

---

## SELECTION OF DENTAL CERAMICS IN AN ESTHETIC AREA. A CASE REPORT

### SELECCIÓN DE CERÁMICAS DENTALES EN ZONA ESTÉTICA. REPORTE DE UN CASO CLÍNICO

GERMÁN MARTÍNEZ GALEANO<sup>1</sup>, LUISA FERNANDA PACHECO MUÑOZ<sup>2</sup>, LIDA CONSTANZA LÓPEZ PALOMAR<sup>3</sup>

**Abstract.** *The use of full ceramic systems to restore teeth in the anterior area is today the preferred method over conventional metal-ceramic systems due to the combination of aesthetic and mechanical properties, in addition to the biocompatibility of these materials and the possibility they offer to minimize tooth preparation. However, due to the sensitivity of the technique while using these systems, especially those that require adhesive cementation, it is highly important to be familiar with their characteristics and indications in order to make the right choice according to each patient's conditions. The literature reports that the possible clinical failures of these materials are multifactorial, with occlusal instability being one of the causes. Therefore, their biomechanical behavior and the strict implementation of clinical protocols are necessary for successful long-term restorations. This article discusses the various adhesive restorative options to rehabilitate the anterior area and presents their application to a patient's clinical case with esthetic purposes.*

**Key words:** *ceramics, dental esthetics, dental materials, permanent dental restoration*

---

**Resumen.** *El uso de sistemas totalmente cerámicos para la restauración de dientes en el sector anterior se prefiere actualmente sobre los sistemas convencionales metal-cerámicos, debido a la combinación de propiedades estéticas y mecánicas, además de la biocompatibilidad y la posibilidad que ofrecen estos materiales de minimizar la preparación dental. Sin embargo, debido a la sensibilidad de la técnica en el uso de estos sistemas, especialmente aquellos que requieren cementación adhesiva, es de gran importancia conocer sus características e indicaciones para elegir la opción apropiada de acuerdo a las condiciones del paciente. La literatura reporta que las fallas clínicas que se pueden presentar en estos materiales son por causas multifactoriales, entre ellas, la inestabilidad oclusal. Por lo tanto, su comportamiento biomecánico y la aplicación de protocolos clínicos y de procesamiento estrictos son necesarios para el éxito de las restauraciones a largo plazo. Este artículo discute las diferentes opciones en odontología restauradora adhesiva para rehabilitar el sector anterior y presenta la aplicación al caso clínico de una paciente con propósitos estéticos.*

**Palabras clave:** *cerámica, estética dental, materiales dentales, restauración dental permanente*

Martínez-Galeano G, Pacheco-Muñoz LF, López-Palomar LC. Selection of dental ceramics in an esthetic area. A case report. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2017; 29 (1): 222-240. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v29n1a12>

- 
- 1 DMD, Universidad Santiago de Cali. Specialist in Oral Rehabilitation, Universidad del Valle. Professor at Universidad del Valle and Universidad Santiago de Cali.
  - 2 DMD, Universidad del Valle. Specialist in Oral Rehabilitation, Universidad del Valle. Professor, Universidad del Valle, Colegio Odontológico Colombiano, Cali.
  3. DMD, Universidad Santiago de Cali. MBA, Universidad ICESI.

SUBMITTED: MARCH 15/2016-ACCEPTED: JANUARY 24/2017

- 
- 1 Odontólogo, Universidad Santiago de Cali. Especialista en Rehabilitación Oral, Universidad del Valle. Docente de la Universidad del Valle y de la Universidad Santiago de Cali
  - 2 Odontóloga, Universidad del Valle. Especialista en Rehabilitación Oral, Universidad del Valle. Docente de la Universidad del Valle, Colegio Odontológico Colombiano, Cali
  - 3 Odontóloga, Universidad Santiago de Cali. MBA, Universidad ICESI, Ortodoncista, Universidad Cooperativa de Colombia

RECIBIDO: MARZO 15/2016- ACEPTADO: ENERO 24/2017

## INTRODUCTION

In cosmetic dentistry, restorations in the anterior area are considered a very complex procedure, in which the clinician must choose the ideal treatment and select appropriate materials to achieve satisfactory and predictable cosmetic results. The treatment can be done by direct techniques, using composite resins to restore lost dental tissue in a fast, inexpensive, conservative way.<sup>1</sup> However, manufacturing these resins is complex, their color stability is not very predictable,<sup>2</sup> and the material's abrasion is higher in comparison with ceramics and tooth enamel.<sup>3</sup> Indirect restoration procedures include the manufacturing of full ceramic or metal-ceramic crowns. In indirect procedures, metal-ceramic crowns have long been considered the gold standard in restorative dentistry, thanks to their high resistance to breakage, color stability, and a survival rate of 95.6% in 5 years,<sup>4</sup> providing also good aesthetic results.<sup>5, 6</sup> However, in the anterior area, metal structures affect esthetics; light transmission decreases when it interacts with a metal-ceramic restoration compared to natural teeth, and the gingiva surrounding the restoration can become darker.<sup>7</sup> To avoid these situations, clinical studies have shown that full ceramic restoration systems have better optical properties and a better periodontal response than metal-ceramic restorations.<sup>8, 9</sup>

As a result, the materials used in restorations with high esthetic demands, as well as the sophisticated adhesive techniques, have improved in recent decades to meet the needs of patients and clinicians who seek to preserve the largest amount of tooth structure and to obtain predictable results.<sup>10</sup> To perform adhesive restorations, it is necessary to use acid-sensitive ceramic systems, such as lithium disilicate-reinforced glass ceramic (IPS e.max) and leucite-reinforced glass ceramic (IPS Empress),

## INTRODUCCIÓN

En estética dental, la restauración de dientes en el sector anterior se considera un procedimiento de alta complejidad, en el cual el clínico debe elegir el tratamiento ideal y seleccionar materiales apropiados para lograr resultados estéticos satisfactorios y predecibles. El tratamiento puede ser mediante técnicas directas, utilizando resinas compuestas para la restauración del tejido dental perdido de una manera rápida, económica y conservadora.<sup>1</sup> No obstante, la elaboración de estas resinas es compleja, la estabilidad del color es poco predecible<sup>2</sup> y la abrasión del material es mayor en comparación con la cerámica y el esmalte dental.<sup>3</sup> Los procedimientos de restauración indirecta comprenden la fabricación en el laboratorio de coronas totalmente cerámicas o metal-cerámicas. Al realizar procedimientos indirectos, las coronas metal-cerámicas han sido consideradas durante décadas como el procedimiento de elección en odontología restauradora, gracias a su alta resistencia a la fractura, estabilidad de color y la tasa de supervivencia del 95.6% a 5 años,<sup>4</sup> brindando además resultados estéticos razonables.<sup>5, 6</sup> Sin embargo, en el sector anterior, la estructura metálica compromete la estética; la transmisión de la luz disminuye cuando interactúa con una restauración metal-cerámica si la comparamos con un diente natural, y se puede presentar oscurecimiento en la encía circundante a la restauración.<sup>7</sup> Para evitar este tipo de situaciones, los estudios clínicos han demostrado que los sistemas de restauración totalmente cerámicos poseen mejores propiedades ópticas y una respuesta periodontal superior a la que ofrece una restauración metal-cerámica.<sup>8, 9</sup>

En consecuencia, los materiales utilizados en restauraciones de alta estética, al igual que las sofisticadas técnicas adhesivas, se han mejorado en las últimas décadas con el propósito de satisfacer las necesidades de pacientes y clínicos que buscan preservar la mayor cantidad de estructura dental y resultados predecibles.<sup>10</sup> Para realizar restauraciones adheridas, es necesario utilizar sistemas cerámicos ácido-sensibles, y se han encontrado, entre otros, la cerámica de vidrio reforzada con disilicato de litio (IPS e.max) y la cerámica de vidrio reforzada con leucita (IPS Empress),

which are indicated for veneers, inlays, onlays, and individual crowns. Clinical trials have shown high survival rates (onlays: 100% after 3 years<sup>11</sup> and crowns: 96.6% after 5 years)<sup>12</sup>. Feldspathic ceramics with high concentrations of glass and silicate are generally used for coating ceramic and metal structures in order to achieve an adequate shape and to reach satisfactory aesthetic properties in the final restoration.<sup>13</sup>

On the other hand, there are the highly-resistant ceramic systems, such as yttria partially stabilized zirconia (Y-ZTP), which have little or no vitreous phase due to their polycrystalline nature, and therefore are not sensitive to acid etching. In addition, they have very low porosity (achieved during the manufacturing process in laboratory, based on CAD-CAM techniques), high opacity and high modulus of elasticity, over 900 MPa.<sup>14</sup> All these features make these materials suitable for manufacturing substructures for fixed dentures in the posterior area, and their high opacity allows masking pigmented or metal dental stumps. In addition, the high survival rate of 95.4% in 5 years makes them very reliable.<sup>15</sup>

Clearly, there is no one ceramic system that can be used in all clinical situations; therefore, it is necessary to understand some basic concepts of these systems in order to make an appropriate selection according to each clinical situation. While making an all-ceramic restoration, it is important to take into account the following criteria: location, type of restoration, dental remnant, desired final color, amount of dental remnant, design of the marginal end line, and cementing technique.<sup>16</sup> Therefore, when it is necessary to perform a restoration seeking excellent aesthetic results in an anterior tooth, it is recommended to use ceramics with a high content of glass, including feldspathic and monolithic ceramics such as lithium disilicate; if the restoration requires using fracture-resistant

las cuales están indicadas para realizar carillas, incrustaciones sin recubrimiento cuspídeo (inlay) e incrustaciones con recubrimiento cuspídeo (onlay) y coronas individuales. Los ensayos clínicos han demostrado altas tasas de supervivencia (onlays: 100% después de 3 años<sup>11</sup> y coronas: 96,6% después de 5 años)<sup>12</sup>. Las cerámicas feldespáticas con altas concentraciones de vidrio y silicato son utilizadas generalmente para recubrir estructuras metálicas o cerámicas, con el fin de lograr una forma adecuada y conseguir propiedades estéticas satisfactorias en la restauración definitiva.<sup>13</sup>

Por otro lado, están los sistemas cerámicos de alta resistencia, como el óxido de zirconio parcialmente estabilizado con itrio (Y-ZTP), que al ser de naturaleza policristalina presentan poca o ninguna fase vítrea, y por lo tanto no son sensibles al grabado ácido. Adicionalmente, se destacan por una porosidad mínima (obtenida durante el proceso de fabricación en el laboratorio, basado en técnicas CAD-CAM), su gran opacidad y alto módulo de elasticidad, superior a los 900 MPa.<sup>14</sup> Todas estas características hacen que el material sea conveniente para la fabricación de subestructuras para prótesis fijas en el sector posterior, y la alta opacidad permite enmascarar muñones dentales pigmentados o metálicos. Además, la alta tasa de supervivencia, del 95,4% a 5 años, garantiza su uso.<sup>15</sup>

Es claro que no existe un sistema cerámico para utilizar en todas las situaciones clínicas, por lo tanto, es necesario entender algunos conceptos básicos de los mismos, para realizar una selección apropiada de acuerdo a la situación clínica. Durante la fabricación de una restauración totalmente cerámica, es importante tener en cuenta los siguientes criterios: ubicación, tipo de restauración, color del remanente dental, color final deseado, cantidad de remanente dental, diseño de la línea de terminación marginal y técnica de cementación.<sup>16</sup> Por lo tanto, cuando es necesario realizar una restauración de alta estética en un diente anterior, se recomienda utilizar cerámicas con alto contenido de vidrio, entre ellas las feldespáticas, o las monolíticas como el disilicato de litio; si la restauración requiere cerámicas resistentes a la fractura o

ceramics or masking pigmented or metal stumps, the clinician can choose opaque ceramics such as zirconia to manufacture the structure and cover it with a highly esthetic material such as feldspathic ceramic, due to its high content of crystals.<sup>17</sup>

### **Which ceramic system to choose?**

It is important to take into account the following parameters when selecting a full ceramic system: the strength and longevity of the restoration, the ability to resemble adjacent teeth, the versatility of the material, and its clinical management.<sup>13</sup>

The most popular ceramic systems are those that have a zirconia structure, specifically yttria partially stabilized zirconia (Y-ZTP), with mechanical properties over 900 MPa, allowing its use in the anterior and posterior areas and in fixed prosthesis.<sup>18</sup> However, some studies suggest that the bi-layered (zirconia/veneer) ceramic systems must be used with some caution, since they have failures such as chipping and delamination of the veneering ceramic once they start to operate.<sup>19</sup> For monolithic single-tooth or full ceramic restorations there is lithium disilicate, with mechanical properties of 400 to 440 MPa and high survival rates for anterior and posterior single crowns and for inlay and onlay restorations.<sup>20-23</sup>

### **Ability to resemble adjacent teeth**

The dental ceramist must have the ability to imitate the dimensions, textures, and contours of the teeth to be replaced. In addition, the material to be used must have a behavior similar to natural teeth when interacting with light, allowing translucence, opalescence, and metamerism.<sup>24</sup> The behavior of zirconium oxide and lithium disilicate varies in terms of translucency levels, since zirconium oxide is a ceramic with high content of crystals and therefore is less translucent than lithium disilicate.<sup>25</sup> Higher translucency levels allow for more light in the restoration, and if used with a light resinous

enmascarar muñones pigmentados o metálicos, el clínico puede elegir cerámicas opacas como la zirconia para fabricar la estructura y recubrirla con una cerámica de alta estética como la feldespática, por su alto contenido de cristales.<sup>17</sup>

### **¿Cuál sistema cerámico elegir?**

Es importante tener en cuenta estos parámetros al momento de seleccionar un sistema totalmente cerámico: la fortaleza y longevidad de la restauración, la habilidad para mimetizarse con los dientes adyacentes, la versatilidad del material y su manejo clínico.<sup>13</sup>

Los sistemas cerámicos más populares son aquellos que tienen estructura en zirconia, específicamente el óxido de zirconio parcialmente estabilizado con itrio (Y-ZTP), con propiedades mecánicas superiores a los 900 MPa, lo que permite su utilización en el sector anterior, posterior y en prótesis fijas.<sup>18</sup> No obstante, hay estudios que sugieren que los sistemas cerámicos bicapas (zirconia/veneer) deben ser utilizados con cierta precaución, ya que presentan fallas tipo astillado ("chipping") y delaminación de la cerámica de recubrimiento cuando entran en función.<sup>19</sup> Para realizar restauraciones unitarias monolíticas o totalmente cerámicas existe el disilicato de litio con propiedades mecánicas de 400 a 440 MPa y una alta tasa de supervivencia para coronas individuales anteriores, posteriores y restauraciones inlays y onlays.<sup>20-23</sup>

### **Habilidad para mimetizarse**

El ceramista dental debe tener la habilidad de imitar las dimensiones, texturas y contornos de los dientes a reemplazar. Además, el material a utilizar debe presentar un comportamiento similar al diente natural cuando interactúa con la luz, permitiendo translucidez, opalescencia y metamerismo.<sup>24</sup> El comportamiento del óxido de zirconio y del disilicato de litio es diferente en cuanto a sus niveles de translucidez, ya que el óxido de zirconio, por ser una cerámica con alto contenido de cristales, es menos translúcida si se compara con el disilicato de litio.<sup>25</sup> Una mayor translucidez permite más luz en la restauración, y si se utiliza con un cemento resinoso claro, se pueden

cement, a more esthetic result can be achieved.<sup>26</sup> However, high translucency is not always desirable. There are situations that require ceramic materials with low translucency. Dark, pigmented or restored teeth with metal retainers need a ceramic that hides or masks these substrates.<sup>27</sup>

### **Clinical management and versatility**

Restorations using zirconium oxide structures can be cemented with conventional cements or resin systems. While conventional systems are inexpensive and easy to handle during the cementation procedure, lithium disilicate restorations require the use of resin-based cements.<sup>28, 29</sup> The ceramic-tooth adhesion increases the strength of both restoration and abutment.<sup>30</sup> However, resin-based cements are expensive and sensitive to the technique, their use involves many steps for the cementing process, and removal of excess material is difficult.<sup>31</sup> As for versatility of the material, yttria partially stabilized zirconia allows to manufacture restorations with full contour,<sup>32</sup> as well as crown structures and fixed prostheses. It is preferable in the latter because it reduces the risk of wear of antagonist teeth by direct contact with the material, as well as its thermal degradation when in contact with the oral environment.<sup>33</sup> Lithium disilicate is manufactured by means of injection and CAD-CAM, allowing the production of full crowns, structures for crowns, or restorations with partial coating. Its versatility makes this system very popular among clinicians and dental technicians.<sup>13</sup>

## **CASE REPORT**

The following case describes the clinical application of three dental ceramics (lithium disilicate, zirconia, and feldspathic ceramic) in the anterior area according to clinical findings and the patient's esthetic requirements.

conseguir resultados más estéticos.<sup>26</sup> Sin embargo, la alta translucidez no siempre es deseable. Existen situaciones en las que se requieren materiales cerámicos con baja translucidez. Los dientes oscuros, pigmentados o restaurados con retenedores metálicos necesitan una cerámica que oculte o enmascare dichos sustratos.<sup>27</sup>

### **Manejo clínico y versatilidad**

Las restauraciones con estructuras en óxido de zirconio pueden ser cementadas con cementos convencionales o sistemas resinosos. Si bien los sistemas convencionales son económicos y de fácil manejo durante el procedimiento de cementación, para las restauraciones en disilicato de litio es imprescindible utilizar cementos a base de resina.<sup>28, 29</sup> La adhesión cerámica-diente incrementa la fuerza o resistencia de la restauración y del diente pilar.<sup>30</sup> Sin embargo, los cementos resinosos son costosos y sensibles a la técnica, su uso implica muchos pasos en el proceso de cementación, y eliminar los excesos es difícil.<sup>31</sup> En cuanto a la versatilidad del material, el óxido de zirconio parcialmente estabilizado con itrio permite fabricar restauraciones con contorno completo,<sup>32</sup> así como estructuras de coronas y prótesis fijas. Su uso es preferible en estas últimas, pues disminuye el riesgo de desgaste del diente antagonista por contacto directo con el material, y la degradación térmica del mismo cuando queda en contacto con el medio oral.<sup>33</sup> El disilicato de litio tiene un proceso de fabricación por inyección y CAD-CAM, que permite la elaboración de coronas completas, estructuras para coronas, o restauraciones de cobertura parcial. Su versatilidad hace que este sistema sea ampliamente utilizado entre los clínicos y laboratoristas dentales.<sup>13</sup>

## **REPORTE DEL CASO**

El siguiente caso describe la aplicación clínica de tres cerámicas dentales (disilicato de litio, zirconia y cerámica feldespática) en el sector anterior, de acuerdo a los hallazgos clínicos y a los requerimientos estéticos de la paciente.

A 53-year-old female patient sought consultation expressing dissatisfaction with the look of her upper anterior teeth. The clinical examination showed pigmented and maladjusted class III and class IV Black composite resin restorations on teeth 13, 11, 21 and 22, and abfractions on teeth 12, 22, 23 and 24, with a dental upper midline displaced 2 mm to the right with respect to facial midline, and discrepancies in teeth length. The periodontal evaluation showed no pockets or signs of active disease. Photographs were taken during this first appointment (Figures 1a, b, c), as well as intraoral x-rays, preliminary alginate impressions, bicondylar-maxillary registration with facial arch for semi-adjustable articulator and intermaxillary registration with Occlufast® (Zhermack).

Una paciente de 53 años de edad asiste a la consulta manifestando insatisfacción por su estética dental en el sector anterior superior. Al realizar el examen clínico, se observan restauraciones de resina compuesta clases III y IV de Black pigmentadas y desadaptadas en el 13, 11, 21 y 22, abfracciones en los dientes 12, 22, 23 y 24, línea media dental superior desviada hacia la derecha 2 mm respecto a la línea media facial, y discrepancia en la longitud de los dientes. En la evaluación periodontal no se encontraron bolsas ni signos de enfermedad activa. Durante esta primera cita, se tomaron fotografías (Figuras 1a, b, c), radiografías intraorales, impresiones preliminares en alginato, registro bicóndilo-maxilar con arco facial para articulador semiajustable y registro intermaxilar con Occlufast® (Zhermack).



**Figure 1. Initial records of patient (a, b, c). Intraoral photographs of anterior aspect and smile with multiple restorations in different materials. (d) Model mounted on semi-adjustable articulator.**

*Figura 1. Registros iniciales de la paciente (a, b, c). Fotografías intraorales de aspecto anterior y de sonrisa con múltiples restauraciones en diferentes materiales. (d) Montaje en articulador semi-ajustable.*

The radiographic analysis showed a radiopaque zone in the cervical, middle and apical third of tooth 12's root, compatible with an obturation material associated with a previous root canal treatment with proper length and condensation and an intraradicular metal cast retainer. The occlusal examination showed that the molar ratio was not correct, showing a canine relationship class III right and class II left. The desocclusions were carried out at the expense of canines and incisors without interfering with the posterior ones, as well as absence of signs or symptoms of a cranio-mandibular disorder.

Smile analysis was performed with intraoral photographs. The models were mounted on a semi-adjustable articulator (Figure 1d), applying diagnostic wax up for proper planning of the prosthetic treatment (Figure 2). After diagnosing and planning, treatment alternatives were discussed with the patient, who emphasized on her desire of having very esthetic metal-free restorations. The proposed treatment involved removing the composite resin restoration and metal-ceramic crown of tooth 12, performing dental preparations, inserting provisional restorations, taking final impressions, manufacturing full ceramic restorations for teeth 13, 12, 11, 21, 22, 23, performing final cementation, adjusting occlusion, and performing periodical follow-ups.

Al efectuar el análisis radiográfico se observó zona radiopaca en el tercio cervical, medio y apical de la raíz del diente 12, compatible con material de obturación asociado a un tratamiento de conducto previo con longitud y condensación adecuada y un retenedor intrarradicular metálico colado. Al examen oclusal se encontró que la relación molar no aplicaba y se apreció una relación canina clase III derecha y clase II izquierda. Las desocclusiones se realizaban a expensas de caninos e incisivos sin interferencias en posteriores, además de ausencia de signos o síntomas de desorden cráneo-mandibular.

Con las fotografías intraorales se realizó análisis de sonrisa. Los modelos se montaron en articulador semiajustable (Figura 1d) y sobre ellos se aplicó encerado diagnóstico para una adecuada planeación del tratamiento protésico (Figura 2). Después de diagnosticar y planear el caso se discutieron las posibles alternativas de tratamiento con la paciente, quien hizo énfasis en su deseo de tener restauraciones de alta estética y sin metal. La propuesta de tratamiento incluía remover las restauraciones de resina compuesta, retirar la corona metal-cerámica del diente 12, realizar preparaciones dentales, colocar restauraciones provisionales, tomar impresiones definitivas, fabricar restauraciones totalmente cerámicas en dientes 13, 12, 11, 21, 22, 23, realizar cementación definitiva, ajustar oclusión y realizar controles periódicos del tratamiento.



**Figure 2.** *Planning of actual treatment through waxed diagnosis*

*Figura 2. Planeación del tratamiento real mediante un encerado diagnóstico*

## Description of the procedure

Using waxed diagnostic, silicone matrices were made, conducting dental preparations trying to preserve as much structure as possible (Figure 3). The provisional restorations were made using a matrix with silicone and bis-acrylic resin (Luxatemp® DMG), and were adapted, polished, shined, and temporarily cemented with translucent triclosan dual-cure resin (TempBond Clear®; Kerr) (Figure 4). The patient kept the provisional restorations for four weeks, evaluating comfort, phonation, and aesthetics during this period. For the final impression, the double-cord technique was used in the gingival sulcus (Ultrapack®; Ultradent); the cords were soaked with astringent solution (25% aluminum sulfate Viscostat® - Ultradent) (Figure 5). The impression material used was silicone adhesive (Elite HD + Putty Soft Normal Set® - Zhermack) with the single-step double-mix technique.

## Descripción del procedimiento

Utilizando el encerado diagnóstico se fabricaron matrices de silicona y se realizaron preparaciones dentales tratando de preservar la mayor cantidad de estructura posible (Figura 3). Las restauraciones provisionales fueron fabricadas utilizando la técnica de matriz con silicona y resina bis-acrítica (Luxatemp® DMG), y se adaptaron, pulieron, brillaron y cementaron temporalmente con resina transparente de polimerización dual con triclosán (Tempbond Clear®; Kerr) (Figura 4). La paciente permaneció cuatro semanas con restauraciones provisionales, tiempo en el cual se evaluó la comodidad, la fonación y la estética. Para la impresión definitiva se utilizó la técnica de doble hilo en el surco gingival (Ultrapack®; Ultradent); los hilos fueron empapados con una solución astringente (sulfato de aluminio al 25% Viscostat® - Ultradent) (Figura 5). El material de impresión utilizado fue silicona de adición (Elite HD+ Putty Soft Normal Set® - Zhermack) con la técnica de doble mezcla de un solo paso.



**Figure 3.** Dental preparations, in which teeth 13, 11, 21, 22 and 23 are prepared for a veneer ceramic in lithium disilicate, and tooth 12 has a metal core and is prepared for a zirconia crown.

*Figura 3. Preparaciones dentales, en las cuales los dientes 13, 11, 21, 22 y 23 tienen preparación para carilla cerámica en disilicato de litio y el diente 12 tiene núcleo en metal y preparación para corona en zirconia.*





**Figure 4.** Placement of provisional material, showing adequate adaptation of the provisional material with respect to the gingiva, proper management of emergence profiles, and removal of excess temporary cement to keep the stability and health of periodontal tissues.

Figura 4. Inserción del material provisional. Se puede observar una correcta adaptación del material provisional respecto a la encía, manejo apropiado de perfiles de emergencia y retiro de excesos de cemento provisional para mantener la estabilidad y salud de los tejidos periodontales.

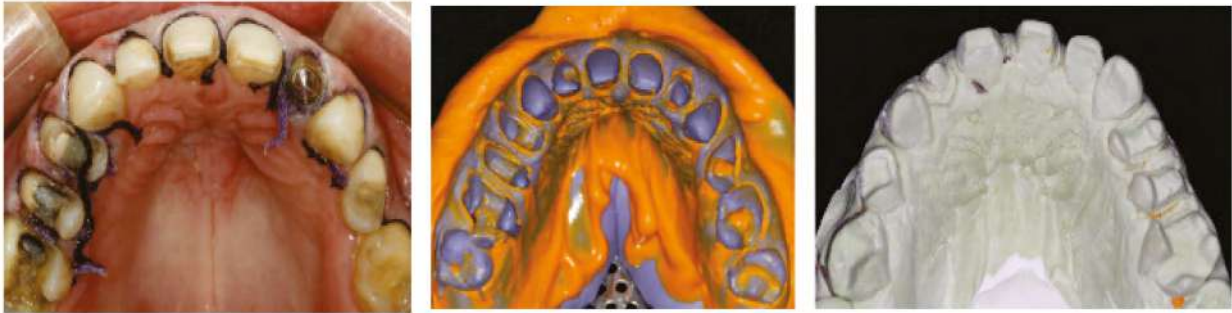


**Figure 5.** Placement of spacing cords. The double-cord technique was used to achieve adequate retraction of gingival tissues at the time of final impression.

Figura 5. Inserción de los hilos separadores. Se utilizó la técnica de doble hilo para lograr una adecuada retracción de los tejidos gingivales al momento de la toma de impresión definitiva.

To take the final impression (Figure 6), the first cord was removed, placing light impression material in the gingival sulcus of each tooth with a dispenser provided with a mixer tip and an intraoral tip. A metal tray previously polished with adhesive for tray (VPS Tray Adhesive® 3M ESPE) was loaded with heavy impression material and placed in the patient's mouth for 5 minutes; it was then removed. Finally, the impressions of facial and intermaxillary arch were taken and mounted to the semi-adjustable articulator in the dental laboratory.

Al momento de tomar la impresión definitiva (Figura 6), se retiró el primer hilo y se colocó material de impresión liviano en el surco gingival de cada diente, utilizando una pistola con punta mezcladora y punta intraoral. Una cubeta metálica pincelada previamente con adhesivo para cubeta (VPS Tray Adhesive® 3M ESPE) se cargó con material de impresión pesado y se procedió a insertarla en la boca de la paciente durante 5 minutos, para luego ser removida. Por último, se realizaron registros de arco facial e intermaxilar para montaje en articulador semiajustable en el laboratorio dental.



**Figure 6. Final impression and definite model.**

Figura 6. Toma de impresión definitiva y modelo definitivo.

### Manufacturing of final restorations in laboratory

To perform full ceramic restorations, individual models and dies of the teeth were prepared in type IV plaster (WhipMix) and mounted on the semi-adjustable articulator (WhipMix 2240). All restorations to be manufactured were fully waxed, verifying anterior fit, posterior fit, and functional movements with no interferences (Figure 7). The restorations of teeth 13, 11, 21, 22 and 23 were manufactured using an injection technique with the Programat EP 5000® system (Ivoclar-Vivadent). A zirconia structure was prepared for tooth 12 using the Ceramill® system (Amann Girrbach), seeking to mask the pigmented stump (Figure 8 and tables 1 and 2). Due to its high concentration of glass, a fluorapatite-based veneering ceramic (IPS e.max Veneer) was used for restorations of teeth 12, 11, 21 and 22, in order to achieve more esthetic results. The veneers for teeth 11, 21 and 22 were made using a cut back technique on the lithium disilicate structure to achieve the necessary space for an esthetic veneering ceramic (1.5 mm), which was heated in a Programat P-300® furnace (Ivoclar - Vivadent). Zirliner® (Ivoclar-Vivadent) was applied to the zirconia structure of tooth 12, which was sintered at the temperature recommended by the manufacturer; the powder/liquid layering technique was used for the veneering ceramic (Figure 9), which

### Fabricación de las restauraciones definitivas en el laboratorio

Para realizar las restauraciones totalmente cerámicas, se fabricaron modelos y troqueles individuales de los dientes preparados en yeso tipo IV (WhipMix), que fueron montados en articulador semiajustable (WhipMix 2240). Se realizó encerado completo de todas las restauraciones a fabricar y se verificó acople anterior, acople posterior y movimientos funcionales sin interferencias (Figura 7). Las restauraciones de los dientes 13, 11, 21, 22 y 23 se fabricaron mediante técnica de inyección, utilizando el sistema Programat EP 5000® (Ivoclar-Vivadent). Para el diente 12 se elaboró una estructura en zirconia utilizando el sistema Ceramill® (Amann Girrbach), con la que se pretendió enmascarar el muñón pigmentado (Figura 8 y tablas 1 y 2). Por su alta concentración de vidrio, se decidió colocar cerámica de recubrimiento a base de fluorapatita (IPS e.max Veneer) a las restauraciones de los dientes 12, 11, 21 y 22, para conseguir resultados más estéticos. Las carillas de los dientes 11, 21 y 22 se realizaron mediante la técnica de recorte (“cut-back”) de la estructura de disilicato de litio, para conseguir el espacio necesario para la cerámica de recubrimiento estético (1.5 mm), que se cocinó en un horno Programat P-300® (Ivoclar-Vivadent). A la estructura en zirconia del diente 12 se le aplicó Zirliner® (Ivoclar-Vivadent) y se sinterizó a la temperatura recomendada por el fabricante; se utilizó la técnica polvo-líquido para la cerámica de recubrimiento (Figura 9) y se introdujo

was inserted in the ceramic Programat P-300® furnace (Ivoclar-Vivadent). During the last heating cycle (“glaze”), a slow cooling protocol was used to reduce residual stress and to avoid chipping of the veneering ceramic.<sup>34, 35</sup>

The restorations of teeth 13 and 23 were made using the monolithic technique in lithium disilicate, benefiting from the mechanical properties of the material. The staining technique with pigments was used for color characterization (Ivoclar.Vivadent) (Figure 10).

al horno de cerámica Programat P-300® (Ivoclar-Vivadent). En el último ciclo de cocción (“glaze”), se utilizó un protocolo de enfriamiento lento para disminuir la tensión residual y evitar la delaminación (“chipping”) de la cerámica de recubrimiento.<sup>34, 35</sup>

Las restauraciones de los dientes 13 y 23 se fabricaron utilizando la técnica monolítica en disilicato de litio, aprovechando las propiedades mecánicas del material; y para lograr la caracterización del color se utilizó la técnica de maquillaje con pigmentos (Ivoclar.Vivadent) (Figura 10).

**Table 1. Selection of restoration type and material according to the clinical characteristics of the case**

Tooth	Material	Restoration type
13, 23	Lithium Disilicate	Monolithic veneers
11, 21, 22	Lithium disilicate/Ceramic with fluorapatite	Laminated veneers
12	High opacity zirconia (Y-ZTP)/Ceramic with fluorapatite	Crown with double-layer technique

**Tabla 1. Selección del tipo de restauración y material de acuerdo a las características clínicas del caso**

Diente	Material	Tipo de restauración
13, 23	Disilicato de litio	Carillas monolíticas
11, 21, 22	Disilicato de litio/cerámica con fluorapatita	Carillas estratificadas
12	Zirconia (Y-ZTP) de alta opacidad/cerámica con fluorapatita	Corona con técnica bicapa

**Table 2. Composition of the different types of dental ceramics**

Brand	Material	Manufacturer	Chemical composition
IPS e-max Press	Lithium disilicate	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	SiO <sub>2</sub> , Li <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, MgO, ZnO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> and other oxides
IPS e-max Ceram	Fluorapatite-based Veneering ceramic	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZnO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, ZrO, CaO, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , fluoride and pigments
Ceramil Multi X	Zirconia oxide	Amann Girschbach, AG, Koblach, Austria	ZrO <sub>2</sub> + HfO <sub>2</sub> + Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : > 99.0 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4.5-5.6 HfO <sub>2</sub> : < 5 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : < 0.5 Other oxides: < 0.5

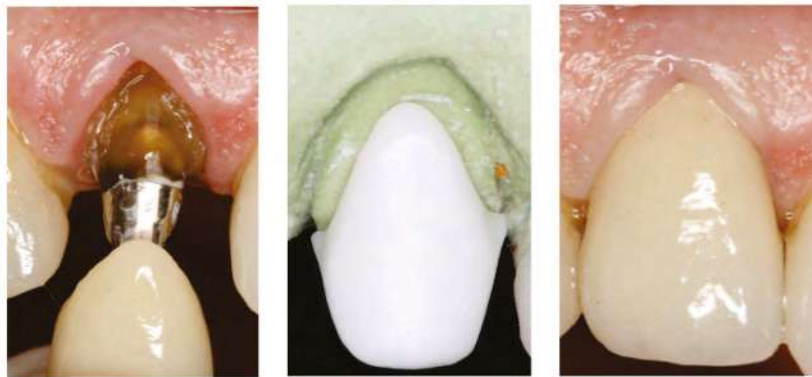
**Tabla 2. Composición de los diferentes tipos de cerámica dental**

Marca comercial	Material	Fabricante	Composición química
IPS e-max Press	Disilicato de litio	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	SiO <sub>2</sub> , Li <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, MgO, ZnO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y otros óxidos
IPS e-max Ceram	Cerámica de recubrimiento de fluorapatita	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ZnO <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, ZrO, CaO, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , fluoruro y pigmentos
Ceramil Multi X	Óxido de zirconia	Amann Girschbach AG, Koblach, Austria	ZrO <sub>2</sub> + HfO <sub>2</sub> + Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : > 99,0 Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 4,5 - 5,6 HfO <sub>2</sub> : < 5 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : < 0,5 Otros óxidos: < 0,5



**Figure 7. Final waxed restorations**

Figura 7. Encerados de las restauraciones definitivas



**Figure 8. Tooth 12 zirconia cap in Ceramill®, imitating the metal and pigmented stump**

Figura 8. Cofia de zirconia en Ceramill® del diente 12, mimetizando el muñón metálico y pigmentado



**Figure 9. Powder-liquid technique for the veneering ceramic of teeth 12, 11, 21 and 22; and staining technique for the monolithic restorations of 13 and 23**

Figura 9. Técnica de polvo-líquido de la cerámica de recubrimiento del 12, 11, 21 y 22; además, técnica de maquillaje en restauraciones monolíticas del 13 y del 23

**For the selection of ceramics:****Para la selección de cerámicas:**

**Figure 10.** Image showing the different degrees of translucency and opacity in final restorations. Veneers in lithium disilicate (13 and 23: monolithic technique with pigments; 11, 21 and 22: trimming with veneering ceramic technique). Full crown of teeth 12 with a zirconia cap and veneering ceramic.

Figura 10. Se observa el diferente grado de translucidez y opacidad en las restauraciones terminadas. Carillas en disilicato de litio (13 y 23 - técnica monolítica y con pigmentos; 11, 21 y 22 - técnica de recorte y cerámica de recubrimiento). Corona completa del 12 con cofia de zirconia y cerámica de recubrimiento.

**Final cementation**

The patient returned for final cementation, which includes the following sequence of procedures: removal of provisional restorations, prophylaxis of dental preparations with pumice, verification of the adaptation of restorations using a probe, and aesthetic and functional evaluation using the proof paste RelyX Veneer® by 3M ESPE. Once agreement and acceptance of both patient and clinician was achieved, the actual final cementation was conducted, as shown in tables 3 and 4.

**Table 3.** Preparation of restoration for adhesive cementation

1	Conditioning of the inner side of the restoration with 9% hydrofluoric acid for 20 s.
2	Profuse washing with water for 1 minute
3	Ultrasonic washing with isopropyl alcohol for 5 minutes, aerating for thorough drying
4	Application of silane (thin layer), leaving to act for 1 minute
5	Application of bonding agent (not curing)
6	Final cementation with resinous cement or dual-cure cement

**Cementación definitiva**

La paciente regresó para la cementación definitiva, que comprende la siguiente secuencia de procedimientos previos: retiro de las restauraciones provisionales, profilaxis de las preparaciones dentales con piedra pómez, verificación de la adaptación de las restauraciones utilizando explorador, y evaluación estética y funcional de las mismas utilizando la pasta de prueba RelyX Veneer® de 3M ESPE. Una vez lograda la conformidad y aceptación de paciente y profesional, se procedió a la cementación definitiva propiamente dicha, que se resume en las tablas 3 y 4.

**Tabla 3.** Preparación de la restauración para la cementación adhesiva

1	Acondicionamiento de la parte interna de la restauración con ácido fluorhídrico al 9% por 20 s.
2	Lavado profuso con agua durante 1 minuto
3	Lavado ultrasónico con alcohol isopropílico por 5 minutos, aireando para secado exhaustivo
4	Aplicación de silano (capa delgada), dejando actuar por 1 minuto
5	Aplicación de agente adhesivo (no fotocurar)
6	Cementación definitiva con cemento resinoso o cemento de curado dual

**Table 4. Preparation of dental substrate for adhesive cementation**

1	Cleaning tooth surface with baking soda
2	Conditioning of enamel with 37% phosphoric acid for 15 s.
3	Profuse washing with water for 1 minute, aerating without desiccating dentin
4	Application of bonding agent (not curing)

In order to comply with the appropriate adhesive cementation protocol, the lithium disilicate restorations of teeth 13, 11, 21, 22 and 23 were internally etched with 9% hydrofluoric acid (Ultradent) for 20 s.; they were thoroughly washed with water, placed in ultrasonic washer with 90% isopropyl alcohol for 5 minutes, thoroughly dried with a triple syringe, silanized applying Silane Primer® (Kerr) with a micro-brush for 60 s., and applied a layer of Single Bond® adhesive (3M ESPE). They were finally applied light curing resinous cement RelyX Veneer® (3M ESPE) (Figure 11).<sup>36</sup>

The dental preparations were subjected to enamel and dentin etching for 20 and 10 s. respectively with Ultraetch® (Ultradent) 37.5% phosphoric acid; they were washed with plenty of water and dried with paper towel. The adhesive system used was Single Bond (3M ESPE), which was rubbed against the surfaces of preparations for 15 s. They were aerated, the adhesive material was thinned with a triple syringe, and were not light-cured (Figure 12).<sup>37</sup> The restorations were slowly put in place taking into account their insertion paths and applying gentle digital pressure. After removing excess cement with a spatula, they were light cured for 2 s., keeping a slight pressure on the restoration to avoid any movement. Dental floss was used and final light curing for 40 s. was performed on the palatal, incisal, and buccal surfaces respectively. Excess cement remainders were removed with a #12 surgical blade. Final polishing was performed during the next appointment (Table 5).<sup>38</sup>

**Tabla 4. Preparación del sustrato dental para la cementación adhesiva**

1	Limpieza de la superficie dental con bicarbonato de sodio
2	Acondicionamiento del esmalte con ácido fosfórico al 37% por 15 s.
3	Lavado profuso con agua durante 1 minuto, aireando sin desecar en dentina
4	Aplicación de agente adhesivo (no fotocurar)

Con el fin de cumplir con el protocolo de cementación adhesiva adecuado, las restauraciones de disilicato de litio de los dientes 13, 11, 21, 22 y 23 se grabaron internamente con ácido fluorhídrico al 9% (Ultradent) por 20 s. se lavaron profusamente con agua, se colocaron en lavadora ultrasónica con alcohol isopropílico al 90% durante 5 minutos, se secaron exhaustivamente con jeringa triple, se silanizaron aplicando Silane Primer® (Kerr) con un microcepillo durante 60 s. y posteriormente se les aplicó una capa de adhesivo Single Bond® (3M ESPE), para luego cargarlas con cemento resinoso de fotocurado RelyX Veneer® (3M ESPE) (Figura 11).<sup>36</sup>

A las preparaciones dentales se les realizó grabado de esmalte y dentina 20 y 10 s. respectivamente con ácido fosfórico al 37,5% Ultraetch® (Ultradent), se lavaron con abundante agua y se secaron con toalla de papel. El sistema adhesivo utilizado fue Single Bond (3M ESPE), que se frotó contra las superficies de las preparaciones durante 15 s. Se airearon, se adelgazó el adhesivo con la jeringa triple y se las dejó sin fotopolimerizar (Figura 12).<sup>37</sup> Las restauraciones fueron colocadas lentamente teniendo en cuenta su vía de inserción y aplicando una suave presión digital; luego de retirar el exceso de cemento con una espátula, se realizó un fotopolimerizado inicial de 2 s. y manteniendo una leve presión sobre la restauración para evitar cualquier movimiento. Se pasó hilo dental y se procedió a realizar el fotocurado final de 40 s. por las superficies palatina, incisal y vestibular respectivamente. Los excesos de cemento remanente fueron retirados con una hoja de bisturí N.º 12, y el pulido final se realizó en la siguiente cita (Tabla 5).<sup>38</sup>



**Figure 11. Conditioning of the internal surface of lithium disilicate veneers using the adhesive cementation protocol**

Figura 11. Acondicionamiento de la superficie interna de las carillas de disilicato de litio, siguiendo el protocolo de cementación adhesiva



**Figure 12. Conditioning of dental substrate for final cementation with an adhesive technique**

Figura 12. Acondicionamiento del sustrato dental para la cementación definitiva con técnica adhesiva

Tooth 12 was subjected to prophylaxis with baking soda and dried with paper towel. The zirconia crown was loaded with dual-cure resin cement (RelyX U200<sup>®</sup>, 3M ESPE), and secured on the stump by applying a slight pressure; excesses were removed with a metal spatula and dental floss after a period of 40 s. (Figure 13).<sup>39</sup>

Al diente 12 se le realizó profilaxis con bicarbonato de sodio y se secó con toalla de papel. La corona de zirconia se cargó con cemento resinoso de curado dual (RelyX U200<sup>®</sup>, 3M ESPE), y se asentó sobre el muñón aplicando una leve presión; los excesos se retiraron con espátula metálica y seda dental después de un periodo de 40 s. (Figura 13).<sup>39</sup>

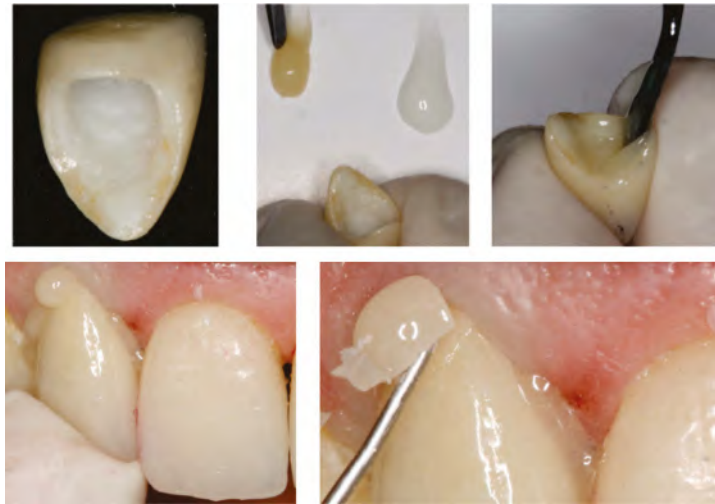


Figure 13. Sequence of final cementation of the zirconia crown on tooth 12

Figura 13. Secuencia de cementación definitiva de la corona de zirconia en el diente 12

Table 5. Materials for the adhesive cementation technique

Brand	Material	Manufacturer	Chemical composition
Ultra-etch	35% phosphoric acid	Ultradent Products Inc., South Jordan, USA	38% phosphoric acid, Cobalt aluminate blue spinel, Cobalt zinc aluminate blue spinel
Single Universal Bond	Adhesive "all in one" bottle	M ESPE AG, Seefeld, Germany	MDP Phosphate Monomer, Dimethacrylate resins, HEMA, Vitrebond™ copolymer, filler, ethanol, water, initiators, silane
Porcelain etch	9% hydrofluoric acid	Ultradent Products Inc., South Jordan, USA	Hydrofluoric acid
Monobond S	Silane	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Ethanol, 3-trimethoxysilylpropyl methacrylate, Methacrylated phosphoric acid ester
RelyX Veneer	Resinous cement	3M ESPE AG, Seefeld, Germany	
RelyX U200	Resinous cement	3M ESPE AG, Seefeld, Germany	Alkaline (basic) fillers, silanated fillers, phosphoric acid modified methacrylate monomers, methacrylate monomers, initiators
Luxatemp	Bis-acrylic temporary material	DMG America Englewood, NJ. USA	Bisacril

Tabla 5. Materiales para técnica de cementación adhesiva

Marca comercial	Material	Fabricante	Composición química
Ultra-etch	Ácido fosfórico al 35%	Ultradent Products Inc, South Jordan, USA	Ácido fosfórico al 38%, espinla azul de aluminato de cobalto, espinela azul de aluminato de cobalto y zinc
Single Bond Universal	Adhesivo "all in one" bottle	3M ESPE AG, Seefeld, Germany	Monómero de fosfato MDP, resinas de dimetacrilato, HEMA, copolímero Vitrebond™, relleno, etanol, agua, iniciadores, silano
Porcelain etch	Ácido fluorhídrico al 9%	Ultradent Products Inc, South Jordan, USA	Ácido fluorhídrico
Monobond S	Silano	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	Etanol, metacrilato de 3-trimetoxisililpropilo, éster de ácido fosfórico metacrilado
RelyX Veneer	Cemento resinoso	3M ESPE AG, Seefeld, Germany	
RelyX U200	Cemento resinoso	3M ESPE AG, Seefeld, Germany	Rellenos alcalinos (básicos), rellenos silanados, monómeros de metacrilato modificado con ácido fosfórico, monómeros de metacrilato, iniciadores
Luxatemp	Material provisional bis-acrílico	DMG America Englewood, NJ. USA	Bisacril



Occlusion control (Figure 14) was done with AccuFilm® articulating paper, verifying functional movements. A protective maxillary splint in acrylic was provided for night use. Periodical clinical and radiographic follow-up was recommended (Figure 15).

Se realizó control de oclusión (Figura 14) con papel articular AccuFilm®, verificando los movimientos funcionales, y se entregó una férula protectora maxilar en acrílico para utilizar en las noches. Se recomendó hacer control clínico y radiográfico del tratamiento periódicamente (Figura 15).



**Figure 14. Occlusion control of functional movements following final cementation**

Figura 14. Control de oclusión en movimientos funcionales posterior a la cementación definitiva



**Figure 15. Follow-up after 24 months**

Figura 15. Control a los 24 meses

## CONCLUSION

The perfect material does not exist; it cannot be stated that there is a universal dental ceramic applicable in all clinical situations. Sometimes, different materials can yield similar results; however, in other circumstances one of these materials can stand out as the best choice. Therefore, the clinician's responsibility and criteria play an important role in choosing the appropriate material for each case.

## CONCLUSIÓN

El material perfecto no existe; no se puede decir que se dispone de una cerámica dental universal aplicable en todas las situaciones clínicas. En ocasiones, diferentes materiales pueden lograr resultados similares; sin embargo, en otras circunstancias alguno puede sobresalir como la mejor opción. Por tal motivo, la responsabilidad del clínico y su criterio cumplen un papel importante al momento de seleccionar el material apropiado para cada caso.

**CONFLICT OF INTEREST**

The authors state that they do not have any conflict of interest.

**CORRESPONDING AUTHOR**

Germán Martínez Galeano  
 Universidad del Valle, Universidad Santiago de Cali  
 (+572) 308 72 13  
 jgermar@hotmail.com  
 Calle 5D # 38-35, Edificio Vida, Torre 2,  
 Consultorio 902  
 Cali, Colombia

**CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores manifiestan no tener ningún conflicto de intereses.

**CORRESPONDENCIA**

Germán Martínez Galeano  
 Universidad del Valle, Universidad Santiago de Cali  
 (+572) 308 72 13  
 jgermar@hotmail.com  
 Calle 5D # 38-35, Edificio Vida, Torre 2,  
 Consultorio 902  
 Cali, Colombia

**REFERENCES / REFERENCIAS**

- Özcan M. Anterior restorations: direct composites, veneers or crowns? In: Roulet JF, Kappert HF (eds). *Statements: diagnostics and therapy in dental medicine today and in the future*. New Malden: Quintessence; 2009. p. 45-67.
- Yu B, Lee YK. Comparison of the color stability of flowable and universal resin composites. *Am J Dent*. 2009; 22(3): 160-164.
- Suzuki T, Kyoizumi H, Finger WJ, Kanehira M, Endo T, Utterodt A et al. Resistance of nanofill and nanohybrid resin composites to toothbrush abrasion with calcium carbonate slurry. *Dent Mater J*. 2009; 28(6): 708-716.
- Pjetursson BE, Sailer I, Zwahlen M, Hämmerle CH. A systematic review of the survival and complication rates of all-ceramic and metal-ceramic reconstructions after an observation period of at least 3 years. Part I: Single crowns. *Clin Oral Implants Res*. 2007; 18 (suppl 3): 73-85.
- Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dent Clin North Am*. 2011; 55(2): 333-352. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.01.005>
- Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Haselton DR, Stanford CM, Vargas MA. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part I: core materials. *J Prosthet Dent*. 2002; 88(1): 4-9.
- Magne P, Magne M, Belser U. The esthetic width in fixed prosthodontics. *J Prosthodont*. 1999; 8(2): 106-118.
- Odén A, Andersson M, Krystek-Ondracek I, Magnusson D. Five-year clinical evaluation of Procera AllCeram crowns. *J Prosthet Dent*. 1998; 80(4): 450-456.
- Spear FM. The metal-free practice: myth? Reality? Desirable goal? *J Esthet Restor Dent*. 2001; 13(1): 59-67.
- Denry I, Holloway JA. Ceramics for dental applications: a review. *Materials*. 2010; 3(1): 351-368. DOI: <https://dx.doi.org/10.3390%2Fma3010351>
- Guess PC, Strub JR, Steinhart N, Wolkewitz M, Stappert CF. All-ceramic partial coverage restorations—midterm results of a 5-year prospective clinical splitmouth study. *J Dent*. 2009; 37(8): 627-637. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.04.006>
- Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater*. 2015; 31(6): 603-623. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.02.011>
- Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2007; 98(5): 389-404. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60124-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60124-3)
- Denry I, Kelly J. State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater*. 2008; 24(3): 299-307. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.05.007>

15. Larsson C, Wennerberg A. The clinical success of zirconia-based crowns: a systematic review. *Int J Prosthodont*. 2014; 27(1): 33-43. DOI: doi.org/10.11607/ijp.3647
16. Raigrodski AJ. All-ceramic full-coverage restorations: concepts and guidelines for material selection. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2005; 17(4): 249-256.
17. Della Bona A, Kelly JR. The clinical success of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc*. 2008; 139 (Suppl): 8S-13S.
18. Al-Amleh B, Lyons K, Swain M. Clinical trials in zirconia: a systematic review. *J Oral Rehabil*. 2010; 37(8): 641-652. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02094.x>
19. Raigrodski AJ, Hillstead MB, Meng GK, Chung KH. Survival and complications of zirconia-based fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2012; 107(3): 170-177. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(12\)60051-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(12)60051-1)
20. Etman MK, Woolford MJ. Three-year clinical evaluation of two ceramic crown systems: a preliminary study. *J Prosthet Dent*. 2010; 103(2): 80-90. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60010-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60010-8)
21. Wolfart S, Bohlsen F, Wegner SM, Kern M. A preliminary prospective evaluation of all-ceramic crown-retained and inlay-retained fixed partial dentures. *Int J Prosthodont*. 2005; 18(6): 497-505.
22. Pieger S, Salman A, Bidra AS. Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: a systematic review. *J Prostate Dent*. 2014; 112(1): 22-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.01.005>
23. Murgueitio R, Bernal G. Three-year clinical follow-up of posterior teeth restored with leucite-reinforced IPS empress onlays and partial veneer crowns. *J Prosthodont*. 2012; 21(5): 340-345. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2011.00837.x>
24. Raptis NV, Michalakakis KX, Hirayama H. Optical behavior of current ceramic systems. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2006; 26(1): 31-41.
25. Rinke S, Fischer C. Range of indications for translucent zirconia modifications: clinical and technical aspects. *Quintessence Int*. 2013; 44(8): 557-566. DOI: <https://doi.org/10.3290/j.qi.a29937>
26. Magne M, Belser U. Bonded porcelain restorations in the anterior: a biomimetic approach. Chicago: Quintessence; 2003.
27. Raigrodski AJ. Contemporary materials and technologies for all-ceramic fixed partial dentures: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2004; 92(6): 557-562. Doi: <https://doi.org/10.1016/S0022391304006158>
28. Edelhoff D, Güte JF, Jungwirth F, Beuer F. Light transmission through lithium-disilicate ceramics with different levels of translucency. *J Dent Res*. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/S0022391304006158>
29. Edelhoff D, Özcan M. To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working Group 4 materials: cementation. *Clin Oral Implants Res*. 2007; 18 (Suppl 3): 193-204. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01442.x>
30. Magne P, Belser UC. Porcelain versus composite inlays/onlays: effects of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2003; 23(6): 543-555.
31. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2003; 89(3): 268-274. DOI: <https://doi.org/10.1067/mpr.2003.50>
32. Marchack BW, Futatsuki Y, Marchack CB, White SN. Customization of milled zirconia copings for all-ceramic crowns: a clinical report. *J Prosthet Dent*. 2008; 99(3): 163-173. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)00028-0](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)00028-0)
33. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res*. 2013; 57(4): 236-261. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2013.09.001>
34. Göstemeyer G, Jendras M, Dittmer MP, Bach FW, Stiesch M, Kohorst P. Influence of cooling rate on zirconia/veneer interfacial adhesion. *Acta Biomater*. 2010; 6(12): 4532-4538. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2010.06.026>
35. Swain MV. Unstable cracking (chipping) of veneering porcelain on all-ceramic dental crowns and fixed partial dentures. *Acta Biomater*. 2009; 5(5): 1668-1677. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2008.12.016>
36. Brentel AS, Özcan M, Valandro LF, Alarça LG, Amaral R, Bottino MA. Microtensile bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimens in dry and aged conditions. *Dent Mater*. 2007; 23(11): 1323-1331.
37. Almeida JS, Nunes Rolla J, Araujo E, Baratieri LN. All ceramic crowns and extended veneers in anterior dentition: a case report with critical discussion. *Am J Esthet Dent*. 2011; 1(1): 60-81.
38. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di-Lenarda R, De-Stefano-Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater*. 2008; 24(1): 90-101. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.009>
39. Paul SJ, Schärer P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1997; 17(6): 536-545.