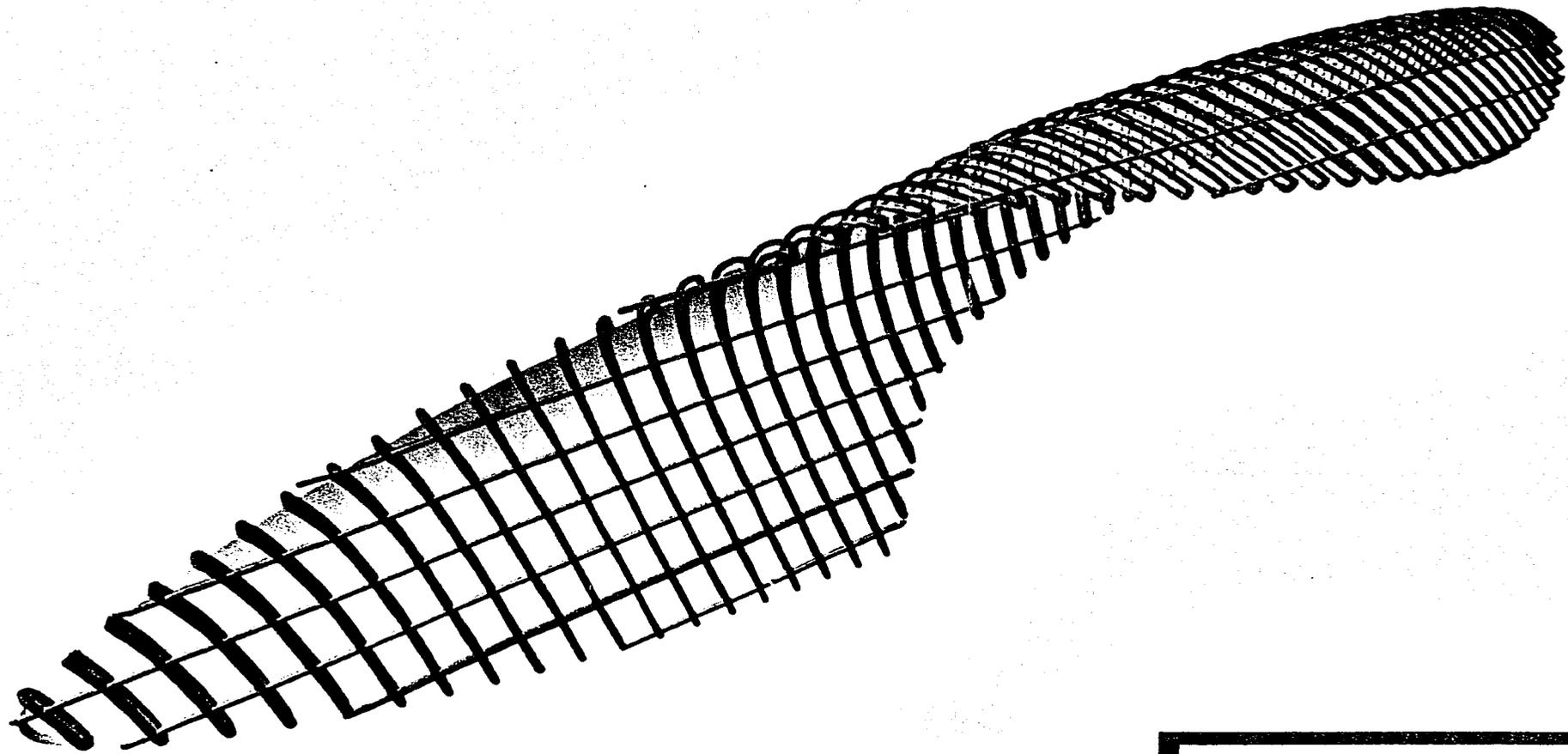


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMIA SUPERIOR)

06/40



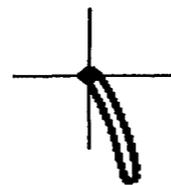
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (PERSPECTIVA)

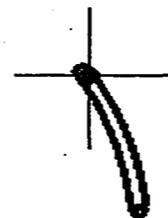
07/40



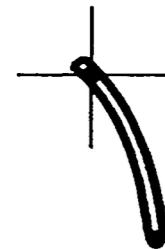
A



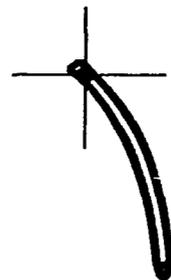
B



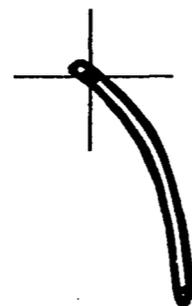
C



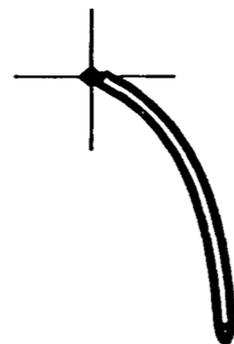
D



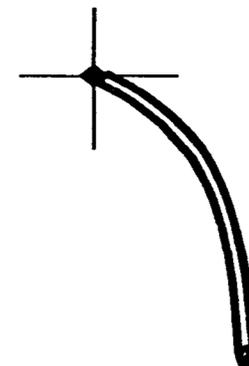
E



F



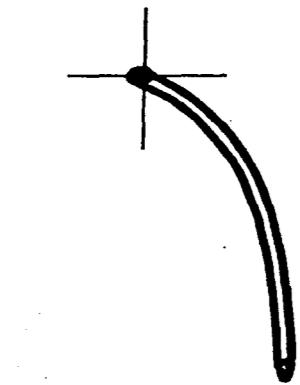
G



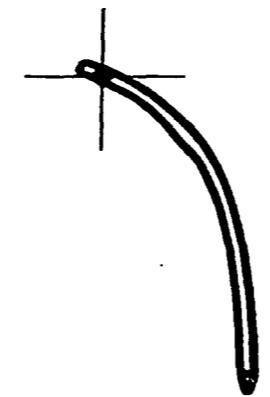
H

ESCALA 1:1

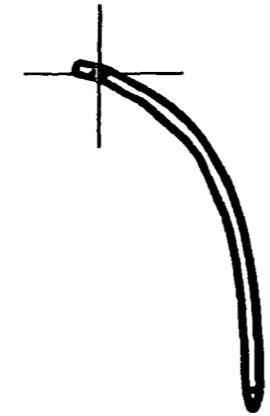
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO	
CUCHILLO (ESTEREOTOMÍA CORTES)	08/40



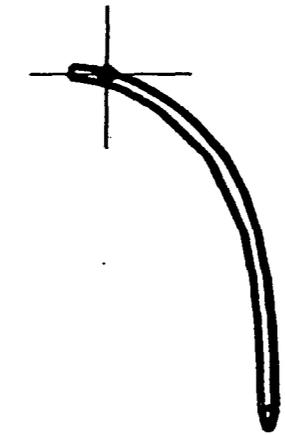
I



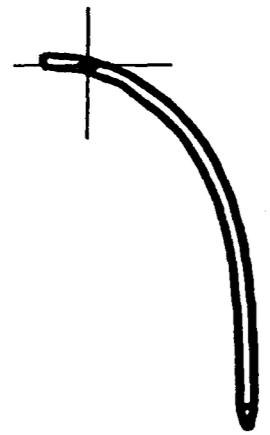
J



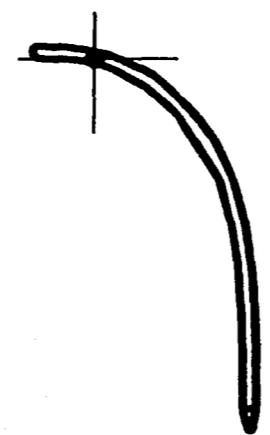
K



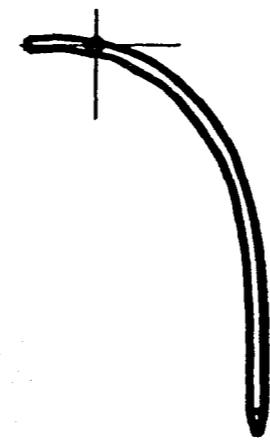
L



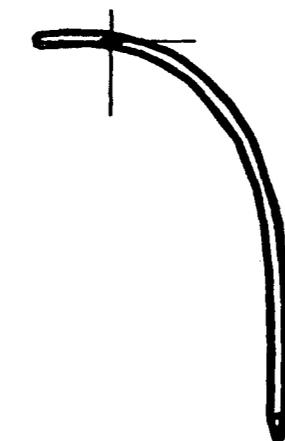
M



N



Ñ



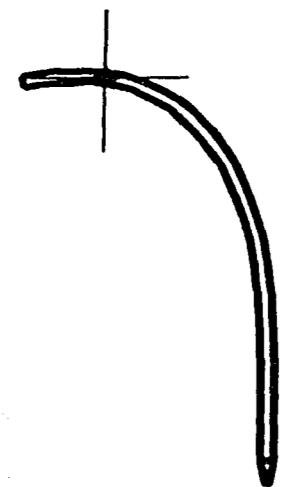
O

ESCALA 1:1

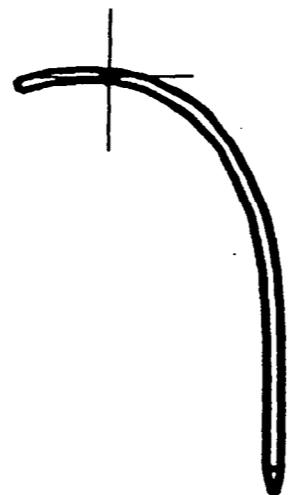
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMÍA CORTES)

09/40



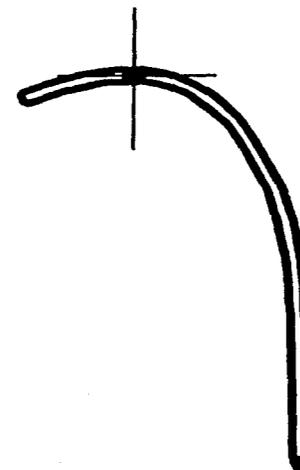
P



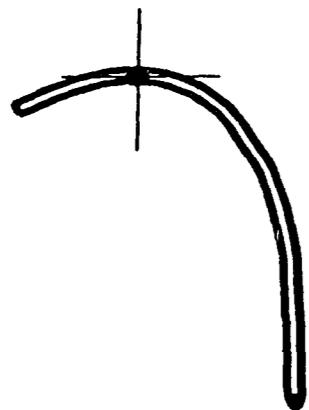
Q



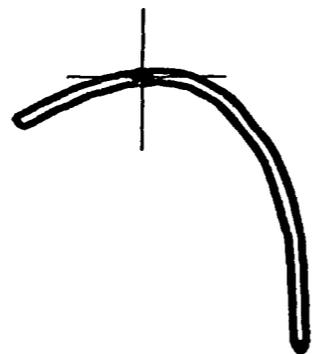
R



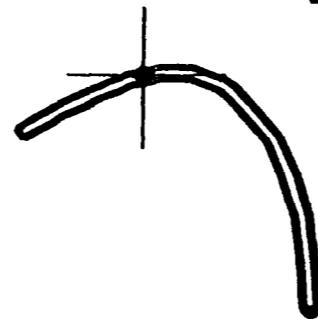
S



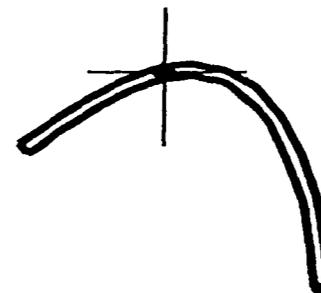
T



U



V



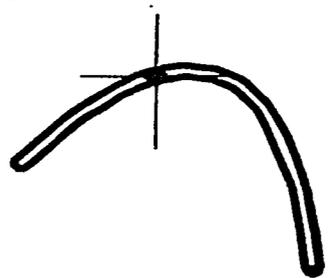
W

ESCALA 1:1

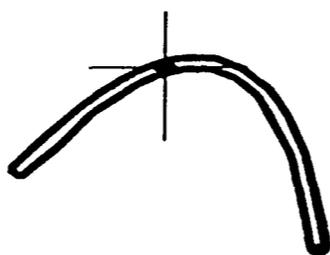
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMÍA CORTES)

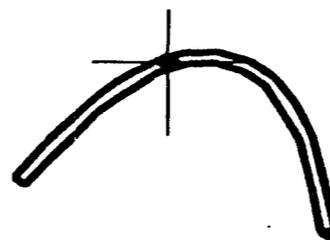
10/40



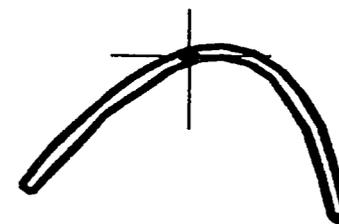
X



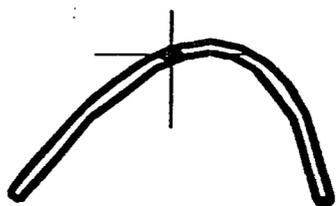
Y



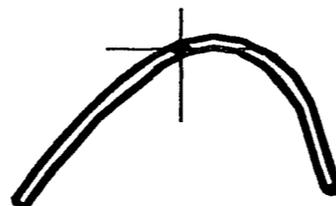
Z



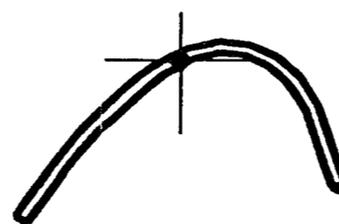
A'



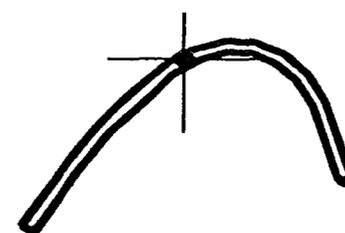
B'



C'



D'



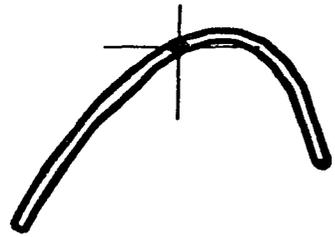
E'

ESCALA 1:1

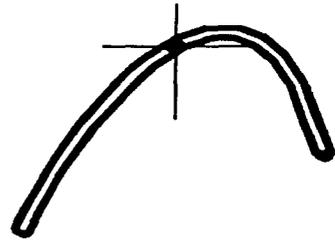
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMÍA CORTES)

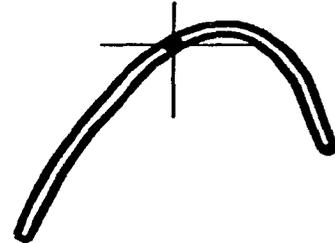
11/40



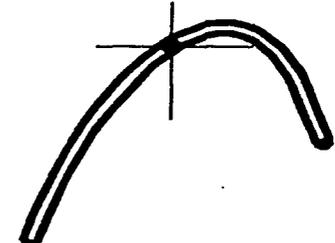
F'



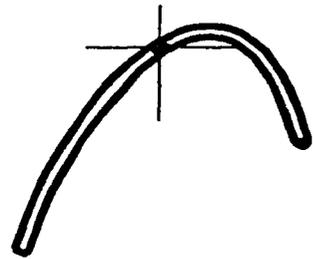
G'



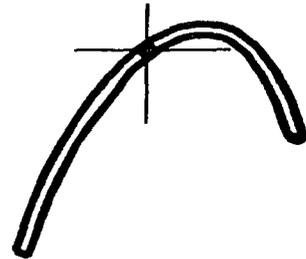
H'



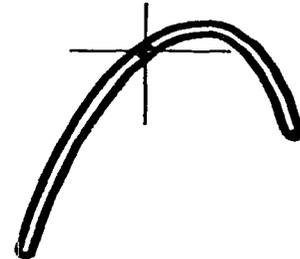
I'



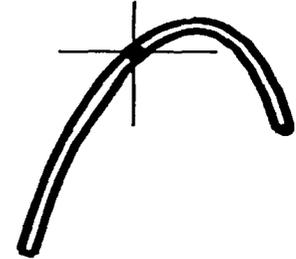
J'



K'



L'



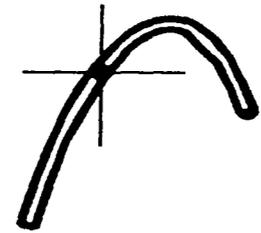
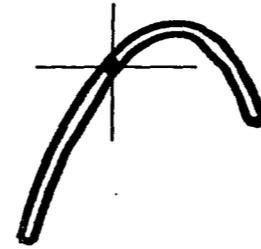
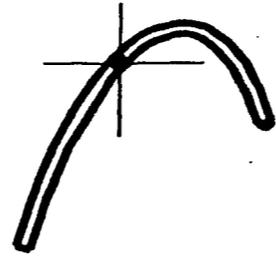
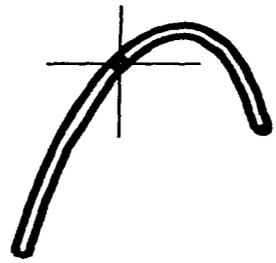
M'

ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMÍA CORTES)

12/40

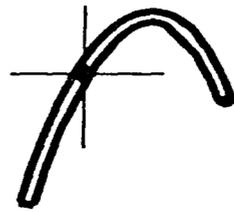


N'

Ñ'

O'

P'



Q'

R'

S'

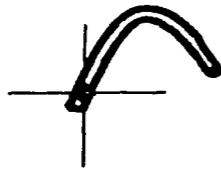
T'

ESCALA 1:1

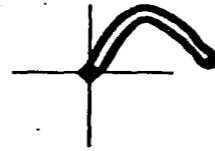
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMÍA CORTES)

13/40



U'



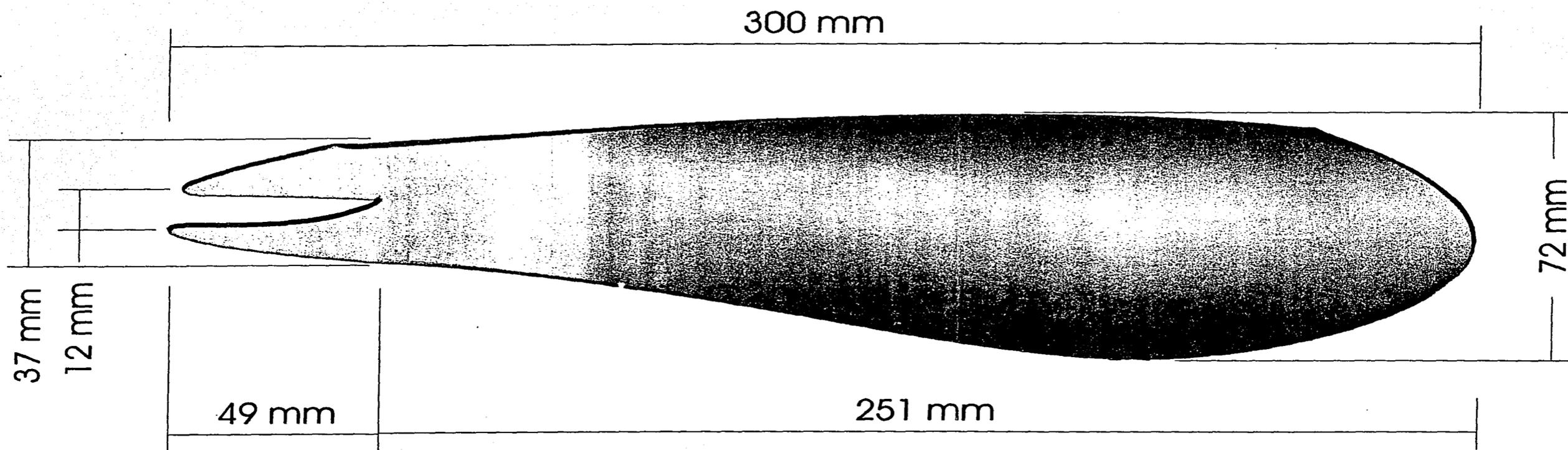
V''

ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHILLO (ESTEREOTOMÍA CORTES)

14/40

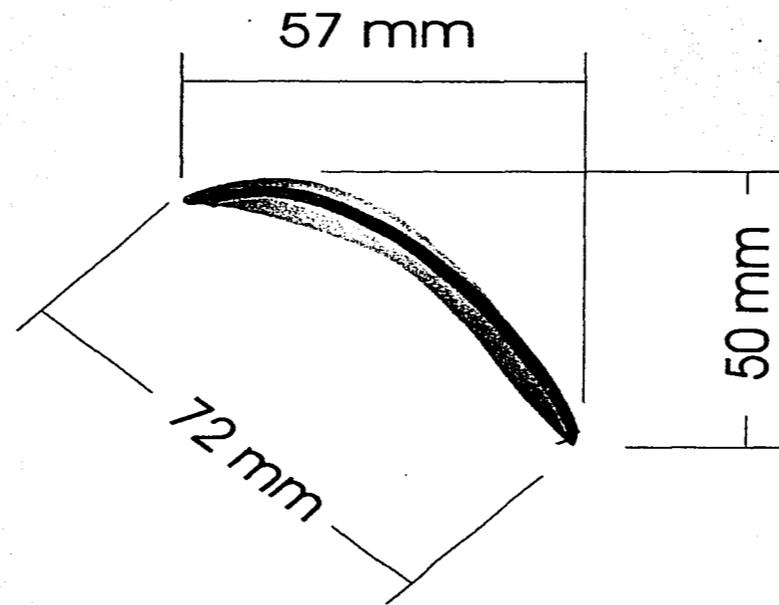


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (VISTA FRONTAL)

15/40

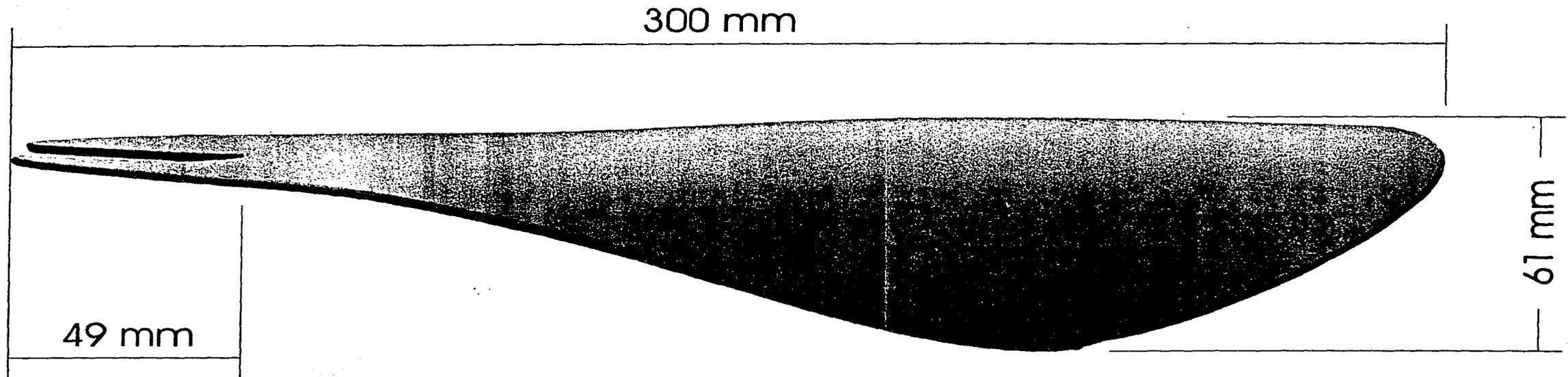


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (VISTA LATERAL)

16/40

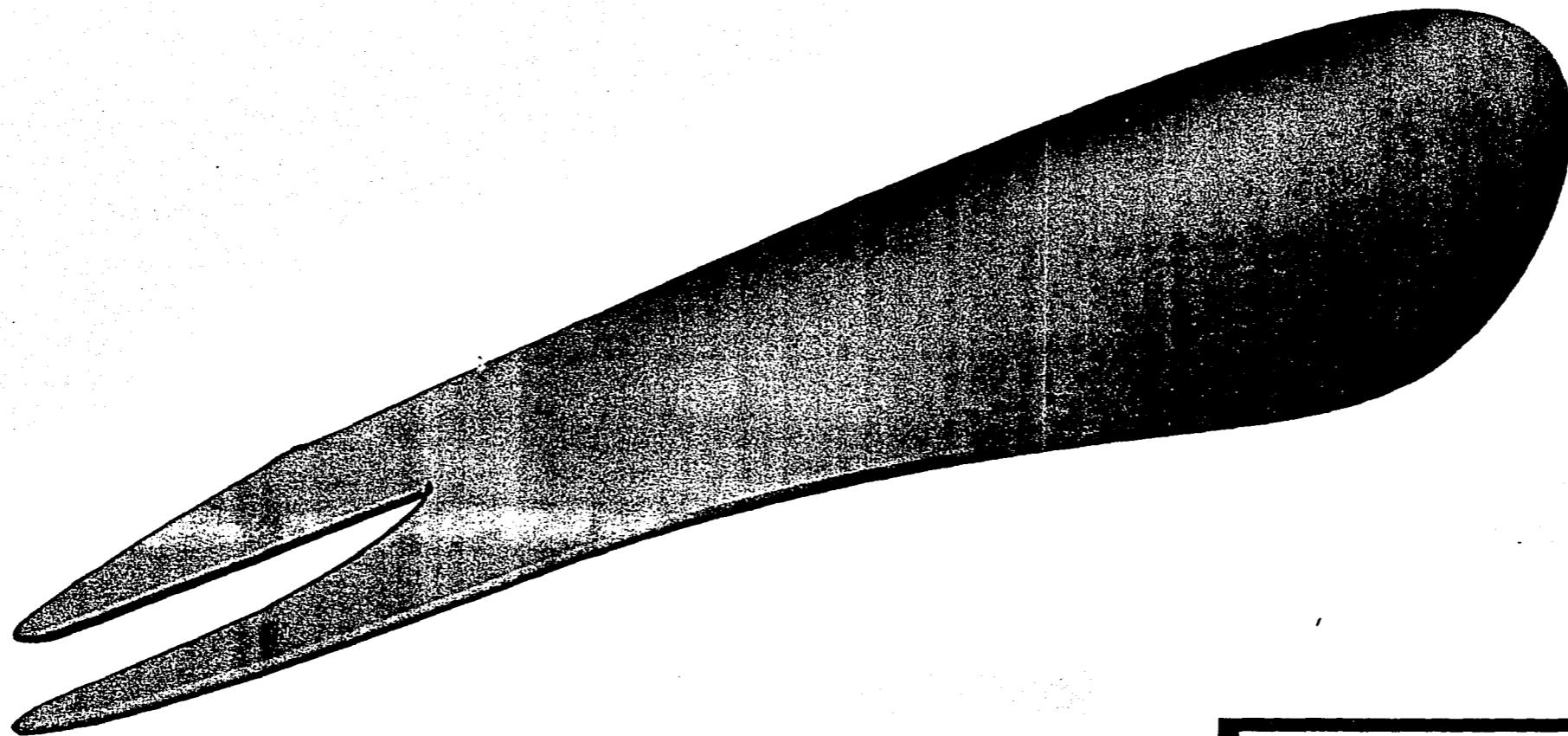


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (VISTA SUPERIOR)

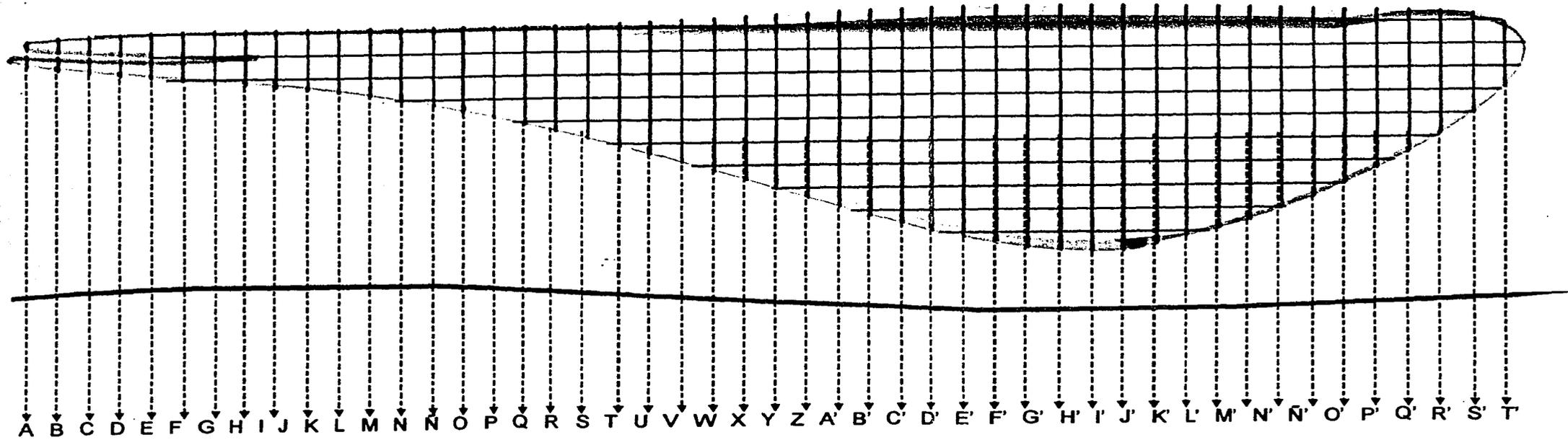
17/40



CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (PERSPECTIVA)

18/40

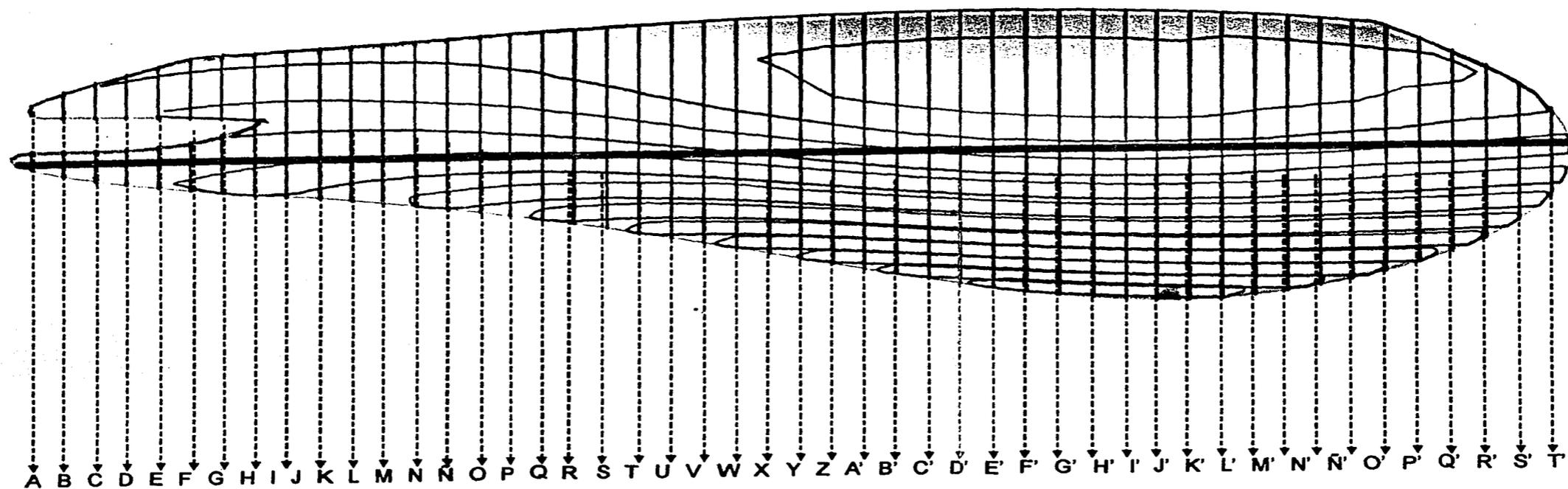


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA FRONTAL)

19/40

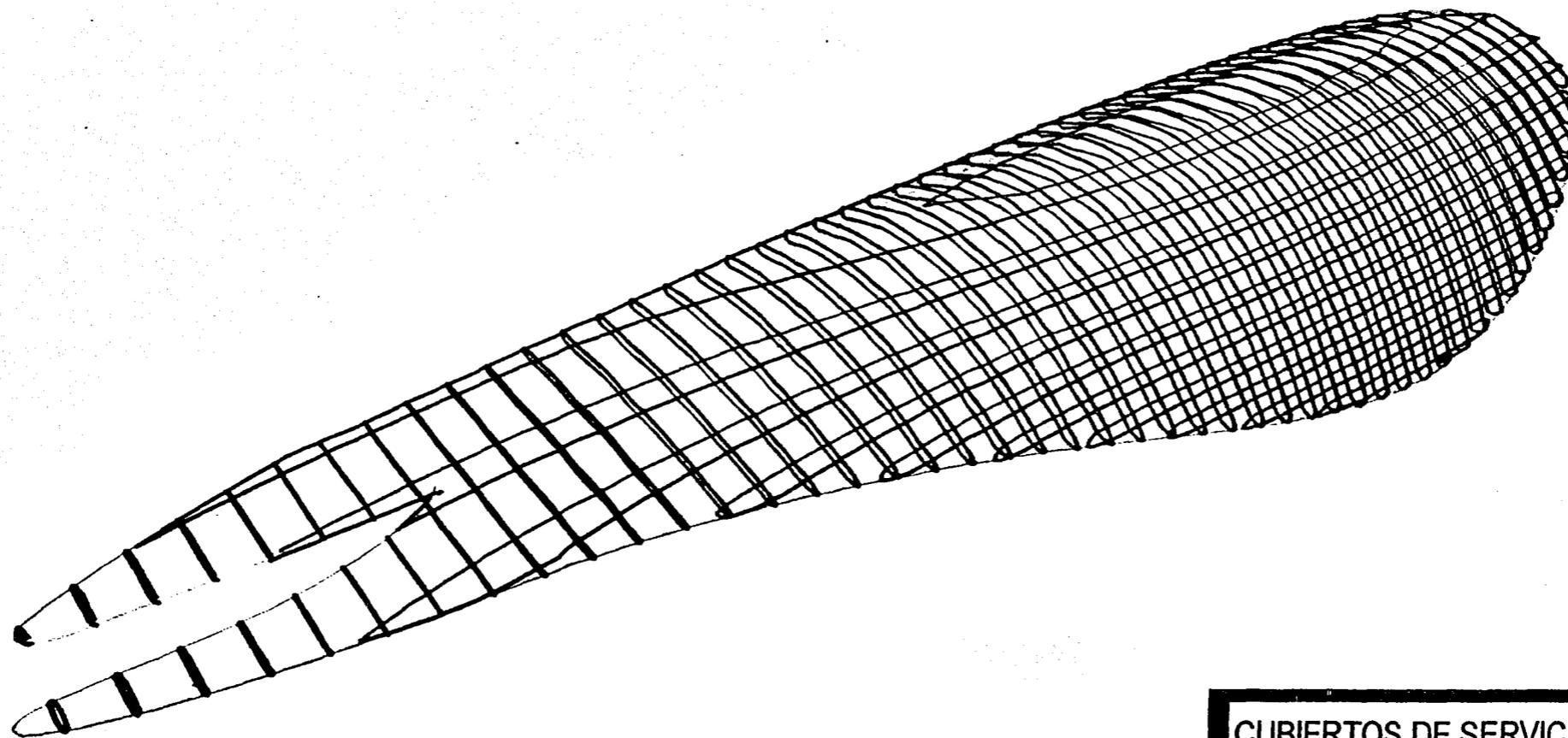


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA SUPERIOR)

20/40



CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA PERSPECTIVA)

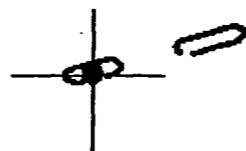
21/40



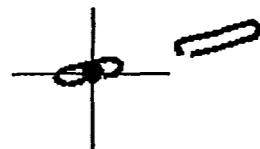
A



B



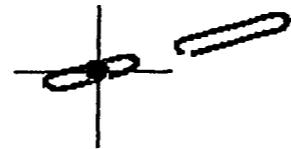
C



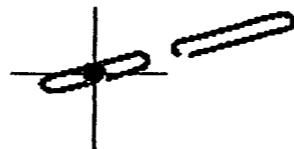
D



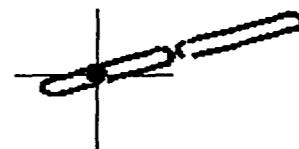
E



F



G



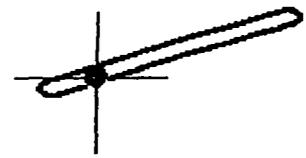
H

ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA CORTES)

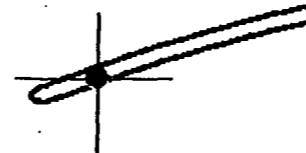
22/40



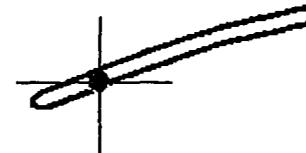
I



J



K



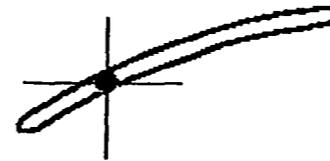
L



M



N



Ñ



O

ESCALA 1:1

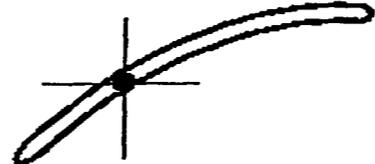
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA CORTES)

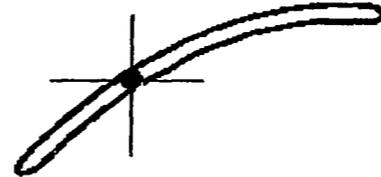
23/40



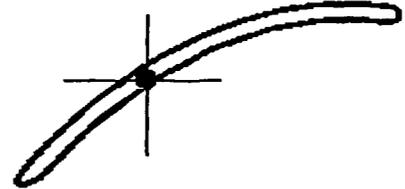
P



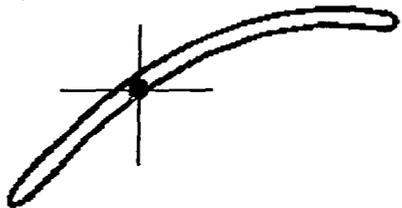
Q



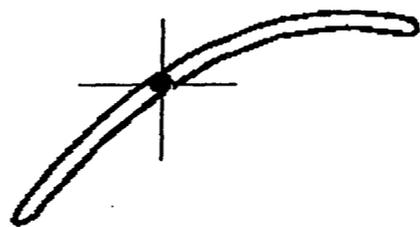
R



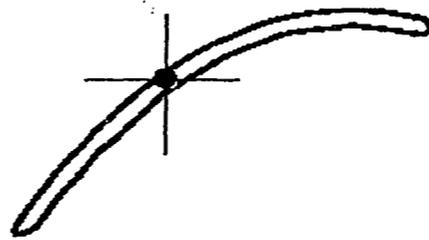
S



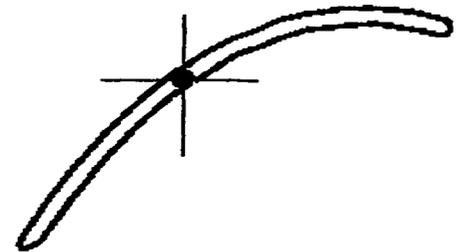
T



U



V



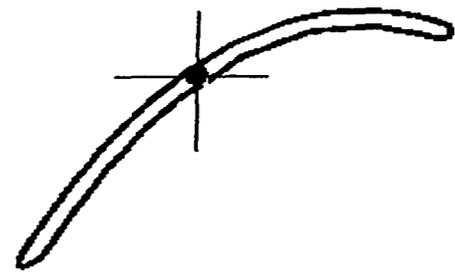
W

ESCALA 1:1

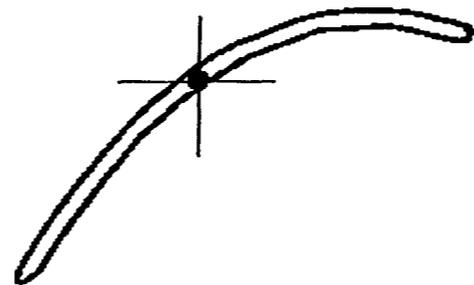
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA CORTES)

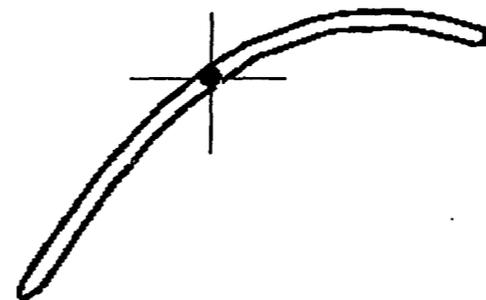
24/40



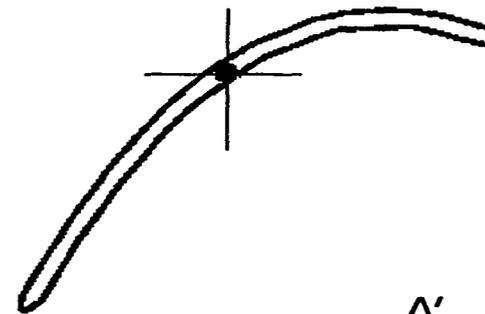
X



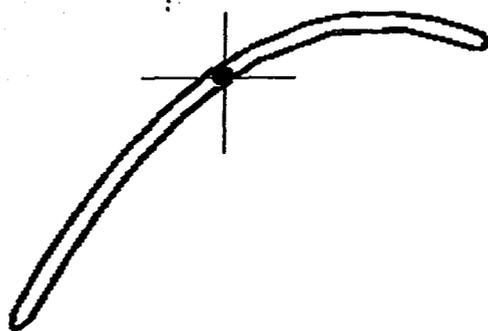
Y



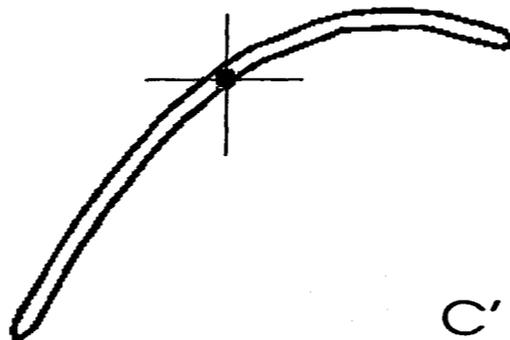
Z



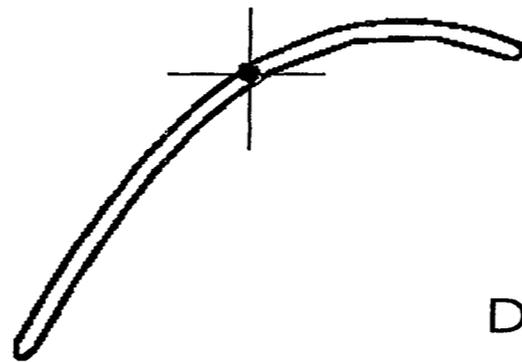
A'



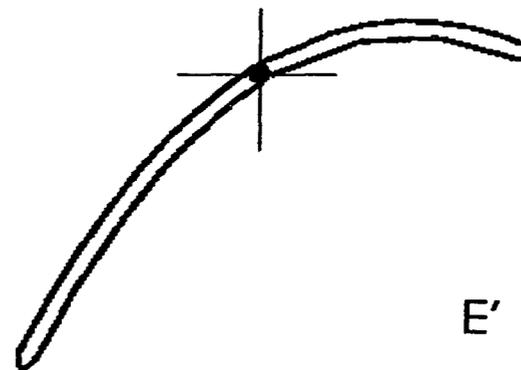
B'



C'



D'



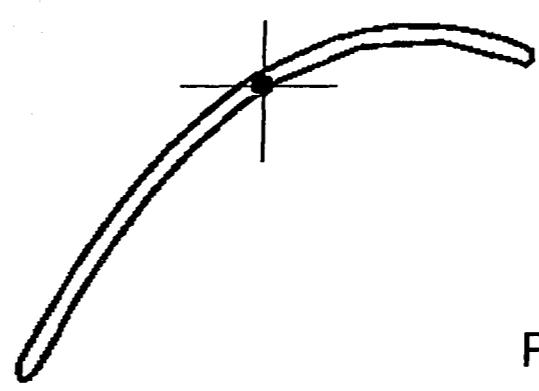
E'

ESCALA 1:1

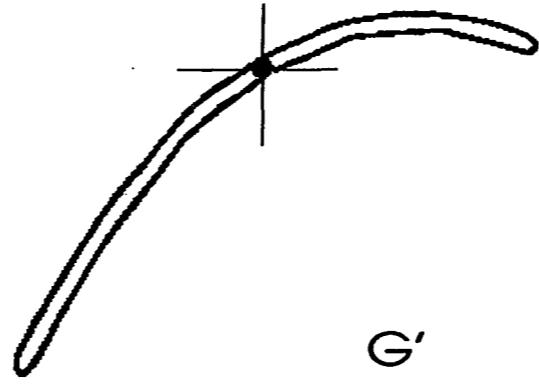
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA CORTES)

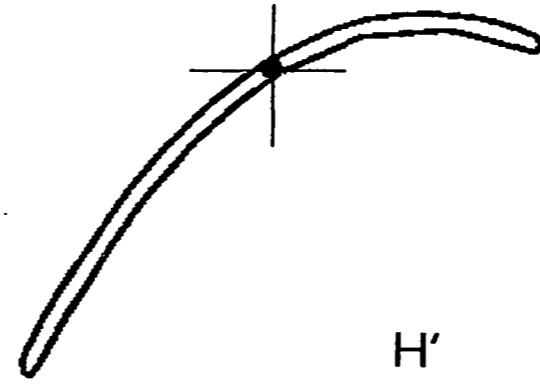
25/40



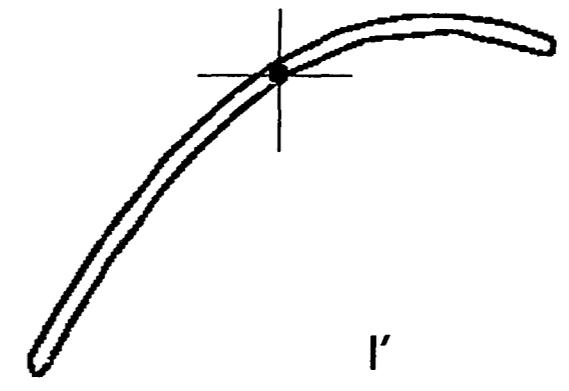
F'



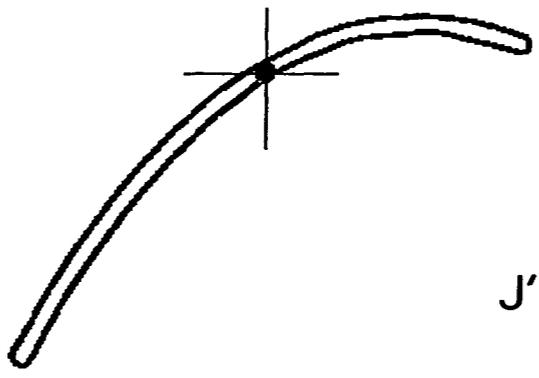
G'



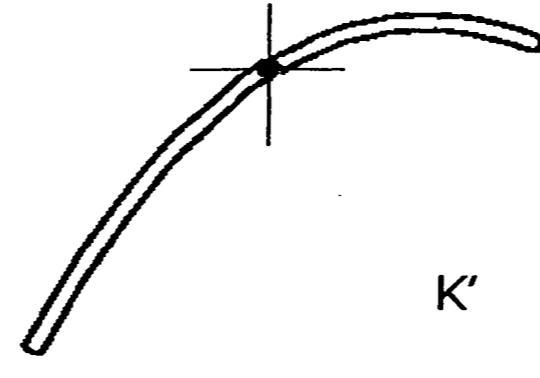
H'



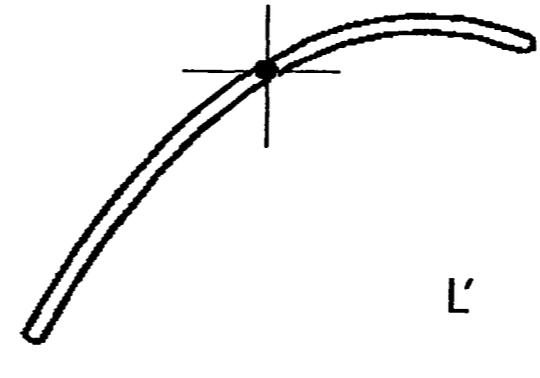
I'



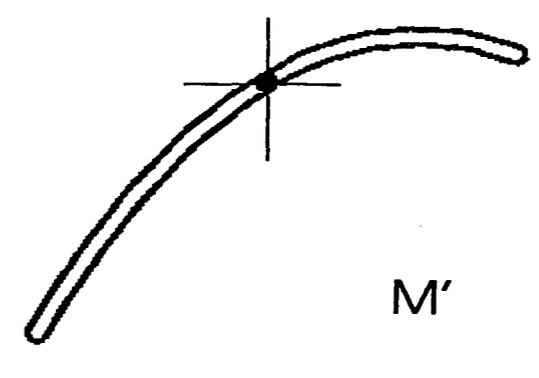
J'



K'



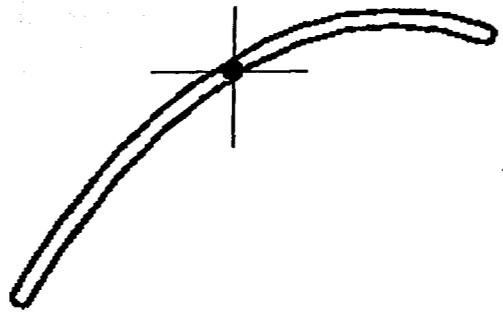
L'



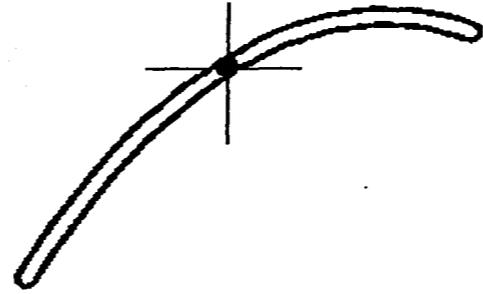
M'

ESCALA 1:1

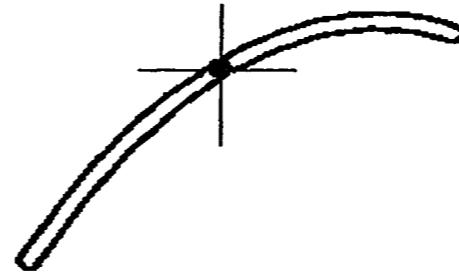
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO	
TENEDOR (ESTEREOTOMÍA CORTES)	26/40



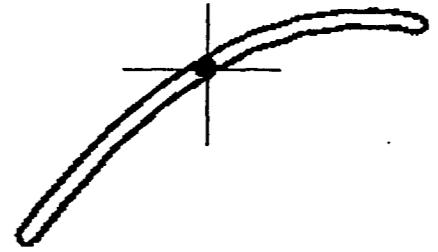
N'



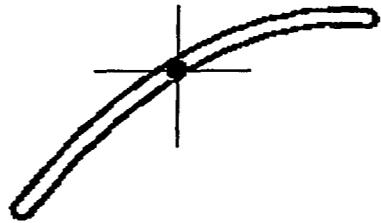
Ñ'



O'



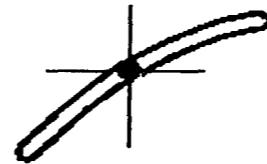
P'



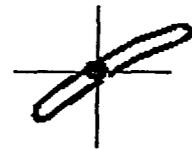
Q'



R'



S'



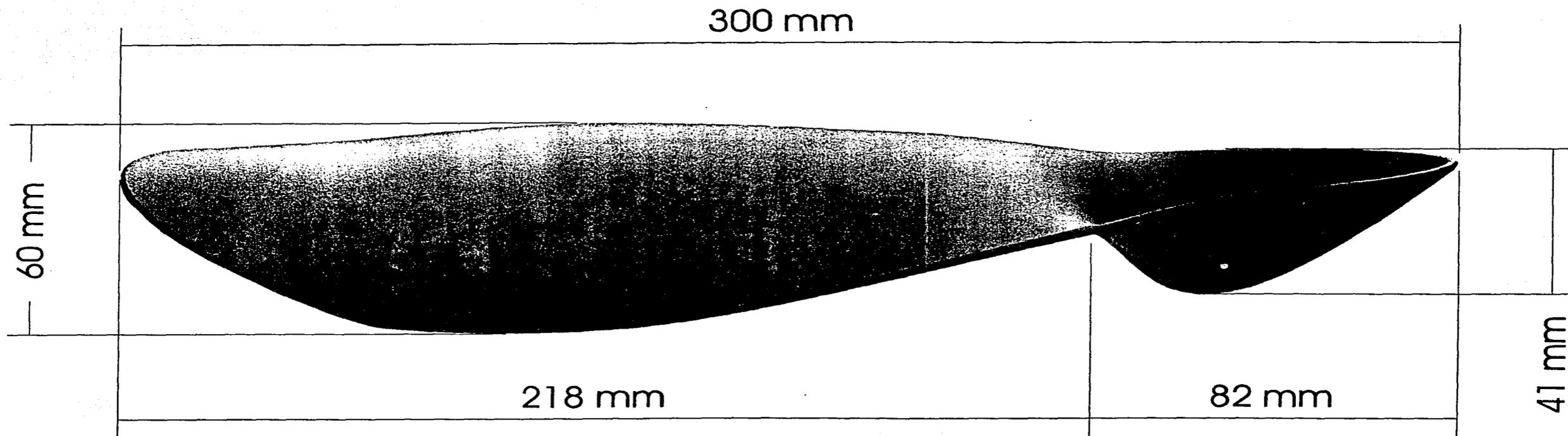
T'

ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

TENEDOR (ESTEREOTOMÍA CORTES)

27/40

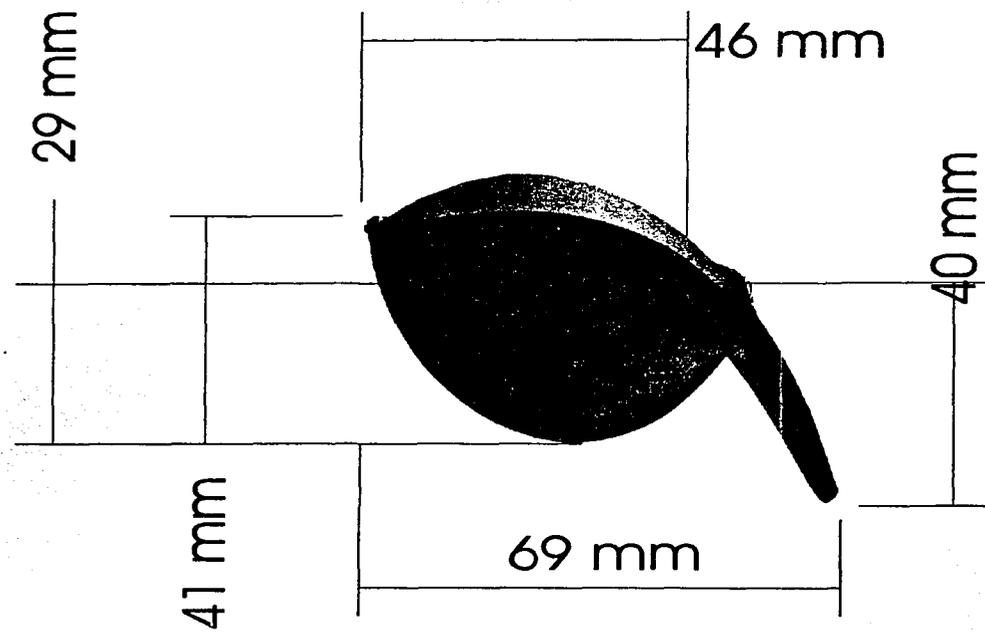


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (VISTA FRONTAL)

28/40

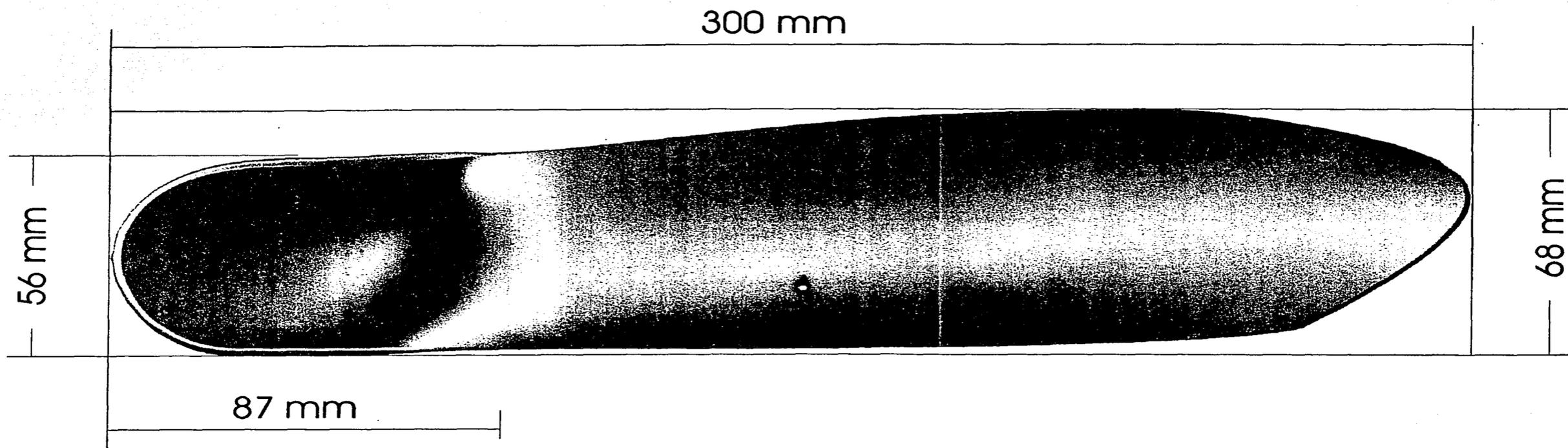


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (VISTA LATERAL)

29/40

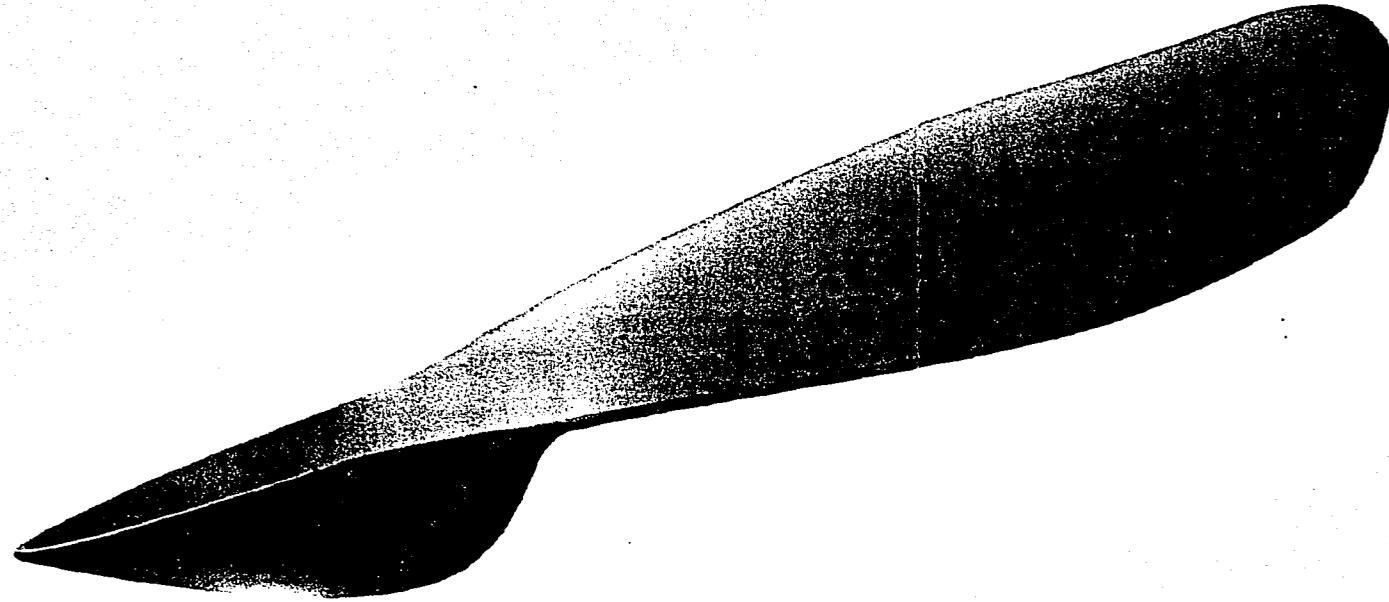


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (VISTA SUPERIOR)

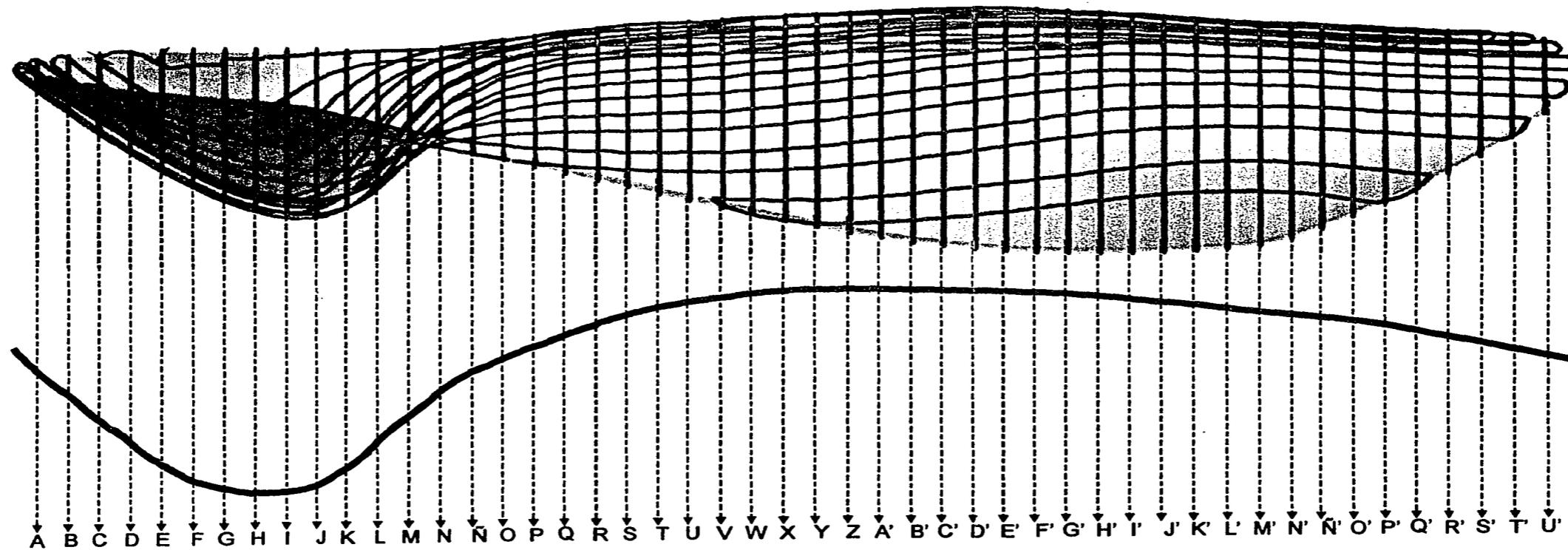
30/40



CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (PERSPECTIVA)

31/40

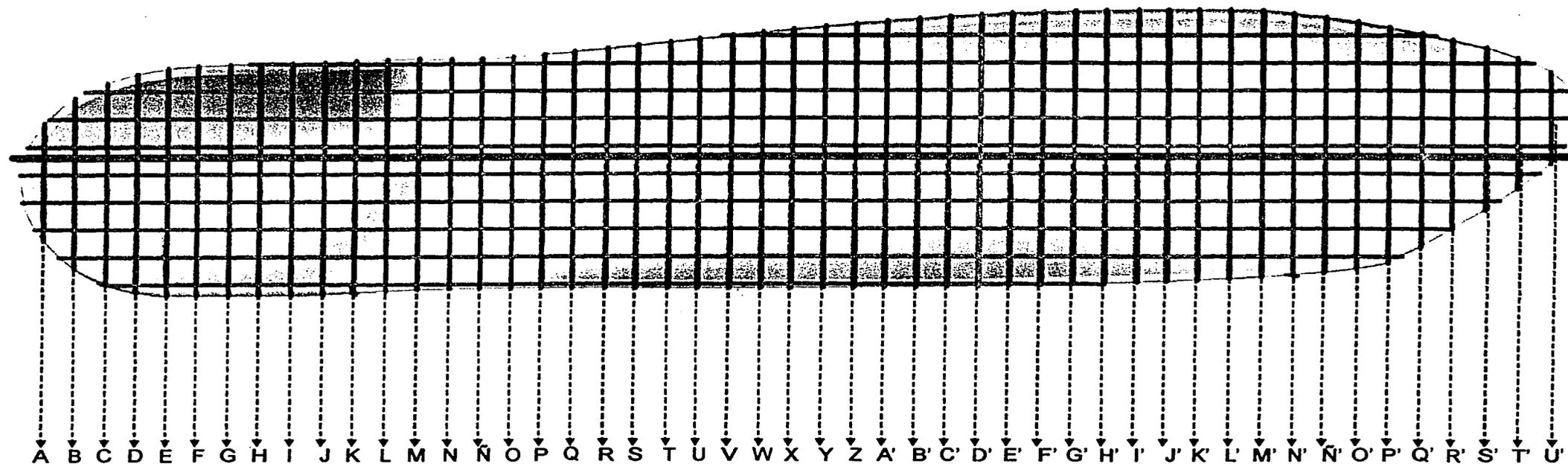


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA FRONTAL)

32/40

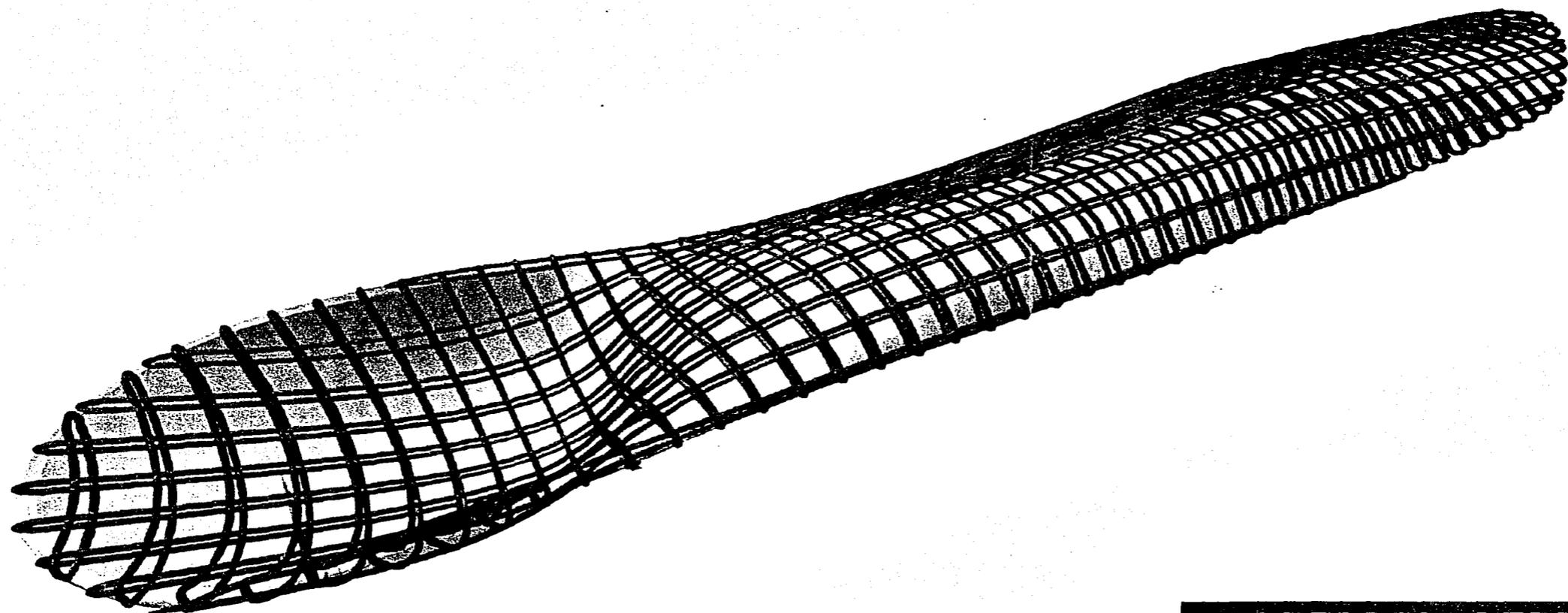


ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA SUPERIOR)

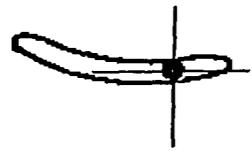
33/40



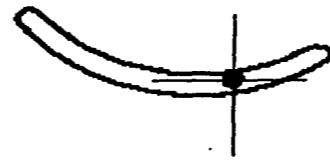
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA PERSPECTIVA)

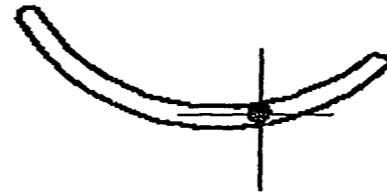
34/39



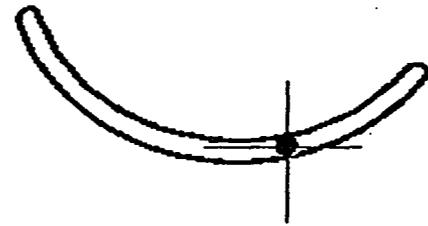
A



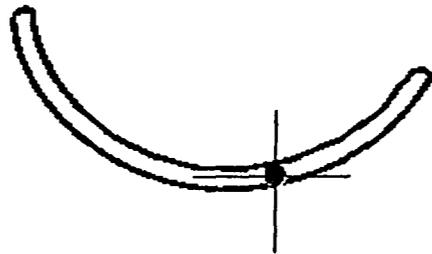
B



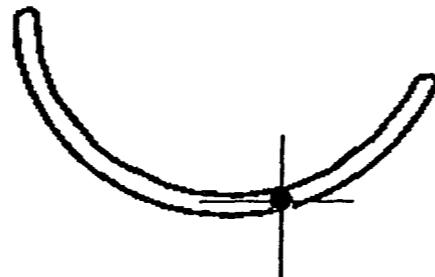
C



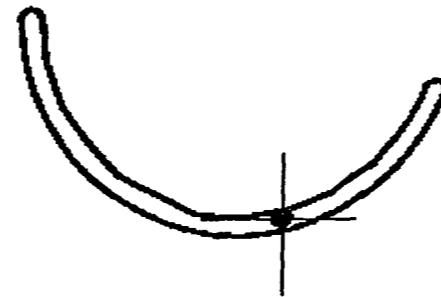
D



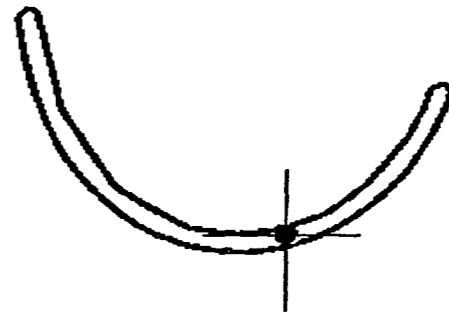
E



F



G



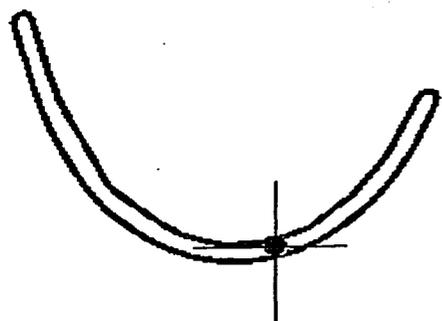
H

ESCALA 1:1

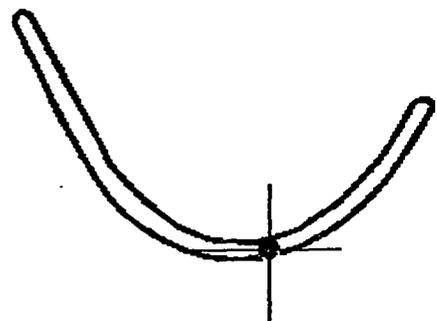
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA CORTES)

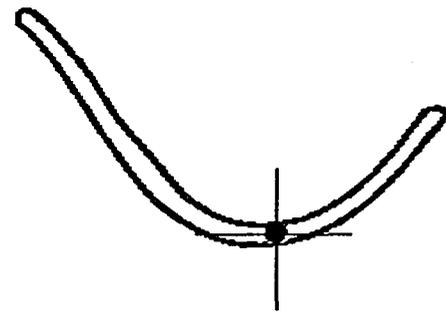
35/40



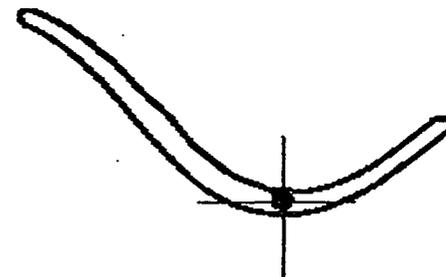
I



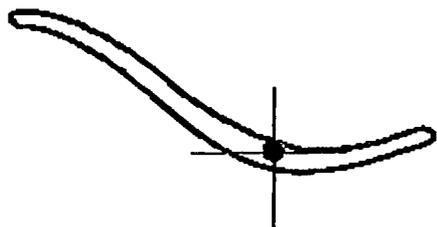
J



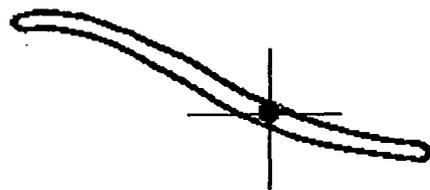
K



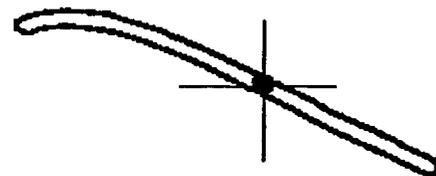
L



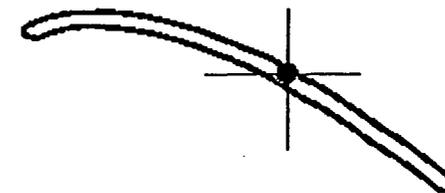
M



N



Ñ



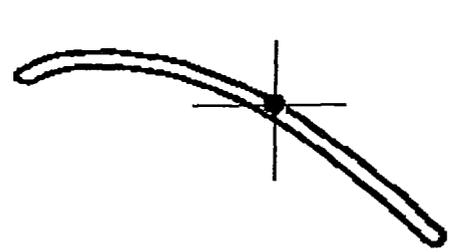
O

ESCALA 1:1

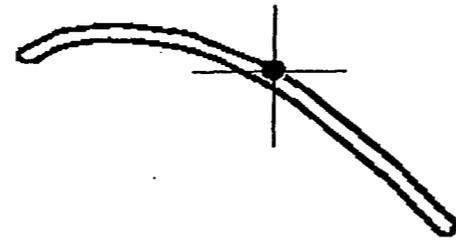
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA CORTES)

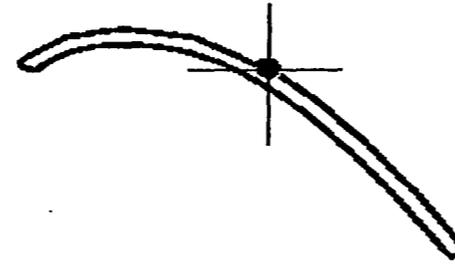
36/40



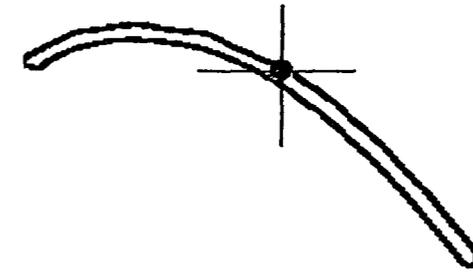
P



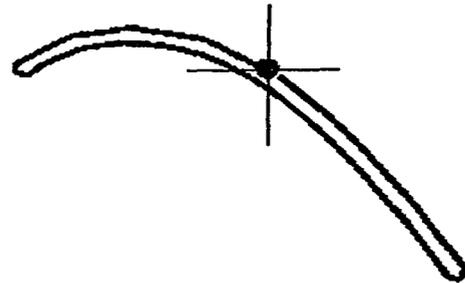
Q



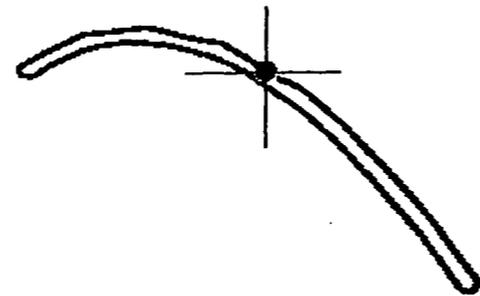
R



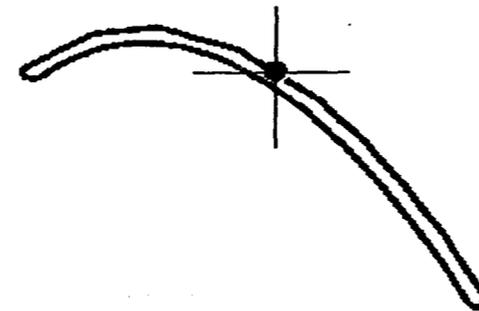
S



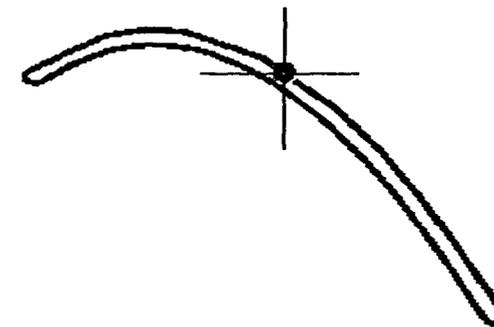
T



U



V



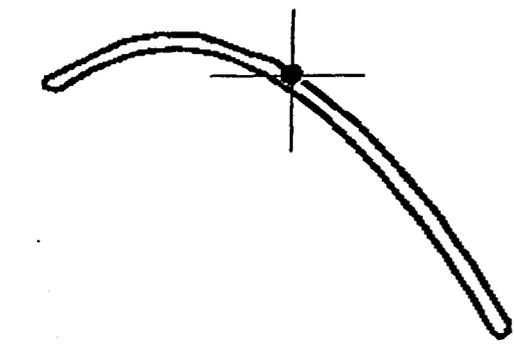
W

ESCALA 1:1

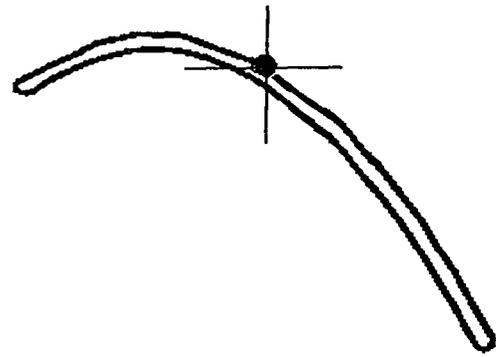
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA CORTES)

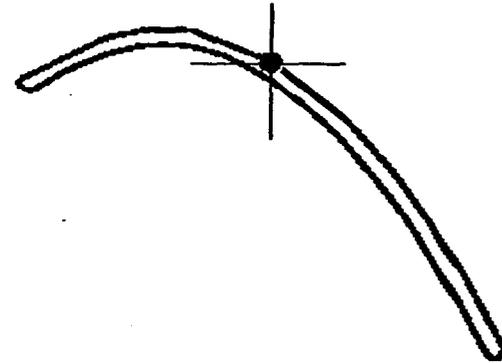
37/40



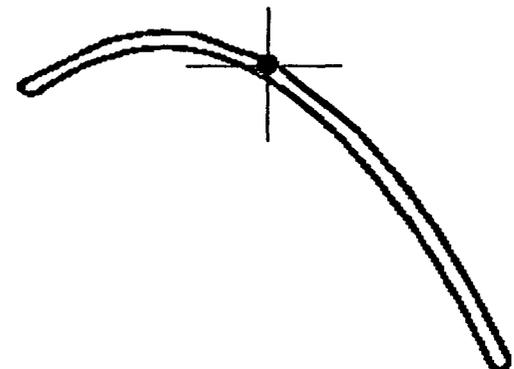
X



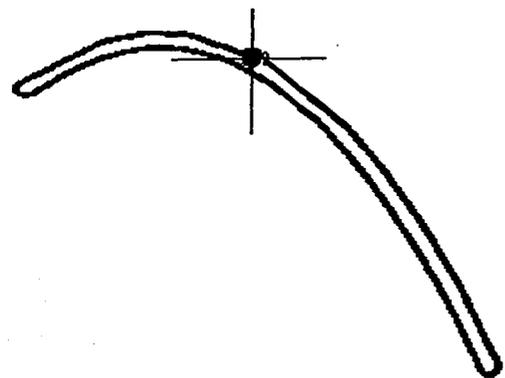
Y



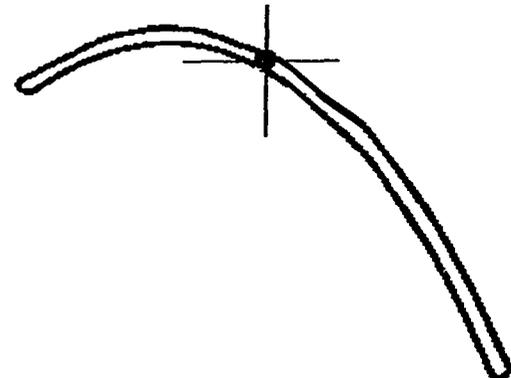
Z



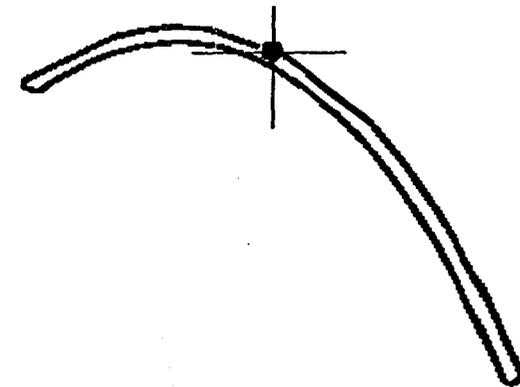
A'



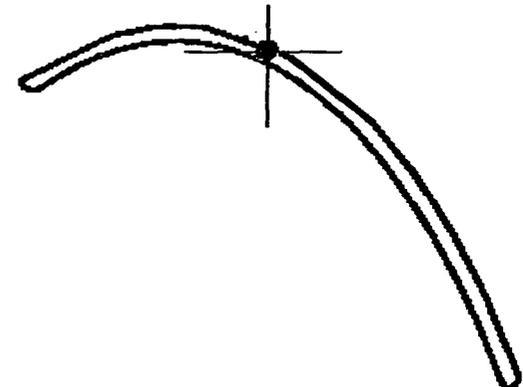
B'



C'



D'



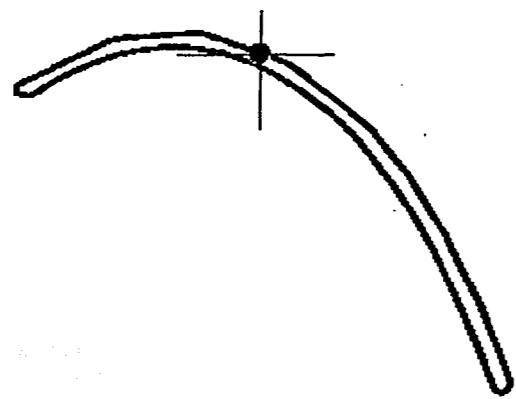
E'

ESCALA 1:1

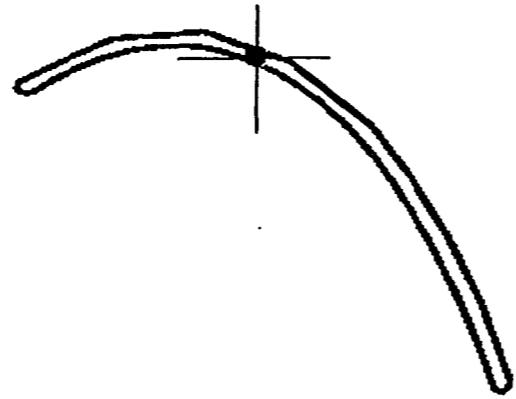
CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA CORTES)

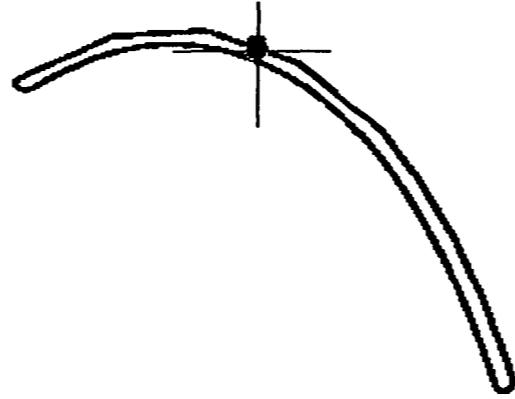
38/40



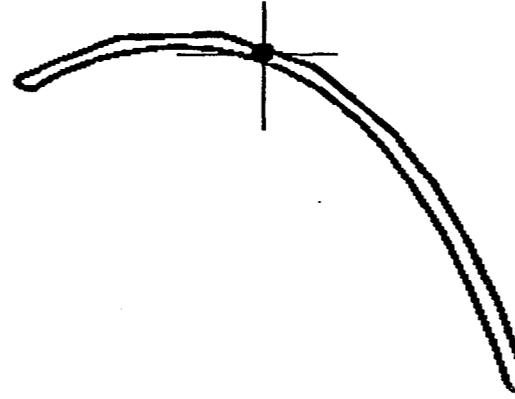
F'



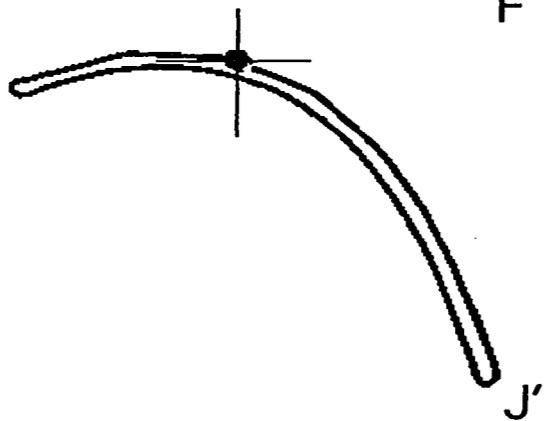
G'



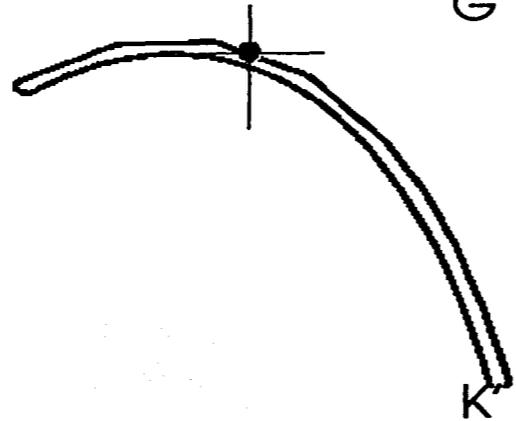
H'



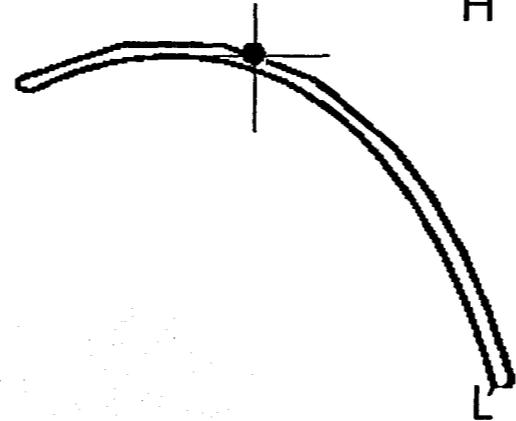
I'



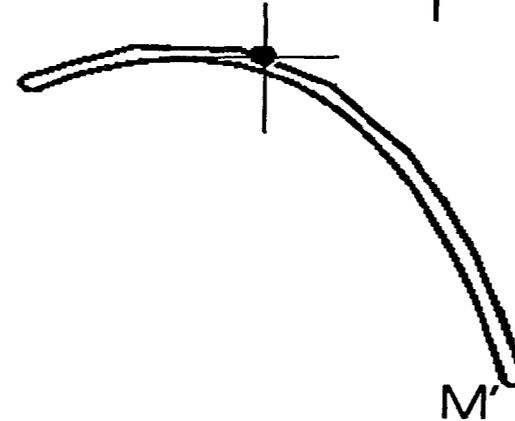
J'



K'



L'



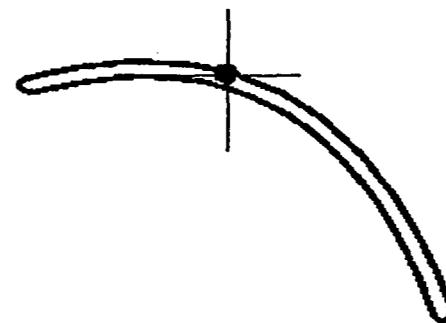
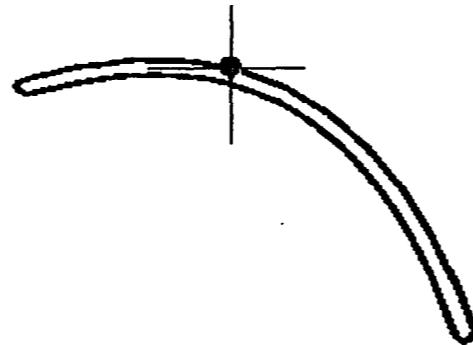
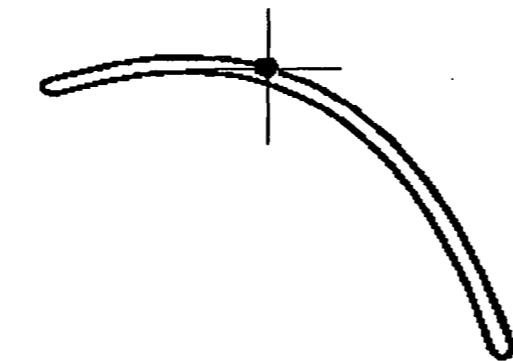
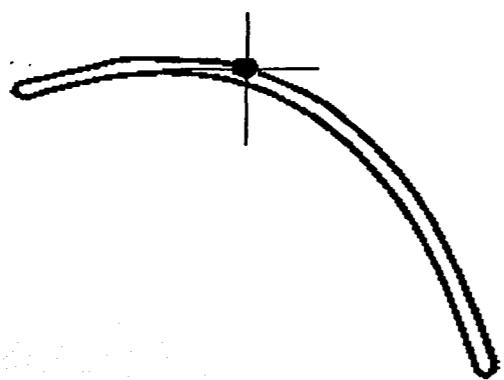
M'

ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA CORTES)

39/40

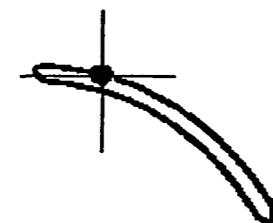
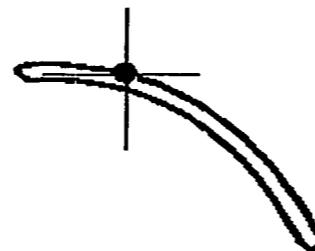
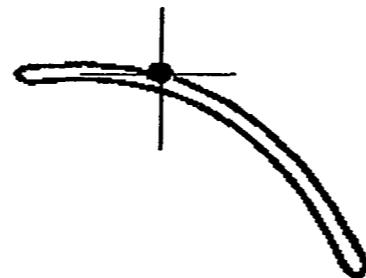
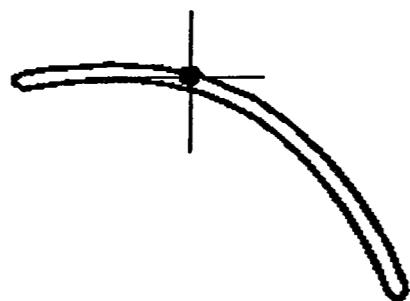


N'

N'

O'

P'



Q'

R'

S'

T'

ESCALA 1:1

CUBIERTOS DE SERVICIO EN PORCELANA DE CIRCONIO

CUCHARA (ESTEREOTOMÍA CORTES)

40/40

11. PRODUCCIÓN

La configuración formal de los cubiertos de servicio permite la adecuación de la producción en diferentes procesos utilizados en la industria cerámica, que va desde el propuesto en la investigación (vaciado en moldes de yeso) que es el mas usual en la producción de cerámica (artesanal e industrial) por no necesitar de infraestructura especializada, hasta los procesos de prensa isostática y de inyección, para los cuales se requiere de una específica consistencia de la pasta cerámica y maquinaria sofisticada para llevarse a cabo, teniendo como ventajas una alta producción con poco mano de obra y cuyos procesos se encuentran presentes en la industria de nuestro país.

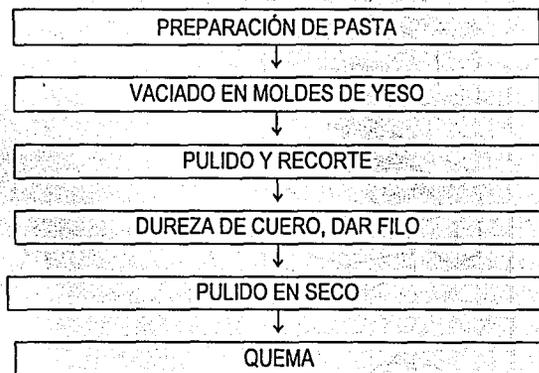
La condicionante de todos los procesos de producción de esta cerámica, porcelana con adiciones de circonio, ya sea en la fabricación en talleres artesanales por el vaciado en moldes de yeso o en industrias con una alta producción es, quemar en el horno cerámico a una temperatura mayor de 1300°C.

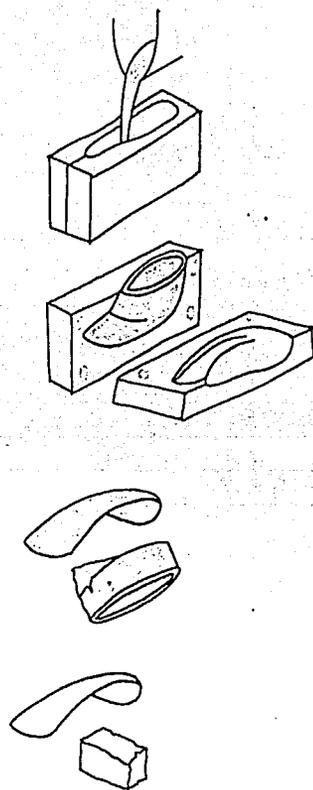
11.1. VACIADO EN SUSPENSIÓN

La pieza se reproduce en un molde de yeso, en este caso se utilizan moldes de una o dos partes, para vaciar la pasta en la consistencia de barbotina (fuida y cremosa), que una vez formado el espesor deseado por la absorción de humedad del yeso al estar en contacto con la pasta cerámica, el restante de la barbotina es retirada para dar paso a que la consistencia d la pasta sea firme para desmoldarla.

Una vez que se conforma el estado adecuado para evitar deformaciones (dureza de cuero) y ya fuera del molde, se da paso al recorte de sobrantes y rebabas que hayan quedado, esto con ayuda de navajas o charrascas (segueta afilada en un extremo)

La pieza se deja secar a temperatura ambiente para ser pulida con ayuda de esponjas en las aristas y superficie.





En el caso del cuchillo al cual se le tiene que dar el filo, es necesario tener la referencia desde el molde, para que en estado de dureza de cuero, se pula con una esponja rígida dando el acabado final.

La producción será de acuerdo al número de moldes que se dispongan y de la habilidad del trabajador.

Fig. 110. Esquemas del proceso de vaciado. Moldes de yeso en una y dos partes, cuchillo.

11.2. PRENSAS

Presna RAM, a través de moldes de yeso de dos partes que en su interior tienen un sistema de tubos que permite hacer el vacío. La pasta cerámica se comprime con la fuerza suficiente para adoptar la forma del molde.

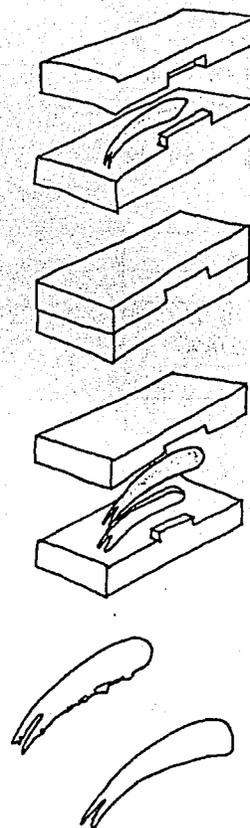
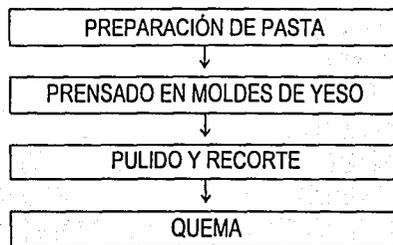
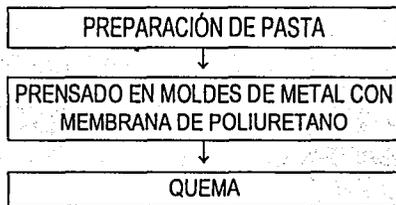


Fig. 111. Esquemas de los moldes de prensa RAM, tenedor.

Prensa isostática, la pasta cerámica en este caso, debe tener una consistencia granulada con un bajo contenido de humedad (3%) abasteciendo los moldes, que son dos partes, para ejercerse sobre ellos la presión suficiente para compactar la pasta copiando fielmente la forma del molde.



El filo se obtiene con una mejor calidad desde el molde y sólo es necesario dar un retoque con ayuda de esponja rígida que actúa mecánicamente, cuando la pieza se encuentre en estado seco.

La producción dependerá de la capacidad de la maquinaria.

11.3. INYECCIÓN

Carpenter S.A de C.V. es la industria que actualmente cuenta con este proceso de producción, la formulación de la pasta es de importación y es mediante la mezcla de ceras que se derriten por el calor a la hora de realizar el proceso. Los moldes son elaborados de un tipo de acero y en este caso, pueden ser retráctiles, pudiendo ser de más de dos partes.

La obtención de piezas es de gran calidad, pudiendo copiar con una mayor fidelidad el filo del cuchillo y las aristas redondeadas, por lo cual solo necesita retocarse posteriormente el punto de inyección.

La producción es alta y depende de la capacidad de la maquina inyectora.

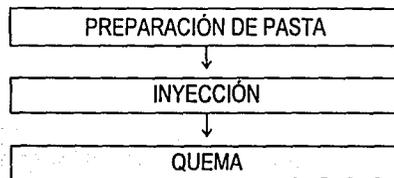


Fig. 113. Esquemas del molde con el punto sugerido de inyección.

11.4. CUADRO COMPARATIVO
DE LOS PROCESOS DE
PRODUCCION

PROCESO	MANO DE OBRA			MAQUINARIA ESPECIALIZADA	CONSISTENCIA ESPECIAL DE LA PASTA	PRODUCCIÓN		
	Recort	Pulido	Filo			Baja	Mediana	Alta
Vaciado en suspensión	*	*	*			*	*	*
Prensa RAM		*		*	*		*	*
Prensa Isostática				*	*			*
Inyección				*	*			*

12. VALOR DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Se determinaron los valores del desarrollo este proyecto, partiendo de las horas de investigación y asesorías, determinando un estimado acorde a los valores monetarios actuales, que se emplean en Instituciones o Centros donde se lleva a cabo una actividad similar.

Etapas	Actividad	Tesista	Directora	Sinodal	Especialista ergonomico	Especialistas técnicos	Sinodal	Fotografias
Investigación de nuevos materiales cerámicos	Visitas Entrevistas	52						
Analisis de la investigación	Revisión	16	8	6				
Pruebas con el material	Elaboración Asesorías	29				21		
Elección del material	Decisiones	14	11	11				
Planteamiento de la aplicación	Decisiones	24	18	18				
Analisis ergonomico	Consulta	18			14			
Simulación ergonomica	Fotografias	6						6
Trabajo de diseño	Analisis de factores	42						
Trabajo en taller	Modelos Moldes	48						
Correcciones de diseño	Consulta	6	6	6				
Correcciones de estructuración	Consulta	38	18	12			8	
Desarrollo de documento	Asesorias	34						
	HORAS	275	61	53	14	21	8	6
	VALOR POR HORA	280	400	400	400	400	400	400
	SUB TOTAL	77000	24400	21200	5600	8400	3200	2400
	TOTAL (\$)	142200						

**ESTA TESIS NO SALIR
DE LA BIBLIOTECA**

13. CONCLUSIONES

El resultado de esta tesis es la aplicación de un nuevo material cerámico, que se localizó en la indagación realizada en diversos institutos.

El acercamiento con investigadores como el Dr. Matute o el Dr. Balmori, que me dieron la pauta acerca de las muchas posibilidades que tiene la cerámica en diferentes usos y aplicaciones; Profesores como la Maestra Mejuero, que compartió su investigación con la cual me fue posible hacer pruebas y determinar características del material; y técnicos especializados como el Dr. Lozano, de gran ayuda en la consolidación de los procesos de producción y factibilidad de ellos.

Demostrando que es factible la aplicación de un nuevo material cerámico en un producto de consumo, como ha sido en los cubiertos de servicio, en donde se analizaron los factores ergonómicos, de producción y estéticos

Los cubiertos de servicio que constan de cuchillo de corte, tenedor trinche y cuchara para servir han sido propuestos para su elaboración mediante el proceso de vaciado de barbotina en moldes de yeso.

La tesis concluye en la viabilidad de producción en otros procesos de la industria cerámica, teniendo como siguiente paso la determinación de elaborarse los moldes necesarios con el proceso acorde. La comercialización, debe ser congruente con una investigación de mercado y con una ubicación del consumidor. Así como analizar los inconvenientes que puedan presentarse, para hacer más eficiente una producción en serie.

De esta manera se comprueba que el trabajo interdisciplinario con centros de investigación es una gran opción para el diseñador industrial, la cual debe ser aprovechada para el desarrollo, innovación o el mejoramiento de productos.

BIBLIOGRAFÍA

Alessi, Alberto LA FABBRICA DEI SOGNI, Editorial Electa, Milán 1998.

Askeland, Donald R. LA CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES, Editorial Noriega, Londres 1988.

Norton, F. H. CERAMICA FINA, TECNOLOGIA Y APLICACIONES, Ediciones Omega. Barcelona 1975.

Singer, Felix. Singer, Sonja S. CERAMICA INDUSTRIAL, Vol. I, Editorial URMO, Bilbao 1979.

Singer, Felix. Singer, Sonja S. CERAMICA INDUSTRIAL, Vol. III, Editorial URMO, Bilbao 1979.

Panero, Julius. Zelinik, Martín LAS DIMENSIONES HUMANAS EN LOS ESPACIOS INTERIORES, Editorial Gustavo Gilli, México 1984.

Tesis:

Ávila Chavrand, Rosalio. Prado León, Lilia R. González Muñoz. Elvia L. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN LATINOAMERICANA, Centro de Investigaciones en ergonomía, Universidad de Guadalajara; México 2001.

Flores Sánchez, Cecilia ERGONOMIA PARA DISEÑO INDUSTRIAL, Tesis de Maestría, Unidad de Posgrado de Diseño Industrial-UNAM, México 1992.

Vázquez Malagón, Emma del Carmen MANUAL PARA DISEÑO DE PIEZAS EN CERÁMICA, Tesis de Licenciatura, Centro de Investigaciones de Diseño Industrial-UNAM, México 1997.

Páginas consultadas de internet:

<http://www.cimav.edu.mx>

<http://www.cimav.edu.mx/cbm/>

<http://www.ipn.mx>

http://www.ipn.mx/escuelas_centros_y_unidades/esiquie.htm

http://www.ipn.mx/escuelas_centros_y_unidades/cinvestav.htm

<http://serpiente.dgsca.unam.mx/>

<http://www.iquimica.unam.mx/>

<http://www.fciencias.unam.mx/Docencia/Posgrado/Materiales/>

<http://www.unam.mx/iim>

<http://www.gesswein.com/catalog/home.cfm>

Animaciones en computadora:

BIBA Diseño Industrial: biba_di@hotmail.com