

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Odontología

FRACASOS Y ERRORES EN EL CEMENTADO DE ESTRUCTURAS E INTERFASES DE ZIRCONIA

Madrid, curso académico 2024/2025

RESUMEN

Introducción: Gracias a las excelentes propiedades del zirconio dental y al avance de la tecnología CAD/CAM, que ha simplificado significativamente los flujos de trabajo, es posible evaluar con mayor precisión y control la unión entre las coronas de zirconio y los pilares de titanio, apoyándonos en la base científica actualmente disponible; **Objetivo:** Analizar los fracasos y los errores en el cementado de las coronas unitarias de óxido de zirconio sobre pilares Ti-Base de implantes dentales ya sea realizado por el profesional o por el técnico de laboratorio; **Metodología:** Se realizó la búsqueda en dos bases de datos: PubMed y Scopus. La ecuación de búsqueda se construyó mediante palabras clave combinadas con operadores booleanos; **Resultados:** Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se identificaron un total de 283 artículos, de los cuales se seleccionaron 16 estudios que abordan la cementación de coronas de zirconio sobre pilares Ti-Base; **Conclusiones:** Los errores en el cementado de coronas de zirconio sobre pilares Ti-Base son multifactoriales y pueden comprometer la retención a largo plazo. Factores como la selección inadecuada del cemento, tratamientos de superficie incompatibles, el uso de pilares cortos o canales de acceso angulados, y errores técnicos durante el procedimiento, pueden afectar negativamente la estabilidad y longevidad de la restauración. La cementación extraoral proporciona mayor precisión y control biológico, mientras que la intraoral sigue siendo una opción válida si se aplican procedimientos clínicos estrictos.

PALABRAS CLAVE

Odontología, cementado, zirconio, corona unitaria, pilar base de titanio.

ABSTRACT

Introduction: Thanks to the excellent properties of dental zirconia and the advancement of CAD/CAM technology, which has significantly simplified clinical and laboratory workflows, it is now possible to evaluate with greater precision and control the bonding between zirconia crowns and titanium base abutments, supported by the currently available scientific evidence; **Objectives:** To analyze the failures and errors in the cementation of single zirconia crowns on Ti-Base abutments of dental implants, whether performed by the clinician or the dental technician; **Methods:** The search was conducted in two databases: PubMed and Scopus. The search strategy was built using keywords combined with Boolean operators; **Results:** After applying the inclusion and exclusion criteria, a total of 283 articles were identified, of which 16 studies were selected that address the cementation of zirconia crowns on Ti-Base abutments; **Conclusions:** Errors in the cementation of zirconia crowns onto Ti-Base abutments are multifactorial and can compromise long-term retention. Factors such as inappropriate cement selection, incompatible surface treatments, the use of short abutments or angled screw channels, and technical errors during the procedure can negatively affect the stability and longevity of the restoration. Extraoral cementation provides greater precision and biological control, while intraoral cementation remains a valid option when strict clinical protocols are followed.

KEYWORDS

Dentistry, cementation, zirconia, single crown, titanium base abutment.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	5
1.1	Marco histórico y su contexto teórico	5
1.2	Conceptos básicos	7
1.2.1	Material dióxido de zirconio.....	7
1.2.2	Tipos de zirconio en odontología	9
1.2.3	Coronas de óxido de zirconio frente a otros materiales	9
1.2.4	Tecnología CAD/CAM	10
1.2.5	Método de grabado de dióxido de zirconio	12
1.2.6	Implantes dentales	13
1.2.7	Pilares Ti-Base: características y función	15
1.2.8	Unión de coronas de zirconio a pilares Ti-Base mediante cementación.....	17
1.3	JUSTIFICACIÓN	20
2.	<i>OBJETIVO</i>	21
3.	<i>MATERIAL Y MÉTODOS</i>	21
3.1	Fuentes de información	21
3.2	Pregunta de investigación.....	21
3.3	Estrategia de búsqueda	22
3.4	Criterios de elección	23
3.5	Limitaciones	24
3.6	Diagrama de PRISMA	25
4.	<i>RESULTADOS</i>	26
5.	<i>DISCUSIÓN</i>	32
6.	<i>CONCLUSIONES</i>	34
7.	<i>SOSTENIBILIDAD</i>	35
8.	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	36

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Marco histórico y su contexto teórico

El avance de la odontología restauradora ha permitido el desarrollo de materiales altamente resistentes y a la vez estéticos, entre los cuales el zirconio se ha consolidado como una opción preferida en prótesis y rehabilitaciones dentales.

El zirconio dental conocido también como dióxido de zirconio o zirconia, es un compuesto inorgánico de fórmula ZrO_2 descubierto por el químico alemán Martin Heinrich Klaproth, en 1789 (1).

Sin embargo, la investigación y el desarrollo del zirconio como biomaterial fueron iniciados por Helmer y Driskell a finales de la década de 1960 (2).

Hoy en día, las restauraciones dentales basadas en dióxido de zirconio tanto puentes como coronas han tenido éxito a largo plazo debido principalmente a su alta resistencia al desgaste y a su estética (3). También, destaca por su buena resistencia a la fractura debido a su fase tetragonal (4).

Además, el dióxido de zirconio estabilizado parcialmente con óxido de itrio, conocido comúnmente como *Y-TZP (Yttria Tetragonal Zirconia Polycrystal)* consigue mejores resultados por su (2–4)

- Alta resistencia mecánica al desgaste.
- Elevada tenacidad a la fractura.
- Biocompatibilidad, sin efectos citotóxicos, oncogénicos ni mutagénicos para el organismo.
- Estabilidad iónica.
- Elevados valores de flexión.
- Ligereza.
- Dureza elevada.
- Resistente a la fricción.
- Baja capacidad de conducción térmica.
- Alta resistencia a la corrosión en medios ácidos y alcalinos.

- Módulo de elasticidad comparable al del acero.
- Coeficiente de expansión térmica similar al del hierro.
- Baja radioactividad.
- Mínima solubilidad en agua.
- Menor adherencia bacteriana.

Todas las características anteriores mencionadas mejoran así la durabilidad de las restauraciones en la cavidad oral y se resumen las principales en la siguiente figura (Figura 1).

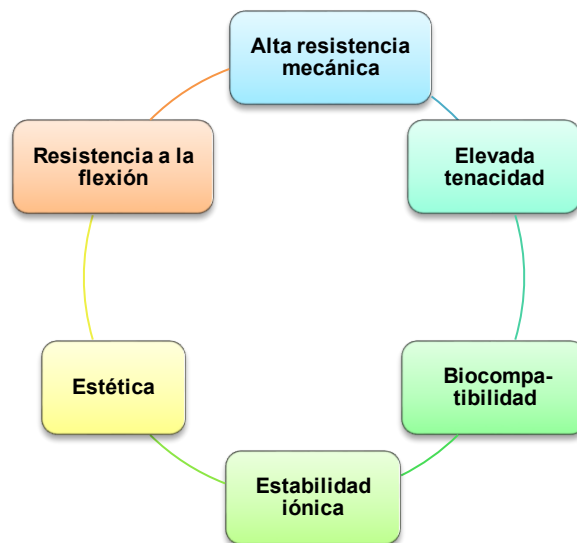


Figura 1. Principales ventajas del dióxido de zirconio estabilizado parcialmente con óxido de itrio (3,4).

A pesar de todas las características anteriores, el envejecimiento prematuro por degradación de las propiedades mecánicas a baja temperatura y el cambio de fase prematuro (fase tetragonal a la monoclinica) son cualidades negativas del Y-TZP. Los efectos del envejecimiento incluyen la disminución en la resistencia, tenacidad y densidad, descritos por el investigador Swab (2). Lo que significa, rugosidad, aumento de desgaste y microfisuración en la superficie degradada del material.

Más tarde, con la llegada de las técnicas *CAD/CAM* su uso se expandió, permitiendo una fabricación más precisa y eficiente en el campo de la odontología (2).

Según algunos estudios, se recomienda el uso de zirconio frente a otro tipo de cerámica por problemas de desgaste de antagonista, por fracturas de la cerámica feldespática de recubrimiento, etc (1,5). Aunque puede tener inconvenientes como, por ejemplo, el peor

ajuste marginal en las restauraciones fabricadas mediante tecnología CAD/CAM comparadas con las cerámicas inyectadas (3).

Existen actualmente diversos tipos de dióxido de zirconio que se usan según el tipo de tratamiento ya que no todos tienen las mismas características (3).

También, existen numerosos casos relacionados con el fracaso de las restauraciones cerámicas de núcleo de zirconio, en las que el agrietamiento es la causa más frecuente, es decir, fracturas del propio material de zirconio (3). Esto se debe a la ausencia de una unión química entre el núcleo de zirconio y la capa de cerámica de revestimiento. Según los estudios, hay un 16% de fracasos a los 5 años, dato estadísticamente significativos se asocian a un fallo bastante relevante (6).

Sin embargo, hay otra serie de errores y/o fracasos que debemos de tener en cuenta a la hora de cementar las coronas unitarias de zirconio sobre implantes dentales. Por esta razón, nos enfocaremos en recopilar su evidencia científica y analizarla.

1.2 Conceptos básicos

1.2.1 Material dióxido de zirconio

Biocerámica de naturaleza anfótera con tres fases cristalinas: monoclinica, tetragonal y cúbica (Figura 2), que presenta diferentes propiedades en cada fase (4).

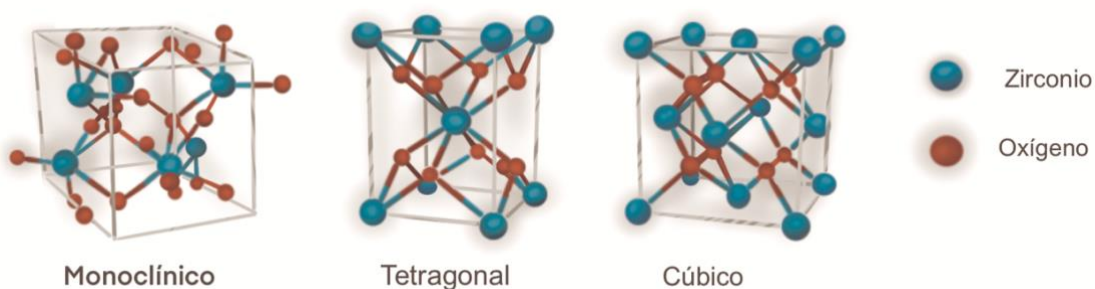


Figura 2. Representación de la estructura cristalina de zirconio en fases cúbica, tetragonal y monoclinica (4). Elaboración propia.

- **Fase monoclinica:** tiene forma de prisma deformado con lados en forma de paralelepípedo. Es estable a temperatura ambiente hasta 1.170°C. Presenta peores propiedades mecánicas respecto las otras fases y posee una menor cohesión entre las partículas cerámicas (menor densidad).

- **Fase tetragonal:** con geometría de prisma recto de caras rectangulares. Esta fase se mantiene estable en un rango de temperatura de 1.170°C a 2.370°C y posee mejores propiedades mecánicas.
- **Fase cúbica:** presenta forma de prisma con lados cuadrados. Esta fase es estable a mayor de 2.370°C y presenta características mecánicas moderadas.

En el estado natural, se encuentra en fase monoclinica y en odontología se estabiliza en fase tetragonal o cúbica al someterla a altas temperaturas. Así mejora su resistencia mecánica y su tenacidad para las coronas y puentes dentales. Este cambio de fase es un proceso reversible con cambios dimensionales que pueden afectar al material, como la aparición de grietas (1). Durante el enfriamiento se transforma desde la fase tetragonal a la monoclinica provocando una expansión de volumen de 3 a 4%, la cual genera tensiones internas hasta la formación de grietas (2).

Para aumentar la tenacidad y evitar la propagación de grietas, el material se estabiliza parcialmente en la fase tetragonal con un contenido del 2 al 3% de óxido de itrio (Y_2O_3) y a partir del polvo base se fabrican los bloques de zirconio, utilizando óxido de itrio como agente estabilizador. Esto permite optimizar las características mecánicas, mejorando la resistencia a la flexión y la resistencia a la fractura (1).

Las grietas no pueden propagarse porque se produce una transformación resistente de la fase tetragonal a la monolítica, conocida como transformación martensítica, es decir, el ZrO_2 es un material resistente a la fractura (5).

Sobre el zirconio se puede aplicar cerámica feldespática de revestimiento, obteniendo zirconio estratificado. Incluso algunos fabricantes ofrecen núcleos de zirconio coloreada para conseguir una apariencia natural, imitando al color de la dentina (2) o mediante maquillaje natural del zirconio monolítico para mejorar su estética. Sin embargo, hay estudios que han desarrollado coronas monolíticas de zirconio translúcido mediante (1):

- Reducción de la alúmina en el zirconio translúcido, lo que mejora su translucidez, aunque disminuye su resistencia mecánica en un 10%.
- Mayor presión de compactación uniaxial durante la fabricación.
- Reducción de la velocidad de sinterización.
- Incremento de la temperatura de sinterización.

1.2.2 Tipos de zirconio en odontología

Actualmente, existe una amplia variedad según el tratamiento aplicado, ya que no todos comparten las mismas propiedades. En el ámbito odontológico, se conocen principalmente los siguientes tipos (5) (Figura 3):

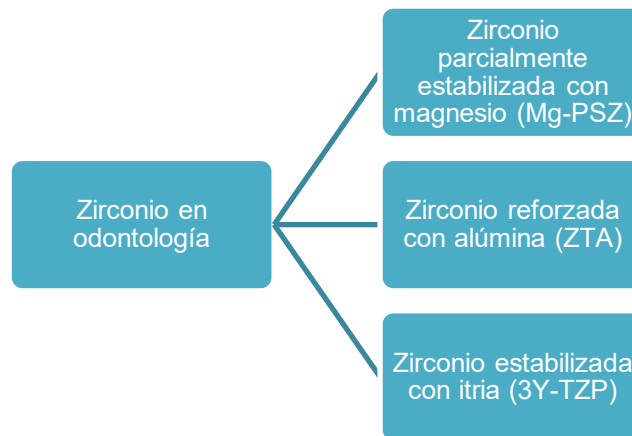


Figura 3. Principales variantes de zirconio en odontología (5).

1.2.3 Coronas de óxido de zirconio frente a otros materiales

En la práctica clínica actual, el zirconio es uno de los materiales más elegidos por sus excelentes propiedades mecánicas y ópticas, mientras que el disilicato de litio, aunque algo menos resistente, destaca por ofrecer mejores resultados estéticos (7).

El zirconio monolítico permite realizar restauraciones con interfases en cualquier posición de la arcada y sin restricciones en su extensión (8,9). Aún así cabe destacar que, el disilicato de litio solo es adecuado para coronas unitarias o puentes de hasta tres piezas, con una extensión máxima hasta los segundos premolares (10).

Existen diferentes tipos de coronas unitarias según el material utilizado. Las coronas de metal cerámica calificadas todavía como “gold estándar” presentan altas características funcionales con una durabilidad a largo plazo, pero problemas estéticos ya que expone el margen metálico, lo que afecta especialmente a biotipos periodontales delgados y genera un halo gris azulado en los tejidos blandos circundantes (1).

Asimismo, la cerámica feldespática convencional reforzada con leucita presenta una apariencia natural dental, pero uso se delimita en sectores anteriores por su fragilidad y baja resistencia mecánica (1).

Otras coronas de oxidocerámicas, como la cerámica aluminosa de infiltración vítrea y la alúmina densamente sinterizada presentan resultados ópticos adecuados, resistencia mecánica y una gran estabilidad estructural por el elevado porcentaje de matriz de alúmina cristalina. En cambio, su gran opacidad solo permite el uso con coronas de cerámica feldespática. Por lo tanto, al ser más frágiles, limita el uso de estos materiales en sectores posteriores (1).

En la consulta dental estamos siempre en constante selección del material más adecuado para el éxito del tratamiento en nuestro paciente, basándonos en un diagnóstico integral.

En un estudio mínimo de 12 meses, se observó sobre diferentes materiales de coronas en implantes dentales, que las reconstrucciones totalmente cerámicas muestran tasas de supervivencia comprometidas a medio plazo y las reconstrucciones monolíticas presentan una mayor durabilidad frente a fracturas con el paso del tiempo (11). Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en la tasa de supervivencia entre coronas sobre implantes de una sola pieza y de dos piezas (11).

Además, diversos estudios han concluido que las coronas de zirconio monolítico sobre implantes, especialmente en el sector posterior, presentan una menor incidencia de fracturas (12–14), así como menos casos de aflojamiento del tornillo en comparación con las coronas de metal cerámica. No obstante, ambos tipos de restauraciones muestran tasas de supervivencia elevadas y similares entre sí (13).

1.2.4 Tecnología CAD/CAM

Con los avances tecnológicos actuales, sistemas como CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*) se han convertido en una opción eficaz de fabricación de prótesis dentales, ya que abarca desde la toma de impresión digital intraoral hasta el diseño y la fabricación de las coronas asistida por ordenador (15).

Gracias a sistemas pioneros de flujo de trabajo digital completo como Lava de 3M Espe y el sistema CEREC de Dentsply Sirona es posible fabricar restauraciones estéticas y duraderas, reduciendo significativamente los errores asociados a los flujos de trabajo convencionales (15).

Diversos estudios confirman que tanto el flujo digital como el convencional para la fabricación de coronas unitarias de zirconio sobre implantes se consideran clínicamente viables y muestran resultados sin diferencias clínicas significativas (16,17).

La elección del tipo de flujo puede basarse en la preferencia del profesional o del paciente. Sin embargo, el uso de escáner intraoral suele ser más aceptado por los pacientes debido a la simplicidad y comodidad del proceso (16), sobretodo en pacientes jóvenes (18). Además, el uso del escáner intraoral digital permite realizar ajustes clínicos de forma más rápida en comparación con las restauraciones elaboradas a partir de impresiones convencionales, como se muestra en la siguiente gráfica (Figura 4):

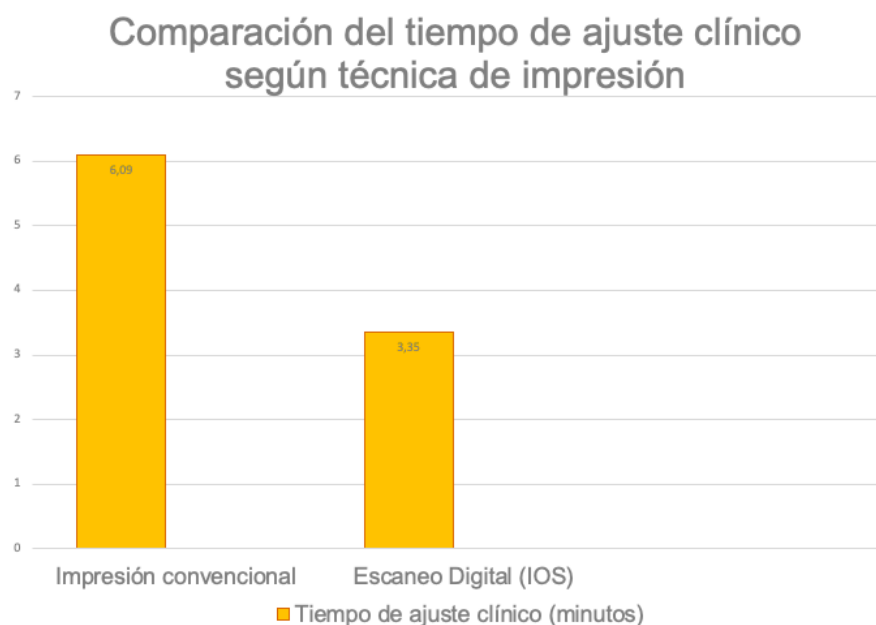


Figura 4. Gráfica elaborada a partir de los datos recogidos de un artículo científico, donde compara el tiempo de ajuste clínico según la técnica de impresión utilizada (17). Elaboración propia.

A continuación, se presenta una tabla comparativa con algunas de las principales ventajas y desventajas de las técnicas de impresión digital:

Tabla 1. Principales ventajas y desventajas de la técnica de impresión digital (19–21).

Ventajas	Desventajas
Verificación inmediata del resultado	Indicada en coronas unitarias y puentes
Implementación de un proceso controlado y reproducible	Aplicable hasta un máximo de 3 implantes
Ajuste preciso	Inversión inicial elevada
Mayor comodidad para el paciente	Necesidad de adaptación al uso de la tecnología
Reducción del riesgo de contaminación cruzada	Retracción de tejidos blandos
Evita la necesidad de conservar y trasladar modelos físicos	Gastos asociados al mantenimiento técnico y mejoras del software
Eficacia en el tiempo que favorece la disminución de citas clínicas	Compatibilidad con otros softwares y laboratorio
Conexión directa y fluida entre el odontólogo y protésico dental.	

En relación con nuestro estudio, existen bloques de zirconio monolítico de diferentes niveles de translucidez que son procesados mediante la técnica de fresado (CAD/CAM). Estudios recientes han comprobado que las prótesis fijas de zirconio de alta translucidez fabricadas mediante flujo digital CAD/CAM presentan resultados excelentes en términos de función, estética y longevidad (22).

1.2.5 Método de grabado de dióxido de zirconio

El dióxido de zirconio, al no ser una cerámica vítrea, es decir, al carecer de fase vítrea como ocurre en otras cerámicas, no puede grabarse con ácido fluorhídrico para obtener retenciones internas (5).

Para conseguir la adhesión de los cementos resinosos a la estructura cristalina de zirconio, se han propuesto diversos tratamientos de superficie (5):

- **Arenado con partículas de óxido de aluminio (Al_2O_3)**, conocido también como alúmina. Este proceso genera rugosidad en la superficie interna de la restauración de zirconio, lo que favorece la retención mecánica.

- **Uso de primers con monómeros funcionales**, que permiten una unión química gracias a la interacción entre los grupos fosfato del MDP (*10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate*) y los óxidos metálicos del zirconio.

También existen otros métodos menos usados para la adhesión al zirconio, como el grabado por infiltración selectiva, tratamientos con láser, etc (5).

1.2.6 Implantes dentales

La colocación de implantes dentales representa una alternativa terapéutica más avanzada y efectiva para la rehabilitación de piezas dentales perdidas (23).

A lo largo de los años, los implantes dentales han evolucionado de manera significativa en función de materiales, el diseño y las técnicas de colocación, con el objetivo de mejorar la integración con el tejido óseo, un proceso conocido como osteointegración. Este fenómeno fue definido por Brånemark en la década de 1950, quien verificó que el titanio puede unirse de forma estable al hueso vivo (23).

Gracias a estos avances, los implantes dentales ofrecen un tratamiento duradero, funcional (a nivel masticatorio y fonético) y estético para los pacientes que han sufrido la pérdida de dientes debido a caries, enfermedad periodontal, traumatismos u otras patologías asociadas (24).

Para comprender correctamente los conceptos relacionados con las prótesis implantosoportadas, es fundamental conocer las distintas partes que componen el implante dental:

- **El implante:** es la estructura generalmente fabricada en titanio, que se inserta dentro del tejido óseo y actúa como raíz artificial. El titanio destaca por su biocompatibilidad y resistencia mecánica. Posteriormente, se introdujeron implantes de zirconio, recomendados para casos de compromiso en zonas de alta demanda estética. Algunos estudios han demostrado que los implantes de zirconio, tanto de una como de dos piezas, presentan una elevada tasa de supervivencia tras el envejecimiento. No obstante, también se ha mostrado un número considerable de complicaciones técnicas, incluyendo el aflojamiento de

tornillos, la pérdida de retención y la aparición de fisuras tanto en coronas como en implantes (25,26).

Por lo tanto, la selección del tipo de implantes dependerá de diversos factores como la calidad ósea del paciente, la posición del implante y las necesidades específicas (27).

Dentro del implante se distinguen en dos partes principales (28):

- Cuerpo del implante: es la porción que se introduce en el tejido óseo. Puede presentar un diseño de paredes paralelas o cónicas.
 - Plataforma protésica del implante: es la parte superior del implante donde se conecta con la corona, de conexión externa o interna.
-
- **Pilar transepitelial**: es el elemento que conecta el implante con la corona y debe cumplir las siguientes funciones (29):
 - Biológica: ser biocompatible.
 - Funcional: proporcionar estabilidad y transmitir adecuadamente las cargas masticatorias al implante.
 - Estética: reproducir correctamente la anatomía del diente natural.Estudios clínicos han afirmado que los pilares de zirconio ofrecen mejores resultados estéticos a largo plazo, sobre todo en pacientes con tejidos blandos finos (30). Sin diferencias significativas respecto a los pilares de titanio en cuanto a estabilidad ósea marginal (31).
 - **Tornillo**: es el componente que fija el pilar transepitelial al implante, proporcionando una unión estable (32).
 - **Corona**: es la parte visible de la restauración que simula un diente natural. Se cementa sobre el pilar de titanio y su función es restaurar la masticación y la estética dental (33).

La Figura 5 muestra de manera sencilla todas las estructuras que forman parte de una restauración unitaria sobre implante.

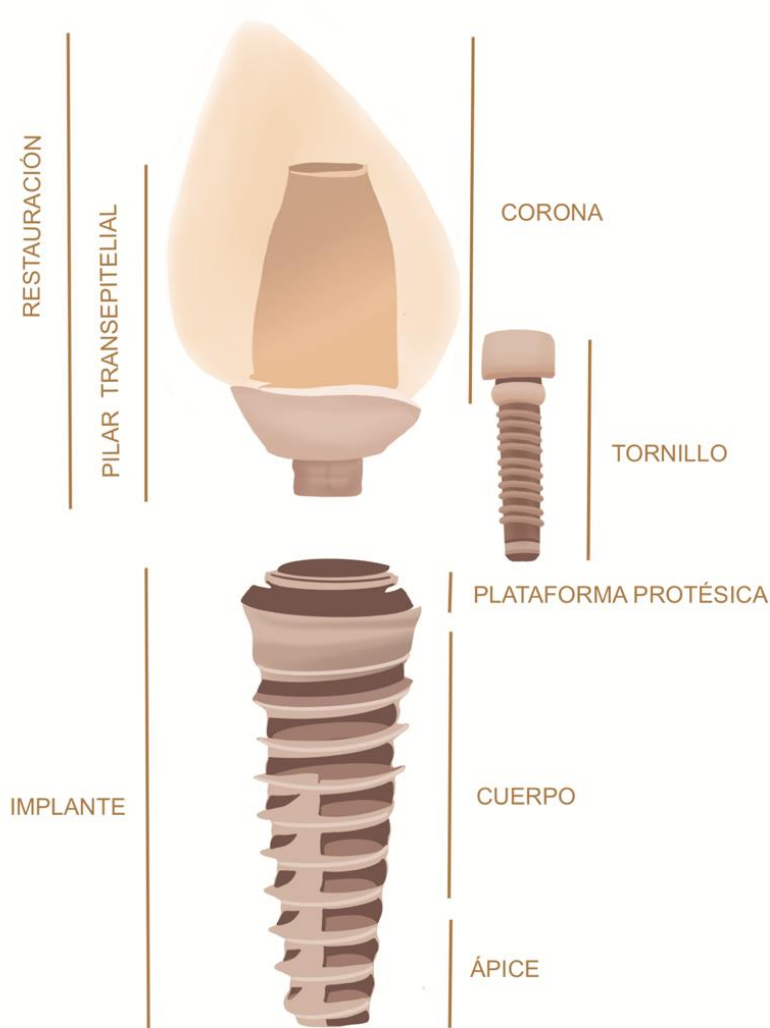


Figura 5. Estructuras que forman parte de una restauración unitaria sobre implante. Elaboración propia.

1.2.7 Pilares Ti-Base: características y función

El pilar base de titanio se define como la interfase entre el implante y la restauración protésica definitiva, actuando como pilar transepitelial. Generalmente, las restauraciones que se colocan sobre este tipo de pilares son fabricadas mediante tecnología CAD/CAM (34).

Los pilares Ti-Base (*Titanium Base*) presentan múltiples características clínicas (34,35):

- Son biocompatibles y proporcionan un buen sellado transmucoso.
- Son compatibles con sistemas CAD/CAM e indicados para restauraciones unitarias y múltiples.

- Se presentan en diferentes alturas gingivales, favoreciendo una adaptabilidad anatómica:
 - Altura corta adecuada para situaciones en las que se desea que la restauración esté próxima al nivel del implante.
 - Altura larga indicada para condiciones que requieren un perfil de emergencia más alto.
- Permiten su uso tanto en restauraciones atornilladas como cementadas.
- Permiten el uso de canales de acceso angulados que corrigen ejes no ideales.
- Proporcionan estabilidad mecánica elevada y precisión marginal
- Mejoran la retención con cementos de resina y tratamientos de superficie.
- Disminuyen el riesgo de pérdida de torque y aflojamiento de tornillos en restauraciones cementadas.

Relacionando el concepto de pilar base de titanio con el implante, es fundamental destacar la importancia de la precisión en el ajuste entre ambos componentes. Los pilares Ti-Base compatibles, es decir, aquellos no fabricados por el mismo fabricante del implante, pueden presentar mayor desajuste, con mayor frecuencia en la zona marginal, lo cual puede dar lugar a complicaciones tanto mecánicas como biológicas (38).

Por lo tanto, la selección de pilares con un alto nivel de precisión y exactitud puede reducir el riesgo de complicaciones en tratamientos implantosoportados a lo largo del tiempo (36).

Es relevante mencionar que la elección de una técnica de tratamiento superficial adecuada es fundamental para el éxito de la cementación de coronas de zirconio sobre pilares base de titanio. Para mejorar tanto la retención como la resistencia a la fractura, se destacan el grabado térmico y el ranurado como métodos mecánicos eficaces, ya que mejoran la adhesión entre las superficies involucradas (37).

Estudios recientes concluyen que las prótesis fijas atornilladas de zirconio monolítico colocadas directamente sobre el implante, sin pilares intermedios, presentan una resistencia mecánica similar a las que usan pilares Ti-Base o multi-unit. Este tipo de diseño sin pilar facilita un enfoque más directo y personalizado, minimizando además el riesgo de errores técnicos relacionados con la fase de cementado (38,39).

1.2.8 Unión de coronas de zirconio a pilares Ti-Base mediante cementación

El presente apartado aborda la relevancia de seleccionar el cemento apropiado para asegurar una adhesión eficaz, respetando siempre las indicaciones del fabricante, debido a que esta unión se considera un área crítica de la restauración. En la Figura 6 se puede observar una breve representación gráfica sobre la importancia de una cementación adhesiva.

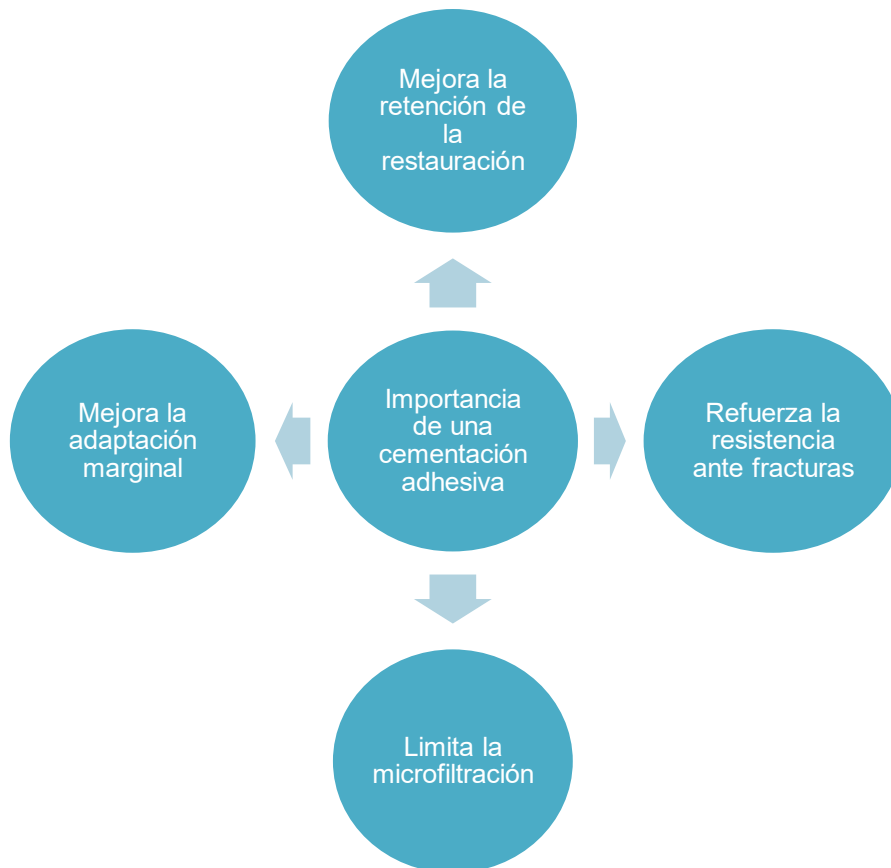


Figura 6. Relevancia de una cementación adhesiva sobre cerámicas de zirconio (5).

Se recomienda el uso de cementos resinosos duales o autoadhesivos con monómero MDP en su composición, los cuales requieren un uso previo de primer con MDP sobre el zirconio (5).

Diversos estudios han demostrado que la combinación de arenado con partículas de alúmina para aumentar la rugosidad superficial y la aplicación de un primer con MDP previo al cementado, proporcionan mayor estabilidad en la unión adhesiva (5,40).

Por ello, para maximizar el éxito clínico de las restauraciones cerámicas sobre zirconio, es aconsejable complementar un tratamiento mecánico con uno químico (5).

El cemento resinoso autoadhesivo ofrece mejor adhesión entre el titanio y el zirconio en comparación con el cemento de ionómero de vidrio, gracias a su composición química, particularmente por la incorporación del monómero MDP, que permite la formación de enlaces químicos estables. En cambio, el cemento de ionómero de vidrio basa su adhesión principalmente en una retención micromecánica, lo que genera una unión más limitada (41–43).

En la siguiente tabla se aprecia que el cemento resinoso genera una menor cantidad de cemento sobrante fuera del margen de la corona en comparación con el cemento de policarboxilato de zinc. Por otro lado, la discrepancia marginal vertical, es decir, la diferencia entre el borde de la corona y el margen del pilar del implante permanece baja en ambos casos, lo cual refleja un adecuado ajuste entre los componentes (44).

Tabla 2. Un estudio reciente de 2024 compara dos grupos de coronas monolíticas de zirconio con canal de acceso al tornillo, clasificados según el tipo de cemento empleado en laboratorio para su fijación sobre los pilares rectos de titanio (44).

	Tipo de cemento	Marca comercial	Fabricante	Discrepancia marginal	Exceso de cemento residual
Policarboxilato de zinc	Cemento convencional a base de policarboxilato de zinc	Adhesor Carbofine	SpofaDental	Baja	Bajo
Cemento resinoso	Cemento resinoso autograbrante y de curado dual (químico y luz)	Bifix QM	Voco	Baja	Muy bajo

Por último, para facilitar la comprensión, desde el diseño y la fabricación del zirconio hasta la colocación final de la restauración en boca del paciente, pasando por el proceso de cementación en laboratorio, se resume en la siguiente figura (Figura 7):

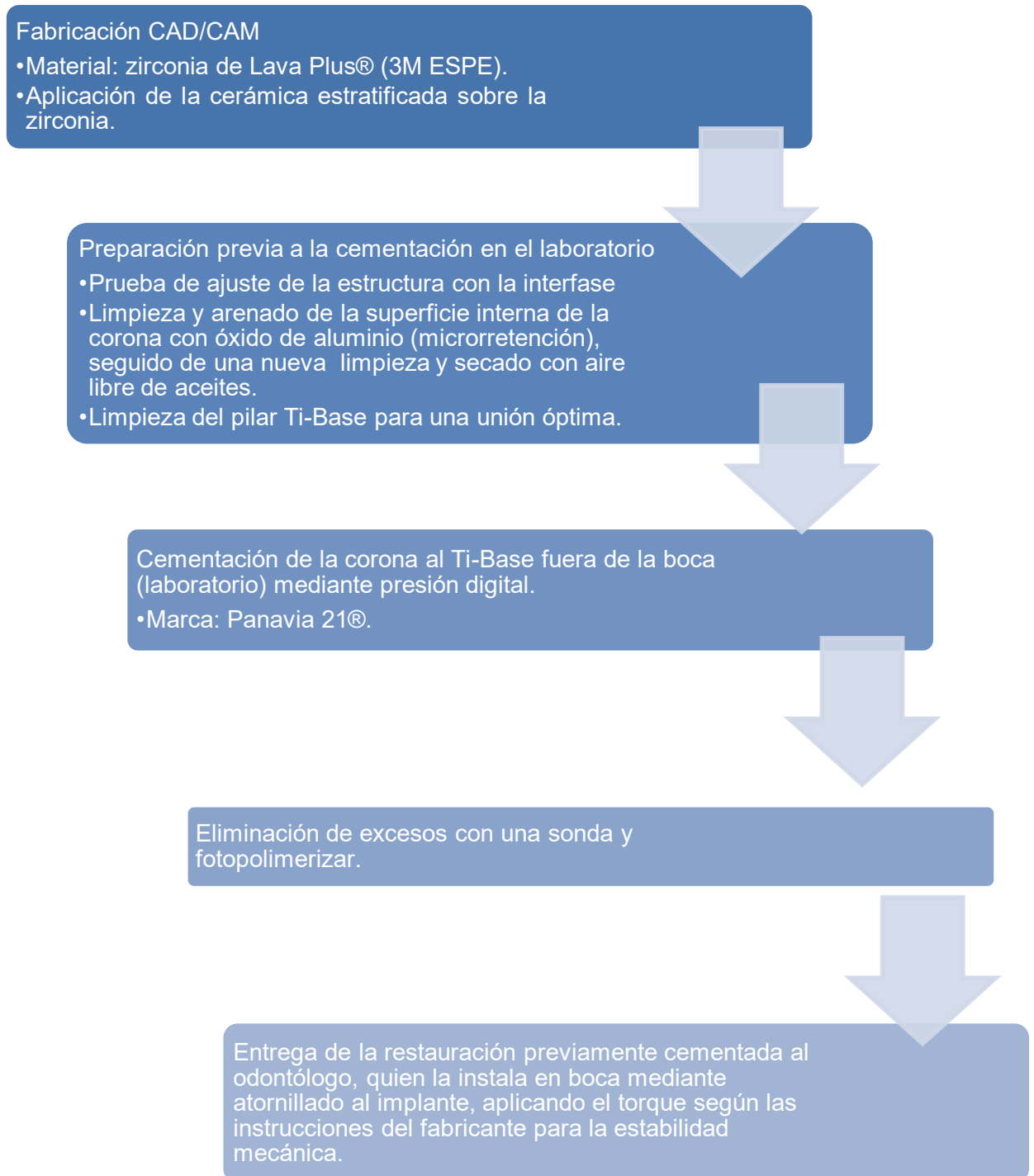


Figura 7. Representación del procedimiento clínico de cementación del pilar Ti-Base a la corona de zirconio en laboratorio. Elaboración propia basada en un artículo científico (45).

1.3 JUSTIFICACIÓN

El tratamiento de rehabilitación protésica mediante implantes dentales cada vez se ha desarrollado más con el paso del tiempo, proporcionando tanto soluciones estéticas como funcionales a los pacientes edéntulos o parcialmente edéntulos.

En este contexto, considero que es una temática con mucho interés e importancia ya que actualmente en las clínicas dentales se realizan frecuentemente coronas de zirconio por todas las ventajas que nos aportan, es decir, elevadas propiedades mecánicas, excelentes características estéticas, biocompatibilidad, etc.

Por lo tanto, la utilización de cerámicas de alto rendimiento, como dióxido de zirconio es actualmente muy habitual en prótesis dental, pero también debemos mencionar que, a pesar de sus ventajas, el proceso de cementado entre las coronas de zirconio y el pilar Ti-Base (*Titanium Base*) del implante dental es un paso crítico y fundamental para el éxito tratamiento.

El fracaso en la adhesión y los errores durante el cementado pueden comprometer la longevidad y funcionalidad de la restauración, provocando desajustes, filtraciones marginales, descementado y, en algunos casos, fracturas de las estructuras.

Los factores que pueden intervenir en el fracaso del cementado son: la preparación inadecuada de la superficie, la selección incorrecta del cemento y la aplicación incorrecta de los adhesivos.

Para otorgar a este trabajo el contexto adecuado, es necesario entender cómo es el proceso de cementación tanto en la clínica dental por el propio odontólogo como el realizado por el técnico de laboratorio.

Por este motivo, el presente trabajo pretende analizar las distintas causas de los errores en el cementado de estructuras de zirconio, los fallos más comunes en la adhesión y las técnicas para perfeccionar el proceso, con el objetivo de incrementar la predictibilidad y la longevidad de las restauraciones.

2. OBJETIVO

Por lo tanto, el objetivo definido para este trabajo es:

Analizar los fracasos y los errores en el cementado de las coronas unitarias de óxido de zirconio sobre pilares Ti-Base de implantes dentales ya sea realizado por el profesional o por el técnico de laboratorio.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Fuentes de información

Se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica sobre los fracasos y errores en el cementado de coronas unitarias de zirconio sobre implantes dentales, consultando fuentes en inglés y español.

La selección final incluyó 16 artículos científicos de alto impacto.

La recopilación final de la información se ha logrado gracias a la biblioteca de la Universidad Europea de Madrid Crai Dulce Chacón, a través de la cual se ha tenido acceso a diversas bases de datos, que son “PubMed” y “Scopus”.

Tabla 3. Descripción de las bases de datos (46).

BASE DE DATOS	DESCRIPCIÓN
Pubmed	Proporcionan literatura en el campo biomédico. Incluye libros electrónicos, revistas científicas y artículos.
Scopus	Proporciona datos revisados por pares en múltiples disciplinas.

3.2 Pregunta de investigación

A través de este trabajo se intenta dar respuesta en la siguiente pregunta de investigación PICO (paciente, intervención, comparación y resultado) mediante una revisión de la literatura y un enfoque basado en evidencia:

En pacientes adultos con implantes dentales restaurados con coronas unitarias de óxido de zirconio (P), ¿existen fracasos o errores en el cementado (O) de las coronas sobre los pilares Ti-Base (I), según el tipo de profesional que realiza el cementado, ya sea el odontólogo en clínica o el técnico en laboratorio (C)?

3.3 Estrategia de búsqueda

La búsqueda en bases de datos electrónicas se orientó a artículos científicos publicados que abarcan desde 2014 hasta 2025, para así poder conseguir la información más relevante sobre este tema, sin pérdida de ningún dato con interés.

Las palabras claves utilizados fueron las siguientes: failures, errors, mistakes, faults, defects, bugs, cementing, single crowns, dental implants, zirconia, zirconium.

Para la estrategia de búsquedas con términos MESH con la base de datos de Pubmed y con los criterios de inclusión, se han utilizado estos operadores booleanos y estas palabras claves:

((failures) OR (errors) OR (mistakes) OR (faults) OR (defects) OR (bugs)) AND (dental cement[MeSH Terms]) AND ((single crowns[MeSH Terms]) OR (dental implants[MeSH Terms]) OR (zirconium[MeSH Terms]))

Esta búsqueda encontró un total de 843 artículos sin diferencia de años, por lo que filtramos por “randomized controlled trials” (ensayos controlados aleatorizados).

La selección de estudios Controlados Aleatorizados redujo la búsqueda a 106 artículos para obtener la información más actualizada posible de la evidencia científica.

Además, se llevó a cabo una búsqueda adicional en la base de datos Scopus, utilizando una estrategia que incluyó las siguientes palabras claves combinadas con operadores booleanos:

(cementation OR cement OR cementing) AND (clinic OR laboratory) AND (zirconia OR zirconium) AND crowns AND titanium AND base AND abutment AND (failures OR mistakes)

Esta búsqueda encontró un total de 298 artículos. Posteriormente, filtramos por el área temática “Dentistry” y por el rango de años entre 2014 al 2025, lo que redujo el número de resultados a 177 artículos. Por lo tanto, la ecuación de búsqueda definitiva fue la siguiente:

(cementation OR cement OR cementing AND clinic OR laboratory AND zirconia OR zirconium AND crowns AND titanium AND base AND abutment AND failures OR mistakes AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "DENT"))

3.4 Criterios de elección

Para llevar a cabo la búsqueda, se establecieron criterios de elección para asegurar que los artículos seleccionados fueran relevantes y así facilitar el proceso de selección de la literatura. De manera que, se han aplicado los siguientes criterios, los cuales se presentan en la siguiente figura:

Tabla 4. Descripción de los criterios de elección. Elaboración propia.	
Criterios inclusión	Criterios exclusión
Se incluyeron en la búsqueda todos los artículos e información de gran impacto científico.	Se excluyeron los artículos que no resultaban muy relevantes en la búsqueda, ni tampoco los que no incluían las palabras claves.
Artículos tanto en inglés como en español con gran impacto y con la información deseada a partir de la búsqueda con las palabras claves.	No se han escogido artículos que no fueran ni en español ni en inglés.
Pacientes mayores de 18 años (de cualquier etnia y género).	Pacientes menores a 18 años.
Todos los estudios corresponden a investigaciones realizadas en humanos o a estudios in vitro de laboratorio.	No tuvo en cuenta ningún estudio realizado en animales.
Artículos académicos publicados en menos de 10 años.	Artículos académicos publicados hace más de 10 años.
Estudios de evidencia primaria	Estudios de evidencia secundaria

Por lo tanto, la información detallada de cada búsqueda de datos se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 5. Artículos encontrados con y sin aplicación de filtros.

BASE DE DATOS	Nº DE ARTÍCULOS SIN FILTROS	Nº DE ARTÍCULOS CON FILTROS
Pubmed	843	106
Scopus	298	177

3.5 Limitaciones

Durante el desarrollo de la investigación se identificaron algunas limitaciones, entre ellas: año de publicación y encontrar estudios de evidencia primaria.

3.6 Diagrama de PRISMA

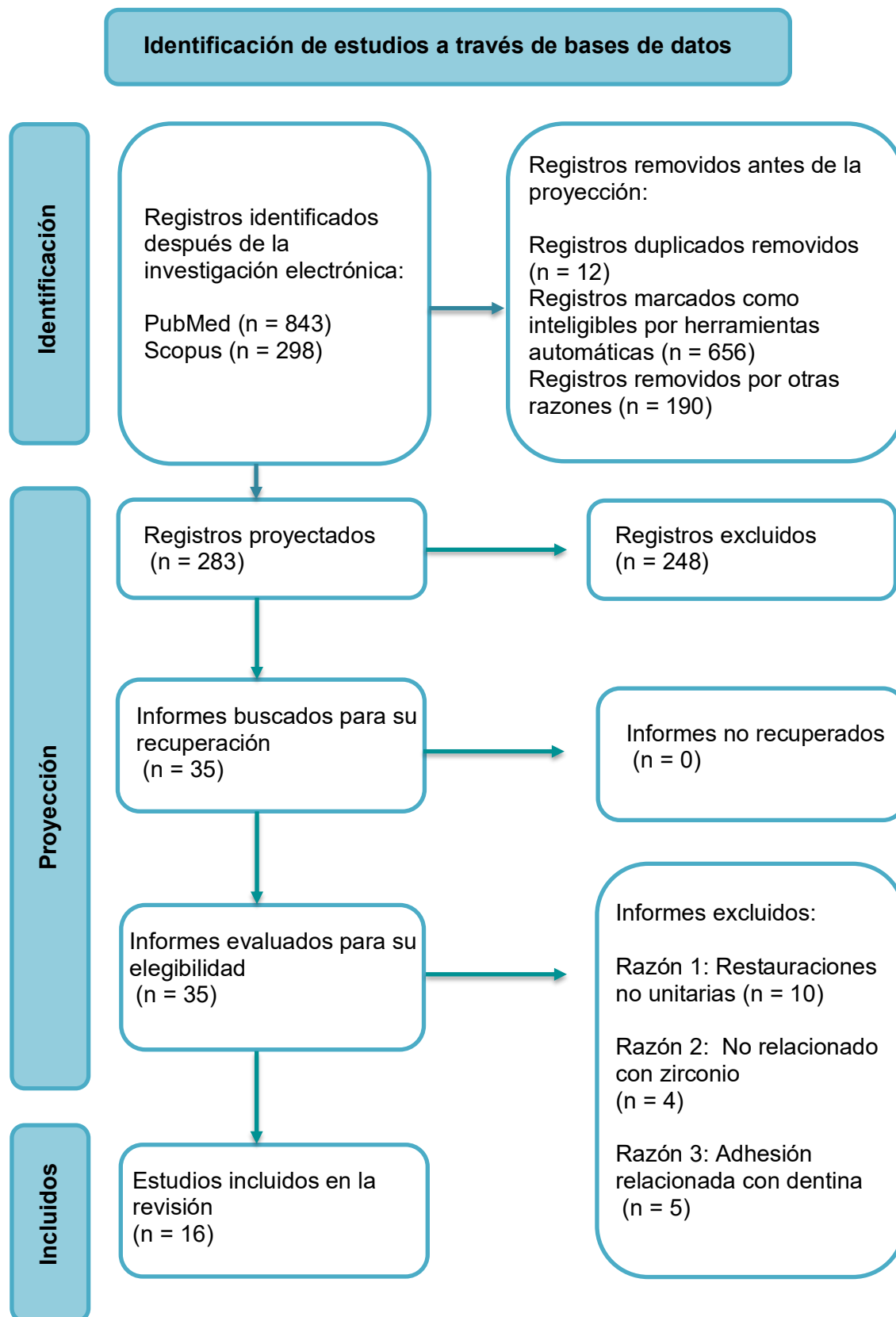


Figura 8. El proceso de selección de los estudios se describe a través de un diagrama de flujo tipo PRISMA (47).

4. RESULTADOS

El éxito clínico a largo plazo de las restauraciones sobre implantes dentales no depende únicamente del diseño protésico o del tipo de material utilizado, sino también de la técnica de cementado empleada y de la correcta integración entre los diferentes componentes.

Tras el proceso de selección del estudio, se ha llevado a cabo una revisión de 16 artículos relacionados con el cementado de coronas unitarias de óxido de zirconio sobre pilares de titanio, tanto cuando esta etapa es realizada por el profesional clínico como por el técnico de laboratorio.

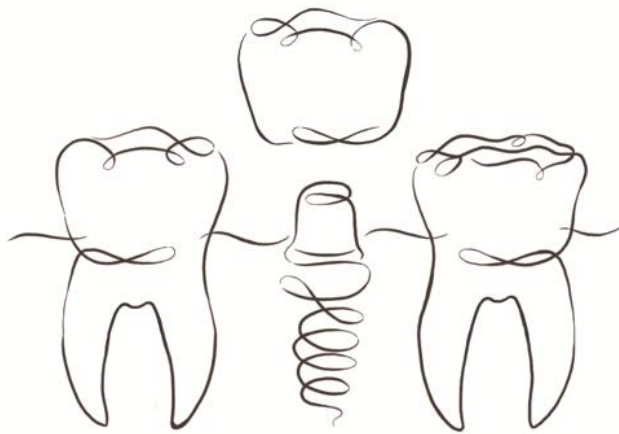


Figura 9. Elaboración propia

A continuación, se presentan la tabla con la recopilación de datos de los artículos estudiados.

Tabla 6. Tabla de registro de datos.

	Año y autor	Título	Tipo de estudio	Nº de pacientes	Nº de coronas	Tiempo de observación	Tipo de cemento	Conclusiones
1 (48)	2017 Claudio Cacaci et al.	Clinical performance of screw-retained and cemented implant-supported zirconia single crowns: 36-month results	Ensayo clínico controlado aleatorizado o ECA	58 pacientes	114 coronas unitarias de zirconia implantosoprotadas en sectores posteriores: -53 coronas atornilladas. -61 coronas cementadas.	36 meses	-Coronas cementadas: Fuji Plus, Ketac Cem. -Coronas atornilladas (la corona se pegaba al pilar de titanio antes de ser atornillada al implante): Multilink Implant.	Tasa de supervivencia del 98,2% a los 36 meses de estudio, sin diferencias significativas en las complicaciones técnicas entre coronas cementadas y atornilladas. Sin embargo, las coronas retenidas por tornillo presentan mayor facilidad de retratamientos.
2 (49)	2022 Vincent Donker et al.	Monolithic zirconia single tooth implant-supported restorations with CAD/CAM titanium abutments in the posterior region: A 1-year prospective case series study	Serie de casos prospectivo	46 pacientes	50 coronas de zirconia monolítica atornilladas (molares).	1 año después de la colocación de los implantes.	Multilink Implant	Supervivencia del 100% de los implantes, con estabilidad ósea a largo plazo y sin fracturas en coronas ni pilares. Solo se observaron 2 casos de aflojamiento del tornillo como complicación técnica.
3 (50)	2020 Dario Adolphi et al.	Torque Maintenance Capacity, Vertical Misfit, Load to Failure, and Stress Concentration of Zirconia Restorations Cemented or Notched to Titanium Bases	Estudio experimental in vitro (laboratorio)	-	40 coronas en total: -20 coronas de zirconio cementadas. -20 coronas con ajuste mecánico en bases de titanio.	Dato no aportado por los autores	Panavia 2.0	Tras comparar el comportamiento mecánico de coronas monolíticas de zirconia unidas a bases de titanio mediante cementación adhesiva o encaje mecánico (sin cemento), se observó que las restauraciones cementadas presentan mayor estabilidad del tornillo, mejor ajuste y menor riesgo de fractura.
4 (51)	2020 Zahoui Abbas et al.	Cementation Protocol for Bonding Zirconia Crowns to Titanium Base CAD/CAM Abutments	Estudio experimental in vitro	-	160 coronas de zirconia.	No especificado	2 tipos de cementos: -RelyX Ultimate, convencional. -RelyX U200, autoadhesivo.	Se observó mejor retención con cemento convencional frente al autoadhesivo, así como una mayor retención y estabilidad con pilares Ti-Base más altos (4mm respecto a 2,5mm). Además, los tratamientos de superficie, como el arenado del Ti-Base con partículas de alúmina y el arenado triboquímico de la superficie interna de zirconia, mejoran la adhesión entre la corona y el pilar.
5 (52)	2023 Eman Assem Ibrahim et al.	Retention of zirconia crowns to titanium bases with straight versus angled screw access channels: an invitro study	Estudio experimental in vitro	-	14 coronas de zirconio monolítico: -7 coronas cementadas sobre pilares Ti-Base con canal de acceso recto. -7 sobre canal de acceso angulado.	No especificado	Multilink Speed	Se observó una mayor retención de las coronas de zirconio monolítico cementadas sobre pilares Ti-Base con canal de acceso recto, en comparación con los de canal angulado, debido a su mayor superficie axial de contacto. En los pilares rectos, el cemento se distribuye de forma más equilibrada entre la corona y el pilar, mientras que en los angulados, más del 90% del cemento queda en la superficie interna de la corona.

6 (45)	2024 Rawen Smirani et al.	Clinical outcomes of single implant supported crowns utilising the titanium base abutment: A 7.5-year prospective cohort study	Estudio de cohorte prospectivo	18 pacientes	18 coronas de zirconio estratificado.	7,5 años	Panavia 21	La cementación del pilar Ti-Base sobre las coronas de zirconio monolítico se realizó de forma extraoral, en un entorno seco y libre de contaminantes, lo que evitó restos de cemento en la zona periimplantaria y favoreció un sellado duradero. Esta técnica, realizada en laboratorio, también permitió una adaptación más precisa entre los componentes. Aunque es posible cementar en clínica, el estudio recomienda hacerlo solo en casos excepcionales y bajo protocolos estrictos, debido al mayor riesgo de fallos técnicos y biológicos. A pesar de que los pilares presentaban una geometría poco retentiva y sin mecanismos antirrotacionales, no hubo casos de descementación durante el seguimiento, gracias a una técnica adhesiva controlada en laboratorio y un cemento de alta adhesión.
7 (53)	2024 Zumreta Alic et al.	Do strength of zirconia-abutment-interfaces depend on cement, zirconia type and titanium abutment dimensions ?	Estudio experimental in vitro	-	474 coronas monolíticas de zirconia: -Parte 1 del estudio: 234 coronas. -Parte 2: 240 coronas.	-	Parte 1 del estudio: DTK-Kleber. Parte 2: DTK-Kleber, G-CEM LinkForce y Panavia V5.	En la primera parte del estudio se usó solo el cemento DTK-Kleber para evaluar cómo influían el tipo de zirconia y la altura del pilar Ti-Base en la resistencia de la unión. La zirconia 5Y-TZP, más translúcida, mostró menor resistencia flexural y mayor riesgo de fractura. Además, los pilares más bajos (3,5 mm) ofrecieron menor fuerza adhesiva por la reducción de superficie de cementado. En la segunda parte, al comparar tres cementos resinosos de curado dual, no se encontraron diferencias significativas en la adhesión. Tampoco mejoró la retención con la incorporación de macrorretenciones en los pilares.
8 (54)	2019 Tomas Linkevicius et al.	Retention of zirconia copings over smooth and airborne-particle-abraded titanium bases with different resin cements	Estudio experimental in vitro	-	30 cofias de zirconia.	-	3 tipos: -G.CEM LinkAce. -RelyX U200. -Ceka Site.	Se evaluó la retención de cofias de zirconia cementadas con tres cementos sobre pilares de titanio, tras 24 h en saliva artificial a 37 °C y 5000 ciclos de carga con termociclado (5–55 °C). Sin tratamiento superficial, G-CEM LinkAce mostró la mayor retención, seguido de RelyX y Ceka Site. Tras el arenado con óxido de aluminio, todos los cementos redujeron su retención, especialmente G-CEM, aunque siguió siendo el más eficaz. Ceka Site fue el menos efectivo en ambas fases. RelyX U200 retiene bien en titanio liso, pero pierde eficacia con superficies arenadas, por lo que no se recomienda en esos casos.
9 (55)	2023 Henrico B. Strazzi-Sahyon et al.	In vitro assessment of the effect of luting agents, abutment height, and fatigue on the retention of zirconia crowns luted to titanium base implant abutments	Estudio experimental in vitro	-	40 coronas de zirconia Y-TZP.	-	2 tipos: - G-Cem LinkForce. - RelyX Ultimate.	Se evaluó la retención de coronas de zirconia cementadas sobre pilares de titanio de 2,5 mm y 4 mm, usando dos tipos de cementos y aplicando fatiga mecánica para simular la masticación. RelyX Ultimate con Scotchbond Universal mostró mayor retención, especialmente en pilares de 4 mm. El otro cemento no presentó diferencias según la altura. Tras la fatiga, la retención solo disminuyó en el grupo de RelyX Ultimate.
10 (56)	2021 Edmara T. P. Bergamo et al.	Retention of zirconia crowns to Ti-base abutments: effect of luting protocol, abutment treatment and autoclave sterilization.	Estudio experimental in vitro	-	80 coronas de zirconia Y-TZP.	-	2 tipos: -Cemento resinoso convencional con adhesivo universal. -Cemento resinoso autoadhesivo.	Las pruebas de tracción mostraron que el cemento resinoso convencional con adhesivo universal es más eficaz que el autoadhesivo para cementar coronas de zirconia sobre pilares Ti-Base. Además, el arenado del pilar con alúmina mejoró significativamente la retención, sobre todo con cemento convencional.

11 (57)	2018 Celin Arce et al.	Retentive Force of Zirconia Implant Crowns on Titanium Bases Following Different Surface Treatments	Estudio experimental in vitro	-	60 coronas de zirconio monolítico, distribuidas en cuatro grupos de 15: - Sin tratamiento de superficie. - Solo con primer con MDP. -Solo con arenado. -Con arenado y primer con MDP.	-	Panavia V5	No se recomienda arenar bases de titanio con diseño retentivo incorporado, ya que el arenado desgasta las microestrías, aumenta el espesor del cemento y reduce la retención. Estas microestrías ofrecieron buena retención, tanto con primer con MDP como sin tratamiento adicional. El uso exclusivo del primer con MDP no tuvo un impacto significativo en la retención.
12 (58)	2020 Nurullah Turker et al.	Effect of Different Surface Treatments Applied to Short Zirconia and Titanium Abutments	Estudio experimental in vitro	-	60 coronas de zirconia.	-	RelyX U200	Se confirmó que los tratamientos con láser, arenado con óxido de aluminio o recubrimiento triboquímico con sílice mejoran significativamente la adhesión de coronas de zirconia sobre pilares cortos de titanio. El recubrimiento triboquímico fue el más eficaz, especialmente en pilares cortos de 3 mm.
13 (59)	2024 Adolfo Di Fiore et al.	Clinical outcome of monolithic zirconia on bonded or mechanical and retained prefabricated titanium-base: A 4-year retrospective study	Estudio observacional, retrospectivo	127 pacientes	141 coronas unitarias monolíticas de zirconio sobre pilares Ti-Base prefabricados en total: -73 coronas cementadas a Ti-Base. -68 coronas atornilladas a Ti-Base.	4 años	No especifica	Los pilares prefabricados Ti-Base son una opción válida para coronas de zirconio monolítico, aunque las cementadas presentaron menos complicaciones (5 %) que las retenidas mecánicamente (19 %). Estas últimas se asociaron a aflojamiento del tornillo, fractura del Ti-Base (por la transmisión directa de fuerzas masticatorias sin el efecto amortiguador del cemento) y fisuras internas en el zirconio.
14 (60)	2022 Mustafa Guncu et al.	Clinical, Technical, and Radiologic Outcomes of 182 Implant-Supported Zirconia Single Crowns Using Titanium-Base Abutments: A Retrospective Study	Estudio observacional, retrospectivo	118 pacientes	182 coronas unitarias de zirconio en total: -102 coronas de zirconio monolítico. -80 coronas de zirconio estratificado.	5 años	Multilink Hybrid Abutment	Todas las coronas fueron cementadas extraoralmente por el técnico, tras tratamiento mecánico y químico sobre el pilar Ti-Base y luego atornilladas al implante. Esta restauración "screw-mentable" permite retratabilidad, mejora el perfil de emergencia y evita la presencia de restos de cemento subgingival. Se registraron dos complicaciones técnicas en coronas monolíticas: fractura de un pilar (3,5mm) y fractura interna de una corona de zirconia monolítica (5,5mm), posiblemente por estrés oclusal en bruxistas. No hubo diferencias significativas según la altura del pilar ni casos de chipping en coronas estratificadas.

15 (61)	2024 Peter Gehrke et al.	Retrospective, Multi-center, Cohort Study Evaluating Clinical, Technical, Biological, and Esthetic Outcomes of Implant Supported Zirconia Single Crowns Cemented on Titanium-base Abutments: 7-year Mean Follow-up	Estudio observacional, retrospectivo, multicéntrico y cohorte	36 pacientes	63 coronas de zirconio en total: -32 coronas en la zona anterior. -31: coronas en la zona posterior.	7 años	No especifica	La investigación se llevó a cabo en dos clínicas privadas, donde coronas unitarias de zirconio fueron cementadas intraoralmente sobre pilares híbridos con base de titanio. Los implantes tuvieron una supervivencia del 100 % y las restauraciones del 96,83 %, con solo dos casos de aflojamiento del tornillo al año. Se concluyó que estas restauraciones ofrecen un buen comportamiento clínico a largo plazo.
16 (62)	2019 Peter Gehrke et al.	Influence of margin location and luting material on the amount of undetected cement excess on CAD/CAM implant abutments and cement-retained zirconia crowns: an in-vitro study	Estudio experimental in vitro	-	20 coronas de zirconio.	-	2 tipos: -Temp Bond NE -Panavia V5	Se evaluaron los restos de cemento mediante CAD/CAM tras cementar coronas de zirconio sobre pilares de titanio simulando un entorno intraoral con modelos 3D. Se encontraron residuos de cemento, especialmente en las zonas linguales y en la base del pilar, donde la limpieza resulta imposible. Panavia V5 dejó menos restos en la base (4,9 %) que Temp Bond NE (8,6 %).

Para ampliar la información sobre los cementos dentales encontrados en los artículos analizados anteriormente, la siguiente tabla los presenta por orden de aparición, incluyendo otros detalles relevantes aportados por los estudios.

Tabla 7. Características de los cementos empleados según los estudios previamente revisados.

Nombre del cemento	Tipo de cemento	Modo de fraguado	Fabricante	¿Usó primer?	Artículo(s)
Fuji Plus	Ionómero de vidrio modificado con resina	Autopolimerizable (químico)	GC Corporation	-	(48)
Ketac Cem	Ionómero de vidrio convencional	Autopolimerizable (químico)	3M ESPE	-	(48)
Multilink Implant	Resinoso adhesivo	Dual	Ivoclar Vivadent	-	(48,49)
Panavia 2.0	Resinoso adhesivo	Dual	Kuraray Medical	Alloy Primer (con MDP)	(50)
RelyX Ultimate	Resinoso adhesivo	Dual	3M ESPE	Scotchbond Universal (con MDP)	(51,55)
Multilink Speed	Resinoso autoadhesivo	Dual	Ivoclar Vivadent	-	(52)
Panavia 21	Resinoso adhesivo	Dual	Kuraray Medical Inc.	-	(45)
DTK-Kleber	Resinoso adhesivo	Dual	Bredent	MKZ primer (con MDP)	(53)
G-CEM LinkForce	Resinoso adhesivo	Dual	GC Corporation	G-Multi Primer (con MDP)	(53,55)
Panavia V5	Resinoso adhesivo (cemento metacrilato)	Dual	Kuraray Dental	Clearfil Ceramic Primer Plus (con MDP). Solo en (52) no mencionó el uso de primer.	(53,57,62)
G-CEM LinkAce	Resinoso autoadhesivo	Dual	GC Corporation	-	(54)
RelyX U200	Resinoso autoadhesivo	Dual	3M ESPE	-	(54,56,58)
Ceka Site	Resinoso	Autopolimerizable (químico)	CEKA PRECI-LINE	-	(54)
Multilink Hybrid Abutment	Resinoso adhesivo	Autopolimerizable (químico)	Ivoclar Vivadent	Monobond Plus (con MDP)	(60)
Temp Bond NE	Óxido de zinc sin eugenol	Autopolimerizable (químico)	Kerr	-	(62)

5. DISCUSIÓN

El análisis de los 16 artículos seleccionados revela una considerable variabilidad en el comportamiento clínico y mecánico de las coronas unitarias de zirconio cementadas sobre pilares Ti-Base, determinada por múltiples factores como el tipo de cemento, la altura del pilar, el método de cementado (ya sea intraoral o extraoral) y los tratamientos de superficie realizados en el pilar y en la restauración.

Los estudios de Rawen Smirani et al. de 2024 (45) y Vincent Donker et al. de 2022 (49) demostraron que la cementación extraoral realizada por el técnico de laboratorio ofrece mejores resultados clínicos, ya que minimiza significativamente el riesgo de complicaciones técnicas y biológicas. Este método permite una adhesión más segura y controlada entre la corona y el pilar Ti-Base, además de facilitar reintervenciones clínicas y evitar la presencia de residuos de cemento en la zona subgingival. Estos hallazgos coinciden con los resultados clínicos de Mustafa Guncu et al. (2022), quien reportó una elevada tasa de supervivencia en restauraciones cementadas extraoralmente (60).

Por otra parte, Claudio Cacaci et al., en un estudio de 2017 con seguimiento a largo plazo, no encontraron diferencias significativas en la supervivencia entre coronas cementadas y atornilladas sobre implantes dentales (48).

En contraste, otros autores señalaron que las coronas cementadas presentan una menor tasa de complicaciones técnicas en comparación con las atornilladas, posiblemente debido al efecto amortiguador del cemento. Se ha observado una mayor incidencia de fracturas en restauraciones con ajuste mecánico (50,59). Además, Peter Gehrke et al. (2024) concluyeron que las restauraciones cementadas intraoralmente por el odontólogo, siguiendo un protocolo clínico riguroso, también pueden ofrecer buenos resultados a largo plazo (61).

Sin embargo, en un estudio experimental in vitro anterior (Peter Gehrke et al., 2019), se observó que incluso aplicando protocolos controlados, el cementado intraoral presenta el riesgo de dejar residuos de cemento, especialmente en zonas de difícil acceso como la base del pilar y las superficies linguales (62). A pesar de ello, un estudio clínico posterior del mismo autor (2024), con un seguimiento de siete años, confirmó que las

restauraciones cementadas intraoralmente pueden mantener un comportamiento clínico favorable a largo plazo (61).

Respecto al tipo de cemento, la mayoría de los estudios revisados coinciden en que los cementos resinosos convencionales combinados con adhesivos universales ofrecen mejores resultados que los cementos autoadhesivos en coronas de zirconio sobre pilares Ti-Base. Autores como Edmara T.P.Bergamo et al. en 2021 (56) y Zahoui Abbas et al. en 2020 (51) señalaron que los cementos convencionales proporcionan una mayor retención y estabilidad, y que estos resultados se potencian aún más cuando se combinan con tratamientos de superficie como el arenado y el uso de primers con MDP, como también se evidenció en los estudios de Nurullah Turker et al. en 2020 (58).

No obstante, también se ha observado que el rendimiento de ciertos cementos puede disminuir en condiciones modificadas. Por ejemplo, Tomas Linkevicius et al. (2019) observaron una pérdida significativa de retención al usar RelyX U200 sobre pilares de titanio previamente arenados. Esto indica que la compatibilidad entre el cemento y los tratamientos de superficie debe analizarse minuciosamente para evitar posibles errores clínicos (54).

Además, no se recomienda realizar el arenado sobre pilares de titanio que ya contienen elementos retentivos mecanizados (microestrías) como afirmó Celin Arce et al. en 2018 (57).

Otro factor crítico es la altura del pilar Ti-Base, puesto que diversos estudios de Zahoui Abbas et al. en 2020, Henrico B. Strazzi-Sahyon et al. en 2023 y Zumreta Alic et al. en 2024 (51,53,55) han demostrado que los pilares más altos (4 mm) ofrecen una mayor superficie de adhesión y, por tanto, mejor retención. En cambio, los pilares más cortos (2,5–3,5 mm) se han asociado con una menor estabilidad y un mayor riesgo de descementación. Asimismo, se ha observado que los canales de acceso rectos presentan ventajas frente a los angulados, ya que permiten una distribución más uniforme del cemento y una mayor superficie de contacto, como destacó Eman Assem Ibrahim et al. en 2023 (52).

6. CONCLUSIONES

Tras el análisis realizado, se concluye que:

- La mayoría de los fracasos técnicos y errores asociados al cementado de coronas de zirconio sobre pilares Ti-Base, tanto en la consulta clínica como en el laboratorio, tienen un origen multifactorial, y pueden deberse a:
 - La selección incorrecta del tipo de cemento o la combinación de este con tratamientos de superficie incompatibles.
 - El arenado inapropiado de pilares de Ti-Base que ya presentan retenciones mecanizadas incorporadas.
 - La elección de pilares cortos y el uso de canales de acceso angulados comprometen la estabilidad a largo plazo.
- La cementación extraoral, realizada en condiciones controladas en el laboratorio proporciona mayor precisión, facilidad para retratamientos y menor riesgo de complicaciones biológicas, especialmente al minimizar la presencia de restos de cemento en la zona subgingival.
- La cementación intraoral también puede ser una opción válida, siempre que sea realizada cuidadosamente por el clínico siguiendo un protocolo estricto y controlado.
- La mayoría de los estudios analizados mostraron que los cementos resinosos convencionales, combinados con adhesivos universales y tratamientos de superficie como el arenado y el uso de primers con MDP, ofrecen mayor retención.
- Aún no es posible emitir una recomendación definitiva sobre el mejor agente cementante, ya que se requieren más estudios clínicos con evidencia sólida.
- La correcta selección del cemento y el seguimiento estricto de los protocolos del fabricante son fundamentales para minimizar errores durante el proceso de cementación y garantizar una mayor durabilidad de la restauración a largo plazo.
- La mayoría de los estudios revisados son de tipo in vitro, por lo que, aunque aportan datos valiosos, no siempre reproducen con precisión las condiciones clínicas reales. Por lo tanto, se recomienda que futuras investigaciones se orienten hacia estudios clínicos longitudinales en pacientes, con períodos prolongados de seguimiento.

7. SOSTENIBILIDAD

En este Trabajo Fin de Grado se analiza la sostenibilidad en la odontología protésica desde diferentes puntos de vista: social, ambiental y económica, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

Desde el punto de vista social, el análisis de los errores que se observan durante el proceso de cementación de las coronas de zirconio sobre pilares de titanio permite mejorar la calidad de las restauraciones implantosoportadas, disminuyendo las complicaciones, lo que repercute positivamente y de manera directa en la calidad de vida de los pacientes (ODS 3). Además, la comparación entre el trabajo clínico y el de laboratorio fomenta una formación integral de los futuros profesionales (ODS 4).

Desde el punto de vista ambiental y económico, un correcto manejo de las técnicas de cementado minimiza el uso innecesario de materiales como el zirconio y los cementos, reduce la necesidad de rehacer tratamientos, disminuye los costes y favorece una gestión más eficiente de los recursos disponibles (ODS 12).

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castro-Aguilar EG, Matta-Morales CO, Orellana-Valdivieso O. Consideraciones actuales en la utilización de coronas unitarias libres de metal en el sector posterior. 2014;24(4). Disponible en: 10.20453/reh.v24i4.2171
2. Thaleia Vagkopoulou, Spiridon OK, Koidis P, Rudolf Strub J. Zirconia in dentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcoming bioceramic. Eur J Esthet Dent. 2009; Disponible en: 10.3290/j.ijed.a16119
3. Marcelo J, Gallet-Alfaro GM, Fernández-Jacinto LM, Hinostroza-Noreña D. Ciencia y evolución del dióxido de zirconio, de la prioridad mecánica a la necesidad estética. Rev Estomatológica Hered [Internet]. 28 de octubre de 2020 [citado 10 de noviembre de 2024];30(3). Disponible en: <http://192.168.18.122/rev3306/index.php/REH/article/view/3827>
4. Andrade-Guel ML, Cabello-Alvarado CJ, Ávila-Orta CA. Dióxido de zirconio: alternativas de síntesis y aplicaciones biomédicas. CienciaUAT. 29 de julio de 2019;14(1):18. Disponible en: 10.29059/cienciauat.v14i1.1152
5. Gautam C, Joyner J, Gautam A, Rao J, Vajtai R. Zirconia based dental ceramics: structure, mechanical properties, biocompatibility and applications. Dalton Trans. 2016;45(48):19194-215. Disponible en: 10.1039/c6dt03484e
6. Velastegui C, Toro M, Chaple Gil AM, Sánchez G, Fernández E. Fracaso de las restauraciones cerámicas en base de circonio. 2019.
7. Aswal GS, Rawat R, Dwivedi D, Prabhakar N, Kumar V. Clinical Outcomes of CAD/CAM (Lithium disilicate and Zirconia) Based and Conventional Full Crowns and Fixed Partial Dentures: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cureus [Internet]. 20 de abril de 2023 [citado 18 de abril de 2025]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/144821-clinical-outcomes-of-cadcam-lithium-disilicate-and-zirconia-based-and-conventional-full-crowns-and-fixed-partial-dentures-a-systematic-review-and-meta-analysis>
8. Carames J, Tovar Suinaga L, Yu YCP, Pérez A, Kang M. Clinical Advantages and Limitations of Monolithic Zirconia Restorations Full Arch Implant Supported Reconstruction: Case Series. Int J Dent. 2015;2015:1-7. Disponible en: 10.1155/2015/392496
9. Vozzo LM, Azevedo L, Fernandes JCH, Fonseca P, Araújo F, Teixeira W, et al. The Success and Complications of Complete-Arch Implant-Supported Fixed Monolithic Zirconia Restorations: A Systematic Review. Prosthesis. 19 de abril de 2023;5(2):425-36. Disponible en: 10.3390/prosthesis5020029
10. Lindner S, Frasheri I, Hickel R, Crispin A, Kessler A. Retrospective clinical study on the performance and aesthetic outcome of pressed lithium disilicate restorations in posterior teeth up to 8.3 years. Clin Oral Investig. 23 de octubre de 2023;27(12):7383-93. Disponible en: 10.1007/s00784-023-05328-0
11. Spitznagel FA, Balmer M, Wiedemeier DB, Jung RE, Gierthmuehlen PC. Clinical outcomes of all-ceramic single crowns and fixed dental prostheses

- supported by ceramic implants: A systematic review and meta-analyses. Clin Oral Implants Res. enero de 2022;33(1):1-20. Disponible en: 10.1111/clr.13871
12. Pjetursson BE, Sailer I, Latyshev A, Rabel K, Kohal R, Karasan D. A systematic review and meta-analysis evaluating the survival, the failure, and the complication rates of veneered and monolithic all-ceramic implant-supported single crowns. Clin Oral Implants Res. octubre de 2021;32(S21):254-88. Disponible en: 10.1111/clr.13768
 13. Tajti P, Solyom E, Czumbel LM, Szabó B, Fazekas R, Németh O, et al. Monolithic zirconia as a valid alternative to metal-ceramic for implant-supported single crowns in the posterior region: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. J Prosthet Dent. noviembre de 2024;132(5):881-9. Disponible en: 10.1016/j.prosdent.2024.02.012
 14. Pjetursson BE, Valente NA, Strasding M, Zwahlen M, Liu S, Sailer I. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic single crowns. Clin Oral Implants Res. octubre de 2018;29(S16):199-214. Disponible en: 10.1111/clr.13306
 15. Schweiger J, Beuer F, Edelhoff D. Flujo de trabajo digital, 2.^a parte: Del proceso CAD/CAM al recubrimiento digital. Quintessence técnica (ed esp). 2011;22(5):319-26.
 16. Beck F, Zupancic Cepic L, Lettner S, Moritz A, Ulm C, Zechner W, et al. Clinical and Radiographic Outcomes of Single Implant-Supported Zirconia Crowns Following a Digital and Conventional Workflow: Four-Year Follow-Up of a Randomized Controlled Clinical Trial. J Clin Med. 12 de enero de 2024;13(2):432. Disponible en: 10.3390/jcm13020432
 17. Derksen W, Tahmaseb A, Wismeijer D. Randomized Clinical Trial comparing clinical adjustment times of CAD/CAM screw-retained posterior crowns on ti-base abutments created with digital or conventional impressions. One-year follow-up. Clin Oral Implants Res. agosto de 2021;32(8):962-70. Disponible en: 10.1111/clr.13790
 18. Mangano A, Beretta M, Luongo G, Mangano C, Mangano F. Conventional Vs Digital Impressions: Acceptability, Treatment Comfort and Stress Among Young Orthodontic Patients. Open Dent J. 31 de enero de 2018;12(1):118-24. Disponible en: 10.2174/1874210601812010118
 19. Ahmed S, Hawsah A, Rustom R, Alamri A, Althomairy S, Alenezi M, et al. Digital Impressions Versus Conventional Impressions in Prosthodontics: A Systematic Review. Cureus [Internet]. 2 de enero de 2024 [citado 10 de abril de 2025]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/218054-digital-impressions-versus-conventional-impressions-in-prosthodontics-a-systematic-review>
 20. Lione R, De Razza FC, Gazzani F, Lugli L, Cozza P, Pavoni C. Accuracy, Time, and Comfort of Different Intraoral Scanners: An In Vivo Comparison Study. Appl Sci. 2 de septiembre de 2024;14(17):7731. Disponible en: 10.3390/app14177731
 21. Gumru B, Tarcin B, Idman E. Cross-contamination and infection control in intraoral digital imaging: a comprehensive review. Oral Radiol. abril de 2021;37(2):180-8. Disponible en: 10.1007/s11282-020-00474-5

22. Guncu MB, Aktas G, Turkyilmaz I, Gavras JN. Performance of high-translucent zirconia CAD/CAM fixed dental prostheses using a digital workflow: A clinical study up to 6 years. *J Dent Sci.* enero de 2023;18(1):44-9. Disponible en: 10.1016/j.jds.2022.07.023
23. Rawat P, Saxena D, Sharma A. Dr. Per-Ingvar Branemark: The Father of Modern Dental Implantology. *Cureus* [Internet]. 18 de noviembre de 2024 [citado 13 de abril de 2025]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/288057-dr-per-ingvar-branemark-the-father-of-modern-dental-implantology>
24. Pandey C, Rokaya D, Bhattarai BP. Contemporary Concepts in Osseointegration of Dental Implants: A Review. *Mendes Tribst JP, editor. BioMed Res Int.* enero de 2022;2022(1):6170452. Disponible en: 10.1155/2022/6170452
25. Cantarella J, Pitta J, Mojon P, Hicklin S, Fehmer V, Sailer I. Mechanical Stability of Restorations Supported by Titanium Base, Zirconia, and Polyetherketone Abutments on One- and Two-Piece Zirconia Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* marzo de 2021;36(2):313-21. Disponible en: 10.11607/jomi.8798
26. Olander J, Stenport VF. Ten-Year Survival of Single Implants With Veneered Porcelain on Zirconia or Titanium Abutments: A Retrospective Analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* abril de 2025;27(2):e70026. Disponible: 10.1111/cid.70026
27. Peñarrocha M. Criterios de selección del paciente en implantología oral: factores generales y locales. *Anales Españoles de Odontoestomatología* [Internet]. 1997; Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/305033526>
28. Martínez-González J, Cano Sánchez J, Campo Trapero J, Martínez-González M, García-Sabán F. Diseño de los implantes dentales: Estado actual. *Avances en Periodoncia e Implantología Oral.* 2002;14(3):129-36.
29. Pedrinaci I, Hamilton A, Lanis A, Sanz M, Gallucci GO. The Bio-Restorative Concept for Implant-Supported Restorations. *J Esthet Restor Dent.* noviembre de 2024;36(11):1516-27. Disponible en: 10.1111/jerd.13306
30. Ruiz Rituerto L, Albertí Vich C, Fernández García-Fajardo, F, Jiménez García J, santiago saracho J. Factores a tener en cuenta a la hora de la selección del pilar protético: pilares metálicos versus pilares cerámicos. *Rev Científica Dent.* 2013;10:205-12.
31. Ferrantino L, Carrillo De Albornoz A, Sanz M. Five-year outcomes of a randomized controlled clinical trial comparing single-tooth implant-supported restoration with either zirconia or titanium abutments. *J Clin Periodontol.* junio de 2023;50(6):744-54. Disponible en: 10.1111/jcpe.13787
32. Bishti S, Alsagher MSE, Homa M, Wolfart S, Taşkın Tuna. Factors Influencing the Screw Stability of Implant-Supported Single Crowns: An In Vitro Study. *Materials.* 23 de enero de 2025;18(3):506. Disponible en: 10.3390/ma18030506
33. Daniel Bacigalupe R, Ernesto Villablanca R. Uso de coronas sistema cad-cam en implantes osteointegrados. *Rev Médica Clínica Las Condes.* enero de 2014;25(1):158-65. Disponible en: 10.1016/S0716-8640(14)70022-7

34. Al-Thobity AM. Titanium Base Abutments in Implant Prosthodontics: A Literature Review. *Eur J Dent.* febrero de 2022;16(01):49-55. Disponible en: 10.1055/s-0041-1735423
35. Zothner A, Hopp M, Friedrich R, Mitrovic M, Hohl S, Moss C, et al. La evolución del pilar. Unión cerámica material en pilares de titanio y dióxido de zirconio. *Quintessence Téc.* 2010;21(2):113-28.
36. Cardoso KB, Bergamo ETP, Cruz VDM, Ramalho IS, Lino LFDO, Bonfante EA. Three-dimensional misfit between Ti-Base abutments and implants evaluated by replica technique. *J Appl Oral Sci.* 2020;28:e20200343. Disponible en: 10.1590/1678-7757-2020-0343
37. Falahchai M, Neshandar Asli H, Daneshvar M, Hendi A. Effect of different surface treatments on retention and fracture strength of zirconia crowns over Ti-base zirconia abutments. *Heliyon.* noviembre de 2024;10(21):e40164. Disponible en: 10.1016/j.heliyon.2024.e40164
38. Schäfer T, Mätzener KJ, Jung RE, Özcan M, Hjerpe J. Load-bearing capacity of screw-retained fixed dental prostheses made of monolithic zirconia on different abutment designs and abutment-free implant connection. *J Dent.* febrero de 2025;153:105561. Disponible en: 10.1016/j.jdent.2025.105561
39. Schmitz JH, Valenti M, Valenti A, Cortellini D, Canale A. Survival Analysis up to 8 Years of 304 Anatomic-Contour Implant Zirconia Crowns Fabricated with a Fully Digital Cast-Free Workflow and Directly Screwed on External Hexagonal Implant Connections without the Interposition of a Ti-Base: A Multicentric Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* mayo de 2024;1-16. Disponible en: 10.11607/jomi.10898.
40. Krongvanitchayakul R, Kunavisarut C. Retention of zirconia crown to oxidized titanium base abutment: Experimental research. Bencharit S, editor. *PLOS ONE.* 25 de octubre de 2023;18(10):e0287108. Disponible en: 10.1371/journal.pone.0287108
41. Ríos Szalay E, Garcilazo Gómez A, Guerrero Ibarra J, Meade Romero I, Miguelena Muro K. Comparative study of displacement resistance of four zirconia cements. *Rev Odontológica Mex.* octubre de 2017;21(4):e227-32. Disponible en: 10.1016/j.rodsmex.2018.01.012
42. Lei W, Guo J, Du R, Shi B. Evaluation of Retention Forces of Implant-Supported Zirconia Copings on Titanium Abutments Coated with Metal Opaquers Using Different Cements. *Int J Oral Maxillofac Implants.* marzo de 2022;37(2):339-45. Disponible en: 10.11607/jomi.9329
43. Fouquet V, Dantagnan CA, Abdel-Gawad S, Dursun E, Attal JP, François P. In vitro shear bond strength over zirconia and titanium alloy and degree of conversion of extraoral compared to intraoral self-adhesive resin cements. *BDJ Open.* 9 de diciembre de 2023;9(1):54. Disponible en: 10.1038/s41405-023-00178-0
44. Yıldız P, Alkan Demetoğlu G, Talay Çevlik E. Effect of cement type on vertical marginal discrepancy and residual excess cement in screwmentable and cementable implant-supported monolithic zirconia crowns. *Odontology.* octubre de 2024;112(4):1221-30. Disponible en: 10.1007/s10266-024-00938-w

45. Smirani R, Chantler JG, Endres J, Jung RE, Naenni N, Strauss FJ, et al. Clinical outcomes of single implant supported crowns utilising the titanium base abutment: A 7.5-year prospective cohort study. *J Dent.* octubre de 2024;149:105306. Disponible en : 10.1016/j.jdent.2024.105306
46. Cañedo Andalia R, Nodarse Rodríguez M, Labañino Mulet N. Similitudes y diferencias entre PubMed, Embase y Scopus. 2015;26(1):84-91.
47. Haddaway NR, Page MJ, Pritchard CC, McGuinness LA. *PRISMA2020* : An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Syst Rev.* junio de 2022;18(2):e1230. Disponible en: 10.1002/cl2.1230
48. Cacaci C, Cantner F, Mücke T, Randelzhofer P, Hajtő J, Beuer F. Clinical performance of screw-retained and cemented implant-supported zirconia single crowns: 36-month results. *Clin Oral Investig.* julio de 2017;21(6):1953-9. Disponible en: 10.1007/s00784-016-1982-1
49. Donker VJJ, Raghoobar GM, Jensen-Louwerse C, Vissink A, Meijer HJA. Monolithic zirconia single tooth implant-supported restorations with CAD / CAM titanium abutments in the posterior region: A 1-year prospective case series study. *Clin Implant Dent Relat Res.* febrero de 2022;24(1):125-32. Disponible en: 10.1111/cid.13069
50. Adolphi D, Tribst J, Borges A, Bottino M. Torque Maintenance Capacity, Vertical Misfit, Load to Failure, and Stress Concentration of Zirconia Restorations Cemented or Notched to Titanium Bases. *Int J Oral Maxillofac Implants.* marzo de 2020;35(2):357-65. Disponible: 10.11607/jomi.7731
51. Zahoui A, Bergamo E, Marun M, Silva K, Coelho P, Bonfante E. Cementation Protocol for Bonding Zirconia Crowns to Titanium Base CAD/CAM Abutments. *Int J Prosthodont.* septiembre de 2020;33(5):527-35. Disponible en: 10.11607/ijp.6696
52. Ibrahim EA, Khamis MM, Ezzelarab S, Abdelhamid AM. Retention of zirconia crowns to titanium bases with straight versus angled screw access channels: an invitro study. *BMC Oral Health.* 7 de julio de 2023;23(1):458. Disponible en: 10.1186/s12903-023-03177-7
53. Alic Z, Vaskovich T, Franz A, Lettner S, Moritz A, Watts DC, et al. Do strength of zirconia-abutment-interfaces depend on cement, zirconia type and titanium abutment dimensions? *Dent Mater.* junio de 2024;40(6):879-88. Disponible en: 10.1016/j.dental.2024.04.003
54. Linkevicius T, Caplikas A, Dumbyte I, Linkeviciene L, Svediene O. Retention of zirconia copings over smooth and airborne-particle-abraded titanium bases with different resin cements. *J Prosthet Dent.* junio de 2019;121(6):949-54. Disponible en: 10.1016/j.prosdent.2018.08.012
55. Strazzi-Sahyon HB, Bergamo ETP, Gierthmuehlen PC, Lopes ACO, Alves LMM, Benalcázar Jalkh EB, et al. In vitro assessment of the effect of luting agents, abutment height, and fatigue on the retention of zirconia crowns luted to titanium base implant abutments. *J Prosthet Dent.* noviembre de 2023;130(5):739.e1-739.e8. Disponible en: 10.1016/j.prosdent.2023.07.032

56. T. P. Bergamo E, Zahoui A, Luri Amorin Ikejiri L, Marun M, Peixoto Da Silva K, G. Coelho P, et al. Retention of zirconia crowns to Ti-base abutments: effect of luting protocol, abutment treatment and autoclave sterilization. *J Prosthodont Res.* 2021;65(2):171-5. Disponible en: 10.2186/jpr.JPOR_2019_537
57. Arce C, Lawson N, Liu PR, Lin C, Givan D. Retentive Force of Zirconia Implant Crowns on Titanium Bases Following Different Surface Treatments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* mayo de 2018;33(3):530-5. Disponible en: 10.11607/jomi.5915
58. Turker N, Özarslan M, Buyukkaplan U, Başar E. Effect of Different Surface Treatments Applied to Short Zirconia and Titanium Abutments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* septiembre de 2020;35(5):948-54. Disponible en: 10.11607/jomi.8224
59. Fiore AD, Stellini E, Monaco C, Yilmaz B. Clinical outcome of monolithic zirconia on bonded or mechanically retained prefabricated titanium-base: A 4-year retrospective study. *J Dent.* noviembre de 2024;150:105350. Disponible en: 10.1016/j.jdent.2024.105350
60. Guncu M, Aktas G, Guncu G, Anıl D, Turkyilmaz I, Antonoff L. Clinical, Technical, and Radiologic Outcomes of 182 Implant-Supported Zirconia Single Crowns Using Titanium-Base Abutments: A Retrospective Study. *Int J Prosthodont.* julio de 2022;35(4):553-9. Disponible en: 10.11607/ijp.7796
61. Gehrke P, Pietruska MJ, Korth A, Schöttler T, Jenatschke R, Fischer C, et al. Retrospective, Multi-center, Cohort Study Evaluating Clinical, Technical, Biological, and Esthetic Outcomes of Implant Supported Zirconia Single Crowns Cemented on Titanium-base Abutments: 7-year Mean Follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants.* junio de 2024;1-24. Disponible en: 10.11607/jomi.11039
62. Gehrke P, Bleuel K, Fischer C, Sader R. Influence of margin location and luting material on the amount of undetected cement excess on CAD/CAM implant abutments and cement-retained zirconia crowns: an in-vitro study. *BMC Oral Health.* diciembre de 2019;19(1):111. Disponible en: 10.1186/s12903-019-0809-2