



**Universidad
Europea** VALENCIA

Grado en ODONTOLOGÍA

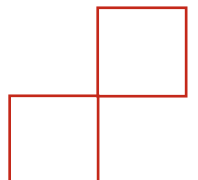
Trabajo Fin de Grado

Curso 2024-25

**Comparación del ajuste marginal entre
IPS e.max y Vita Enamic en restauraciones
fabricadas con sistemas CAD/CAM: una
revisión sistemática.**

Presentado por: Nicolas Barthez

Tutor: Jose Luis Bustos Salvador



AGRADECIMIENTOS

A mi tutor, Jose Luis Bustos Salvador

Gracias por tu valioso acompañamiento y tu apoyo constante a lo largo de este año de investigación.

A mi familia y mis padres,

Merci à toute ma famille, qui m'a soutenu sans relâche tout au long de ces années si importantes pour moi. Merci pour votre présence constante, vos encouragements dans les moments de doute, et pour avoir toujours été là, partageant chaque petite réussite comme un grand succès. Sans vous, ce parcours aurait été bien plus difficile. Papa, Maman, merci de m'avoir toujours soutenu, guidé, et transmis des valeurs essentielles qui m'ont permis d'avancer avec confiance et détermination. Du fond du cœur, merci pour tout ce que vous avez fait pour moi. Je vous aime.

A mi pareja, Océane,

Merci d'avoir illuminé ces cinq dernières années par ta présence. Te rencontrer ici a été, sans aucun doute, la plus belle chose qui me soit arrivée. J'ai enfin terminé, et tout peut commencer. Je t'aime.

A mis amigos, Arthur, Inès y Clémentine,

Merci Arthur, pour toutes ces années faites de fou rire incessant, de révisions entre deux résurgences de motivation, de coups durs et d'heures de route. Merci Inès et Clémentine pour votre présence, votre bonne humeur, et tous ces petits moments qui ont fait la différence.

A todos ellos muchas gracias.

índice

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT	3
3. PALABRAS CLAVE.....	5
4. INTRODUCCIÓN	7
4.1 Tecnología CAD/CAM	7
4.1.1. Digitalización	8
4.1.2. Diseño	8
4.1.3. Fresado	9
4.1.4. Cristalización	9
4.2. Ventajas y desventajas de la CAD CAM	10
4.2.1. Ventajas	10
4.2.2. Desventajas	11
4.3. Materiales usados en CAD/CAM	12
4.3.1. IPS e.max CAD (Disilicato de litio)	12
4.3.2. VITA Enamic (Cerámica híbrida).....	13
4.4. Ajuste marginal.....	15
4.4.1. Consecuencias clínicas de un ajuste marginal deficiente	17
4.4.2. Relevancia en la práctica diaria.....	18
4.4.3. Medición del ajuste marginal.....	18
5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS.....	21
5.1. Justificación	21
5.1. Hipótesis.....	22
6. OBJETIVOS	24
7. MATERIALES Y METODOS.....	26
7.1. Identificación de la pregunta PICO	26
7.2. Criterios de elegibilidad	26
7.3. Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos.....	27
7.4. Proceso de selección de los estudios	28
7.5. Extracción de datos	28
7.6. Valoración de la calidad.....	30
7.7. Síntesis de datos	30
8. RESULTADOS	32
8.1. Selección de estudios. Flow chart	32
8.2. Análisis de las características de los estudios revisados	33
8.3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo	38
8.4. Síntesis resultados	39
9. DISCUSIÓN.....	42
9.1. Análisis de los resultados obtenidos.....	42

9.2. Valores clínicamente aceptables del marginal gap.....	44
9.3. Implicaciones clínicas	45
9.5. Perspectivas futuras.....	47
10. CONCLUSIONES.....	49
11. BIBLIOGRAFÍA	51
12. ANEXO.....	58

1. RESUMEN

Introducción: El ajuste marginal es un factor determinante para el éxito clínico de las restauraciones dentales. Desajustes en esta zona se asocian frecuentemente con infiltración bacteriana, caries secundaria y fallos restauradores. Esta revisión sistemática tiene como objetivo comparar el ajuste marginal de restauraciones CAD/CAM fabricadas con dos materiales ampliamente utilizados: IPS e.max CAD y Vita Enamic, con el fin de determinar cuál de ellos ofrece una mejor adaptación marginal.

Material y método: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Web of Science y Scopus, sobre estudios que compararan directamente el ajuste marginal al nivel del marginal gap y del absolute marginal discrepancy de restauraciones con IPS e.max y Vita Enamic hasta diciembre de 2024

Resultados: De un total de 138 artículos inicialmente identificados, 7 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y fueron analizados. Todos evaluaban el marginal gap (con un total de 238 dientes), y 3 de ellos también analizaron el absolute marginal discrepancy (con 128 dientes en total). Los valores medios obtenidos fueron de 43,22 μm para Vita Enamic y 72,81 μm para IPS e.max en cuanto al marginal gap y de 114,89 μm para Vita Enamic y 115,20 μm para IPS e.max para el absolute marginal discrepancy. Todos los estudios reportaron valores dentro del rango clínicamente aceptable ($<120 \mu\text{m}$), y la mayoría coincidió en que Vita Enamic mostró un mejor ajuste marginal.

Conclusión: A pesar de las limitaciones, los resultados de esta revisión indican que tanto IPS e.max como Vita Enamic ofrecen un marginal gap clínicamente aceptable ($<120 \mu\text{m}$). Sin embargo, Vita Enamic mostró una adaptación marginal superior

2. [ABSTRACT](#)

Introduction: Marginal fit is a key factor for the clinical success of dental restorations. Misfits in this area are frequently associated with bacterial infiltration, secondary caries, and restoration failure. This systematic review aims to compare the marginal fit of CAD/CAM restorations fabricated with two widely used materials: IPS e.max CAD and Vita Enamic, to determine which one provides better marginal adaptation.

Materials and Methods: An electronic search was conducted in the PubMed, Web of Science, and Scopus databases for studies comparing the marginal fit of restorations made with IPS e.max and Vita Enamic. The review included studies published up to December 2024 that evaluated both marginal gap and absolute marginal discrepancy.

Results: Out of 138 initially identified articles, 7 studies met the inclusion criteria and were analyzed. All of them assessed the marginal gap (totaling 238 teeth), and 3 studies also evaluated the absolute marginal discrepancy (with a total of 128 teeth). The mean values for marginal gap were 43.22 μm for Vita Enamic and 72.81 μm for IPS e.max, while the absolute marginal discrepancy was 114.89 μm for Vita Enamic and 115.20 μm for IPS e.max. All studies reported values within the clinically acceptable range ($<120 \mu\text{m}$), and most of them concluded that Vita Enamic demonstrated better marginal adaptation.

Conclusion: Despite certain limitations, the results of this review indicate that both IPS e.max and Vita Enamic provide a clinically acceptable marginal gap ($<120 \mu\text{m}$). However, Vita Enamic showed superior marginal adaptation in most of the evaluated studies.

3. PALABRAS CLAVE

- CAD/CAM
- Computer-Aided Design
- Computer-Aided Manufacturing
- IPS e.max
- Lithium Disilicate
- Dental Ceramics
- Vita Enamic
- Hybrid Ceramics
- Marginal fit
- Dental Marginal Adaptation

4. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación asistida por computadora (CAM) se han convertido en elementos cada vez más populares en odontología (1,2), ofreciendo soluciones innovadoras para mejorar la calidad, la rapidez y la precisión de las restauraciones dentales. Inicialmente desarrolladas en la década de 1960 para los sectores aeroespacial y automotriz, estas tecnologías fueron adaptadas a la odontología a partir de la década de 1980 por pioneros como François Duret y Werner Mörmann (1,3).

Los sistemas CAD/CAM permiten diseñar y fabricar una amplia variedad de restauraciones dentales, como inlays, onlays, carillas, coronas, puentes, pilares de implantes, así como dispositivos utilizados en ortodoncia (1). Además, estas restauraciones pueden fabricarse con nuevos materiales, entre ellos los materiales híbridos, que combinan las ventajas de las resinas compuestas y las cerámicas (4).

Entre los criterios de calidad esenciales de estos materiales, el ajuste marginal juega un papel clave, ya que garantiza la durabilidad de las restauraciones al minimizar los riesgos de infiltraciones bacterianas, caries secundarias, inflamaciones gingivales y enfermedades periodontales (4,5).

4.1 Tecnología CAD/CAM

Los sistemas CAD/CAM representan una combinación de tecnologías diseñadas para optimizar el diseño y la fabricación de restauraciones dentales. **CAD** se refiere al uso de software avanzado para diseñar digitalmente las restauraciones, mientras que **CAM** implica el uso de máquinas de fresado para fabricar estas restauraciones a partir de archivos digitales.

La integración de estas tecnologías modernas permite a los dentistas y protésicos trabajar con una precisión inigualable, reduciendo la necesidad de ajustes posteriores y mejorando la calidad general de los tratamientos.

El proceso típico de CAD/CAM comprende varias etapas clave:

4.1.1. Digitalización

Un escáner intraoral o de laboratorio se utiliza para capturar una imagen tridimensional precisa de la estructura dental o del modelo. Esto reemplaza las impresiones convencionales, que a menudo están sujetas a errores como distorsiones o desgarros (6).

- **Escáner óptico:** Se utilizan directamente en la boca del paciente para realizar impresiones digitales tridimensionales mediante un proceso llamado triangulación activa. Se proyecta una luz blanca (o un haz láser) sobre las estructuras dentales, y el sensor del escáner captura los datos en función del ángulo de proyección y el patrón de sombras generado. El receptor del escáner registra las variaciones de estas líneas, y la computadora calcula la profundidad correspondiente. La escala de profundidad en este procedimiento depende del ángulo de triangulación (6).
- **Escáner mecánico:** Se requiere previamente una impresión tradicional en alginato o silicona del paciente para fabricar un modelo de yeso que será digitalizado mediante un sensor o una bola de zafiro, cuyo diámetro varía según el caso. La información se transmite posteriormente a un software hasta formar una imagen tridimensional (6).

Se realizó una evaluación tridimensional para comparar la precisión de las superficies digitalizadas por un escáner óptico y un escáner mecánico. Se confirmó que ambos tipos de escáneres presentan una exactitud similar, con una variación media de $\pm 6 \mu\text{m}$. El estudio también concluyó que la repetibilidad de las superficies obtenidas con estos dos dispositivos varía en $\pm 10 \mu\text{m}$, lo que los hace comparables y suficientemente precisos para la fabricación de restauraciones dentales (6,7).

4.1.2. Diseño

Los datos escaneados se importan a un software de diseño CAD (cada sistema proporciona su propio software de escaneo y diseño), donde el protésico modela la restauración dental deseada utilizando herramientas digitales avanzadas. Es posible diseñar tanto restauraciones parciales y carillas como

coronas individuales, estructuras de múltiples unidades o supraestructuras, dependiendo del material y del sistema utilizado.

El diseño de la restauración se guarda en un archivo digital, que puede enviarse a un centro de producción o a una máquina de procesamiento para su fresado (6).

4.1.3. Fresado

El archivo digital se transmite a un dispositivo CAM, que produce la restauración mediante fresado o impresión 3D, utilizando materiales como cerámicas, polímeros o materiales híbridos.

Las fresadoras CAM pueden estar equipadas con 3 a 5 ejes, donde cada eje representa un valor que genera un movimiento para obtener la restauración deseada. Se utilizará una máquina con más o menos ejes dependiendo de la complejidad de las restauraciones a fabricar. Las fresadoras de 3 ejes son eficaces para restauraciones simples y rápidas, mientras que las fresadoras de 5 ejes son indispensables para estructuras complejas, garantizando una máxima precisión y flexibilidad.

Sin embargo, la calidad final de la restauración depende de la integración de todas las etapas, desde la digitalización inicial hasta la fase de acabado (6).

4.1.4. Cristalización

La cristalización es un proceso térmico mediante el cual un material en estado amorfo o parcialmente cristalino desarrolla una estructura altamente cristalina. Este cambio estructural mejora significativamente las propiedades mecánicas, ópticas y químicas del material. En odontología, este proceso se aplica particularmente a cerámicas como el disilicato de litio (IPS e.max CAD) (6).

Los bloques utilizados en las fresadoras pueden estar totalmente cristalizado o precristalizado .

- **Totalmente cristalizados:** Son bloques densos que ya han pasado por el proceso de cristalización. Aunque no requieren un tratamiento térmico posterior, presentan una mayor dureza, lo que puede provocar un mayor desgaste de las herramientas de fresado y una menor facilidad de mecanizado (6,8).
- **Pre cristalizados (estado azul):** Son bloques parcialmente cristalinos, compuestos mayoritariamente por metasilicato de litio (Li_2SiO_3). Este estado facilita el fresado debido a su menor dureza. Tras el fresado, se realiza un proceso de cristalización térmica a 850 °C durante 20–25 minutos, mediante el cual la estructura se transforma en cristales de disilicato de litio ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$), alcanzando así sus propiedades finales (6,8).

Este proceso genera una mínima contracción lineal (~0,2 %), que puede tener un impacto leve sobre el ajuste marginal si no se compensa adecuadamente durante el diseño CAD. Por ello, una planificación digital precisa es fundamental para asegurar la fidelidad dimensional y la adaptación clínica óptima de la restauración (6).

4.2. Ventajas y desventajas de la CAD CAM

4.2.1. Ventajas

La tecnología CAD/CAM en odontología ofrece numerosos beneficios que la convierten en una herramienta esencial para las restauraciones modernas. En primer lugar, permite obtener restauraciones de alta precisión y calidad, con una mejor adaptación marginal e interna (9). Esto reduce significativamente el riesgo de caries secundarias, al tiempo que mejora la durabilidad clínica (9,10). Gracias a la fabricación digital, las bases protésicas son menos propensas a sufrir distorsiones, lo que refuerza su retención y estabilidad (10).

Otro gran beneficio es el ahorro de tiempo que proporciona. Los tratamientos pueden realizarse en una sola sesión, evitando así múltiples citas que son necesarias con los métodos convencionales (9,11). La automatización del proceso reduce el tiempo total del tratamiento (10), y los archivos STL pueden enviarse directamente al laboratorio o modificarse en línea, lo que facilita la

fabricación y los ajustes sin necesidad de una nueva toma de impresión física (10,11).

La versatilidad del CAD/CAM es también una ventaja importante, ya que permite la fabricación de una amplia gama de restauraciones, desde coronas y puentes hasta carillas y dispositivos ortodónticos (9). Esta tecnología es compatible con diversos materiales, como la zirconia, el disilicato de litio, las cerámicas híbridas y el PMMA prepolimerizado, lo que ofrece soluciones adaptadas a una variedad de necesidades clínicas (9,10).

Finalmente, el CAD/CAM mejora significativamente la satisfacción de los pacientes. Gracias a las impresiones digitales menos invasivas y a restauraciones con un ajuste más preciso, los pacientes experimentan un mayor confort, una mejor eficiencia masticatoria y resultados estéticos superiores (9,10).

4.2.2. Desventajas

La tecnología CAD/CAM, a pesar de sus numerosos beneficios, también presenta ciertas limitaciones que pueden dificultar su adopción entre los profesionales dentales. Uno de los principales inconvenientes es el alto costo de los equipos, como los escáneres, las fresadoras y los programas informáticos, lo que representa una barrera económica significativa, especialmente en clínicas o regiones con recursos limitados (9,10). Además, esta tecnología requiere una formación especializada para manejar los programas y los equipos, lo que supone una curva de aprendizaje considerable para los profesionales (9,10).

La dependencia tecnológica es otro desafío importante. Las averías en los equipos o fallos en el software pueden interrumpir el flujo de trabajo y provocar retrasos en la fabricación de las restauraciones (9,10). Asimismo, las actualizaciones del software o problemas de compatibilidad pueden generar dificultades en la integración y el mantenimiento de los sistemas CAD/CAM (9).

Aunque el CAD/CAM ofrece un alto nivel de precisión, algunas restauraciones complejas aún requieren ajustes manuales para lograr un

resultado estético óptimo. Esto puede reducir la eficiencia general de la tecnología en casos específicos (9,10).

Además, existe una falta de estandarización total, ya que el rendimiento de los sistemas puede variar según los materiales y equipos utilizados, lo que hace necesario realizar más estudios para armonizar los procesos y garantizar resultados consistentes (10).

4.3. Materiales usados en CAD/CAM

Las tecnologías CAD/CAM ofrecen una gran flexibilidad en la selección de materiales para las restauraciones dentales. Entre ellos, destacan especialmente dos materiales ampliamente utilizados en los sistemas digitales: Vita Enamic, una cerámica híbrida, e IPS e.max CAD, un disilicato de litio. Estos materiales poseen características únicas que influyen directamente en su ajuste marginal y en su rendimiento clínico, determinando su eficacia y durabilidad en el tiempo.

4.3.1. IPS e.max CAD (Disilicato de litio)

Existen varias variantes del sistema cerámico IPS e.max, fabricado por Ivoclar Vivadent, entre ellas IPS e.max Press, IPS e.max ZirPress, IPS e.max Ceram e IPS e.max CAD, cada una diseñada para técnicas e indicaciones específicas. Sin embargo, IPS e.max CAD (*Computer-Aided Design*) es la más utilizada debido a su facilidad de uso con sistemas CAD/CAM y sus excelentes propiedades, por lo que este estudio se centra en esta versión (11,12).

IPS e.max CAD es una cerámica dental de disilicato de litio, compuesta principalmente por $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, con aproximadamente un 70 % de cristales dentro de una matriz vítrea. Se encuentra disponible en dos estados: el estado azul (precristalizado), compuesto mayoritariamente por metasilicato de litio (Li_2SiO_3), lo que facilita el fresado gracias a su moderada dureza y menor desgaste de las fresas y el estado final (cristalizado), se obtiene tras un tratamiento térmico a 850°C durante 20-25 minutos en vacío, donde la estructura se transforma en una matriz mayoritariamente interconectada de cristales de disilicato de litio (11).

Cuando está en su estado azul, IPS e.max CAD tiene una resistencia a la flexión de 130 MPa; sin embargo, una vez cristalizado, su resistencia aumenta significativamente, alcanzando valores entre 262 y 360 MPa. Del mismo modo, su resistencia a la fractura pasa a ser de 2,0 a 2,5 MPa (11).

Durante el proceso de cristalización, se produce una reducción lineal del 0,2 %, lo que garantiza una buena estabilidad dimensional (13).

Este material también es apreciado por sus propiedades ópticas. Está disponible en una amplia gama de tonos estándar (A-D), tonos blanqueadores y opciones personalizadas. Además, IPS e.max CAD se presenta en tres niveles de translucidez:

- IPS e.max CAD HT (High Translucency)
- IPS e.max CAD MT (Medium Translucency)
- IPS e.max CAD LT (Low Translucency)

Los iones colorantes, como V^+ (Vanadio) y Ce^+ (Cerio), modifican su estado de oxidación durante la cocción, permitiendo obtener los tonos finales deseados (11,13).

IPS e.max CAD está indicado para la fabricación de coronas, inlays, onlays, carillas y puentes fijos de tres unidades en las zonas anteriores y posteriores. Sin embargo, no se recomienda para restauraciones multicapa o estructuras delgadas sometidas a altas fuerzas oclusales (11,13).

4.3.2. VITA Enamic (Cerámica híbrida)

VITA Enamic es un PICN (Polymer-Infiltrated Ceramic Network), es decir, una red ceramo-polimérica infiltrada. Se trata de un material híbrido que combina las ventajas de las cerámicas dentales y las resinas compuestas, proporcionando propiedades mecánicas y estéticas optimizadas.

Este material se distingue por su estructura de doble red interconectada:

- **Red cerámica:** Compuesta principalmente por dióxido de silicio (58-63 %), alúmina (20-23 %), óxido de sodio (9-11 %) y otros óxidos en

proporciones menores, representando aproximadamente el 86 % del peso total del material (14).

- **Red polimérica:** Formada por UDMA (uretano dimetacrilato) y TEGDMA (trietilenglicol dimetacrilato), representando aproximadamente el 14 % del peso total del material (15)

La red cerámica proporciona alta resistencia y estabilidad química, mientras que la resina polimérica mejora la resiliencia y la capacidad de absorción de impactos. Esta combinación única da lugar a un material con una resistencia a la flexión media de $148,7 \pm 9,5$ MPa, según un estudio comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes bloques CAD/CAM (15) y presenta un módulo de elasticidad de aproximadamente 30 GPa, lo que lo hace más similar a las propiedades mecánicas de la dentina natural, permitiendo una mejor compatibilidad biomecánica (14).

Vita Enamic, gracias a su estructura híbrida translúcida, ofrece propiedades ópticas que se asemejan al esmalte natural. Está disponible en varias tonalidades y en tres niveles de translucidez:

- Vita Enamic ST (Super Translucent)
- Vita Enamic HT (High Translucent)
- Vita Enamic T (Translucent)

Esto permite al profesional adaptarse a diferentes situaciones clínicas según las necesidades del paciente (14).

Además, es fácilmente reparable directamente en boca y puede ser pulido para restaurar su brillo original sin necesidad de procedimientos complejos, lo que lo hace especialmente práctico y versátil en clínica (16).

En comparación con las cerámicas convencionales como el disilicato de litio (IPS e.max CAD), Vita Enamic se distingue por su mejor absorción de fuerzas, aunque su resistencia al desgaste es ligeramente inferior a la de las cerámicas puras, lo que puede limitar su uso en zonas de alta carga oclusal (16).

Está recomendado para restauraciones como coronas anteriores y posteriores, inlays y carillas. Sin embargo, no se recomienda para puentes ni restauraciones sometidas a altas exigencias mecánicas, como en casos de bruxismo (16).

4.4. Ajuste marginal

El ajuste marginal se refiere a la capacidad de una restauración dental para adaptarse con precisión al límite preparado del diente. Un ajuste óptimo garantiza una barrera hermética entre la restauración y la estructura dental natural, siendo considerado uno de los criterios clave para la longevidad y el éxito clínico de las restauraciones (16).

La mayoría de los sistemas actuales, incluidos aquellos que utilizan tecnología CAD/CAM, buscan lograr una adaptación marginal clínicamente aceptable, definida como la distancia entre el borde de la corona y la línea de terminación de la preparación dental (marginal gap) , que generalmente debe ser inferior a 120 μm (17-19).

En 1989, Holmes y cols. (19) propusieron una terminología clara para describir y clasificar los diferentes tipos de mediciones del ajuste marginal, lo que permitió una mejor comprensión y estandarización de su análisis.

Si bien en esta revisión nos centraremos en el marginal gap y el absolute marginal discrepancy descritos por Holmes y cols. (19), estas dos mediciones desempeñan un papel fundamental en la evaluación de la calidad de la adaptación de una restauración. Esto se debe a que es en la unión entre el diente y la restauración donde se producen fenómenos clínicamente críticos, como la infiltración bacteriana, las caries secundarias, las inflamaciones gingivales y la degradación del cemento expuesto (17,18).

De hecho, es la combinación de todos estos factores la que garantiza una hermeticidad óptima, minimizando así el riesgo de posibles complicaciones clínicas (18).

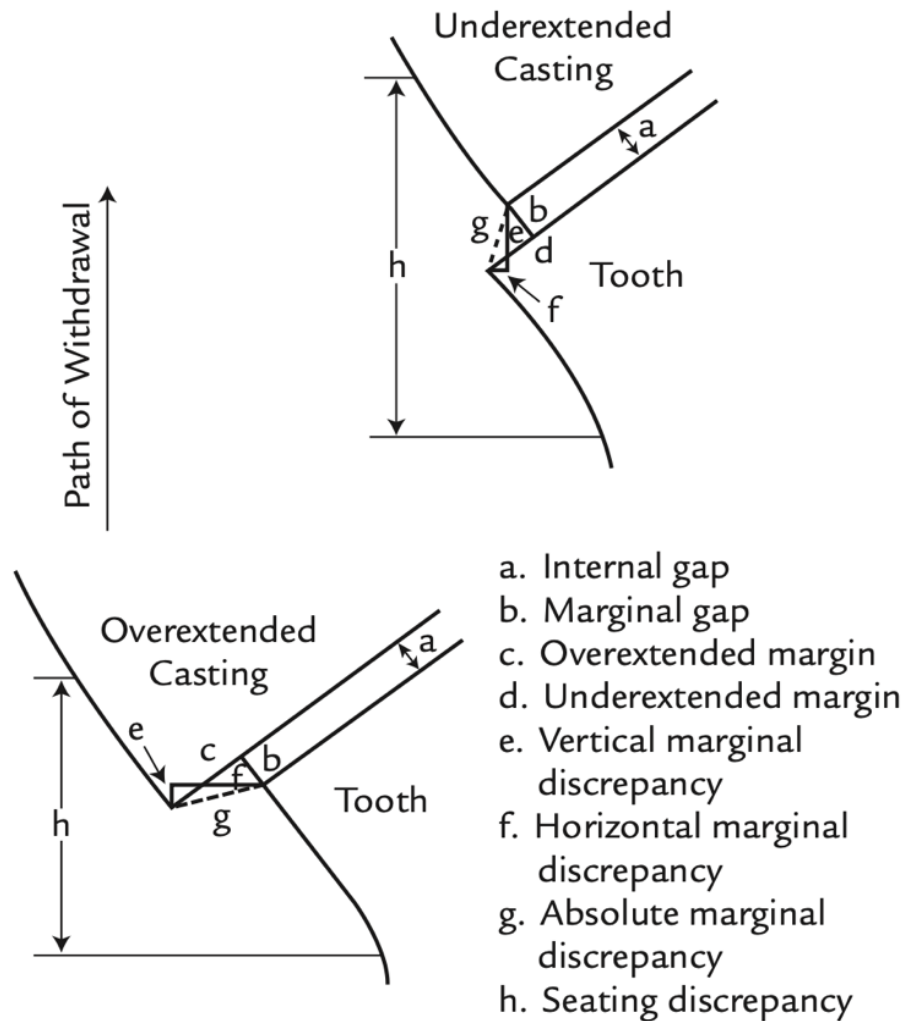


Figura 1: Terminología de desajuste marginal (17)

El “**internal gap**” (a) representa el espacio entre la superficie interna de la restauración y la preparación dental, el cual será ocupado por el cemento durante la colocación. Una excesiva separación en esta área puede debilitar la restauración, aumentando el riesgo de fracturas. El “**marginal gap**” (b), por su parte, corresponde a la distancia entre el borde de la restauración y la línea de terminación de la preparación dental. Es la medición más estudiada, ya que influye directamente en la hermeticidad de la restauración y en la prevención de infiltraciones bacterianas.

Otros aspectos como el “**overextended margin**” (c) y el “**underextended margin**” (d) describen, respectivamente, una margen que sobrepasa el límite de la preparación o, por el contrario, una margen insuficientemente extendida (19).

Las “**vertical marginal discrepancy**” (e) y “**horizontal marginal discrepancy**” (f) evalúan las diferencias verticales y horizontales entre la restauración y la preparación. Si estos valores son demasiado altos, pueden afectar la hermeticidad, la retención y la durabilidad de la restauración. La “**absolute marginal discrepancy**” (g) combina ambos tipos de discrepancias (vertical y horizontal) para proporcionar una visión más completa del ajuste marginal.

Finalmente, la “**seating discrepancy**” (h) analiza la adaptación global de la restauración sobre la preparación, evaluando cómo la restauración se posiciona o “asienta” en su lugar.

Estas diferentes mediciones son complementarias y desempeñan un papel clave en el éxito clínico de las restauraciones dentales, garantizando su estabilidad, funcionalidad y longevidad (19).

4.4.1. Consecuencias clínicas de un ajuste marginal deficiente

Un ajuste marginal inadecuado puede provocar complicaciones clínicas significativas, comprometiendo tanto la durabilidad de la restauración como la salud bucodental del paciente.

Una mala adaptación marginal favorece la acumulación de placa bacteriana, especialmente cuando los márgenes están ubicados a nivel subgingival. Esta acumulación aumenta considerablemente el riesgo de desarrollar caries secundarias y enfermedades periodontales, afectando la estabilidad de la restauración y la salud de los tejidos circundantes (17).

Además, pueden producirse microfiltraciones en los márgenes mal adaptados, permitiendo la penetración de bacterias y toxinas en la interfaz entre la restauración y el diente natural. Estas infiltraciones pueden desencadenar una inflamación de la pulpa dental, lo que aumenta el riesgo de complicaciones endodónticas (17).

Por último, una adaptación marginal deficiente acelera la disolución del cemento utilizado para fijar la restauración. Esta degradación del cemento

compromete la estabilidad mecánica de la restauración y aumenta el riesgo de fallo estructural, lo que puede requerir reparaciones o un reemplazo prematuro de la restauración (18).

4.4.2. Relevancia en la práctica diaria

En la práctica diaria, un ajuste marginal preciso es fundamental para garantizar resultados tanto funcionales como estéticos. Las tecnologías CAD/CAM han permitido mejorar significativamente esta precisión en comparación con las técnicas convencionales, reduciendo la necesidad de ajustes o reemplazos frecuentes. Además, estas tecnologías permiten responder a las crecientes expectativas de los pacientes, proporcionando mayor comodidad y mejor estética, al mismo tiempo que optimizan el tiempo de trabajo de los profesionales (17,19).

4.4.3. Medición del ajuste marginal

La evaluación del ajuste marginal de las restauraciones dentales se basa en diversas técnicas de medición, cada una con sus ventajas y limitaciones. Estas metodologías pueden agruparse en dos grandes categorías: técnicas destructivas y técnicas no destructivas.

Las técnicas destructivas permiten observar directamente la zona marginal mediante el seccionamiento de los especímenes. Aunque este enfoque ofrece alta precisión, su uso está limitado a estudios in vitro, ya que no es aplicable en clínica. Los especímenes se analizan bajo microscopía, lo que permite medir los desajustes marginales con gran exactitud (19).

Por otro lado, las técnicas no destructivas son más adecuadas para entornos clínicos o estudios que requieren preservar la restauración. Entre estas, destaca la réplica de silicona, un método ampliamente utilizado que consiste en reproducir el espacio marginal con un material de silicona, el cual luego es analizado al microscopio para evaluar las discrepancias (18). Otra técnica avanzada es la microtomografía de rayos X (Micro-CT), que permite obtener mediciones tridimensionales de alta precisión. Sin embargo, esta metodología es

costosa y está limitada a estudios in vitro debido a sus exigencias tecnológicas (17,19).

Finalmente, la evaluación digital representa un método moderno y práctico mediante el uso de escáneres intraorales. Estos dispositivos permiten realizar mediciones en tiempo real de los desajustes marginales, proporcionando una solución rápida, precisa y no invasiva para evaluaciones clínicas. El software de análisis superpone dos modelos digitales, uno de la preparación dental y otro de la restauración fresada, facilitando la comparación y medición de la adaptación marginal (20).

5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

5.1. Justificación

En la odontología moderna, el uso de tecnologías CAD/CAM se ha convertido en un estándar para la fabricación de restauraciones dentales debido a su precisión, eficiencia y capacidad para trabajar con materiales avanzados. Entre estos materiales, el disilicato de litio (IPS e.max) y la cerámica híbrida (VITA Enamic) destacan por sus propiedades mecánicas, estéticas y funcionales, siendo ampliamente utilizados en la práctica clínica (11,14).

El ajuste marginal de las restauraciones dentales es un factor crucial para el éxito a largo plazo de los tratamientos, ya que influye directamente en la prevención de complicaciones como caries secundarias, infiltraciones bacterianas y enfermedades periodontales. Sin embargo, la elección del material restaurador puede tener un impacto significativo en el ajuste marginal y, en consecuencia, en la durabilidad y eficacia de la restauración (17,18).

A pesar de los avances en la literatura científica, aún no existe una revisión sistemática que compare en profundidad el ajuste marginal de las restauraciones fabricadas con IPS e.max y VITA Enamic mediante sistemas CAD/CAM. Este trabajo tiene como objetivo llenar este vacío, proporcionando evidencia científica que permita a los profesionales de la salud dental tomar decisiones fundamentadas basadas en datos sólidos.

Si este estudio confirma que uno de los materiales ofrece un mejor ajuste marginal, esto permitiría optimizar los protocolos de tratamiento, beneficiando tanto a los pacientes como a los sistemas de salud, al reducir los costos asociados a complicaciones o reemplazos prematuros.

Este estudio está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular:

- **ODS 3: Salud y bienestar** → La elección del material restaurador tiene un impacto significativo en la longevidad y el rendimiento clínico del tratamiento, lo que influye en la salud bucodental de los pacientes. Un

mejor ajuste marginal reduce el riesgo de complicaciones que pueden generar dolor y afectar la calidad de vida.

- **ODS 9: Industria, innovación e infraestructura** → Al apoyar el desarrollo y uso de tecnologías CAD/CAM y materiales innovadores como VITA Enamic, se mejora la calidad de los tratamientos clínicos, impulsando el avance de la odontología digital.
- **ODS 12: Producción y consumo responsables** → La tecnología CAD/CAM optimiza el uso de materiales, reduciendo errores de fabricación y desperdicio de bloques cerámicos, promoviendo así restauraciones más duraderas y eficientes.

5.1. Hipótesis

La hipótesis de trabajo de nuestro estudio plantea que el material IPS e.max presenta un mejor ajuste marginal en comparación con VITA Enamic, debido a su estructura cerámica más estable y su baja deformación bajo carga, lo que reduce los desajustes marginales y mejora la precisión en la adaptación clínica.

6. OBJETIVOS

Objetivos principales

1. Analizar y comparar el ajuste marginal de las restauraciones dentales fabricadas con los materiales IPS e.max y VITA Enamic mediante sistemas CAD/CAM, con el objetivo de determinar cuál de los dos ofrece una mejor adaptación marginal.

Objetivos secundarios

1. Determinar si el marginal gap de las restauraciones en VITA Enamic e IPS e.max cumplen con los valores clínicamente aceptables ($<120\text{ }\mu\text{m}$).

7. MATERIALES Y METODOS

La revisión sistemática se realizó siguiendo la declaración de la guía **PRISMA** (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

7.1. Identificación de la pregunta PICO

Para realizar la búsqueda se utilizaron las bases de datos Medline-Pubmed (United States National Library of Medicine), Web of science y Scopus. Se buscaron artículos sobre el ajuste marginal de restauraciones IPS e.max versus Vita enamic fabricadas con sistemas CAD/CAM. Los artículos deben responder a la pregunta: ¿Cuál de los dos materiales, IPS e.max o Vita Enamic, proporciona el mejor ajuste marginal en restauraciones dentales fabricadas mediante sistemas CAD/CAM?

La pregunta de estudio se estableció a partir de la pregunta PICO que se estructura de la siguiente manera:

- **P (Población):** Pacientes que requieren restauraciones dentales.
- **I (Intervención):** Restauraciones fabricadas con disilicato de litio (IPS e.max) utilizando sistemas CAD/CAM.
- **C (Comparación):** Restauraciones fabricadas con cerámica híbrida (Vita Enamic) utilizando sistemas CAD/CAM.
- **(Resultado):** Determinar cuál de los dos materiales ofrece el mejor ajuste marginal

7.2. Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión fueron :

- **Tipo de estudio:** Estudios in vitro, que evalúen el ajuste marginal de restauraciones de IPS e.max y Vita Enamic.
- **Método de fabricación:** Estudios que utilicen sistemas CAD/CAM

- **Medición del ajuste marginal:** Estudios que empleen métodos validados para medir el ajuste marginal, microscopio, escáneres o réplicas de silicona.
- **Idioma:** Estudios publicados en español, inglés o francés
- **Disponibilidad:** Publicación con texto completo disponible

Los criterios de exclusión fueron :

- **Tipo de estudio:** Revisiones sistemáticas
- **Año de publicación:** Más de 10 años
- **Variables estudiadas:** Estudios que no comparan simultáneamente el ajuste marginal de IPS e.max (disilicato de litio) y Vita Enamic (cerámica híbrida).

7.3. Fuentes de información y estrategia de la búsqueda de datos

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las tres bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science con las siguientes palabras clave:

“cad cam”, “CAD/CAM”, “computer aided design”, “computer aided manufacturing”, “adaptation, dental marginal”, “marginal fit”, “hybrid material”, “hybrid ceramic”, “lithiumdisilicate”, “vitaenamic” y “PICN” Los términos controlados “MeSH” fueron utilizados en la base de PubMed y las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND y OR con el fin de obtener los mejores resultados

La búsqueda en Pubmed fue la siguiente: ((cad cam[MeSH Terms]) OR (CAD/CAM) OR (computer aided design[MeSH Terms]) OR (computer aided manufacturing[MeSH Terms])) AND ((adaptation, dental marginal[MeSH Terms]) OR (marginal fit)) AND ((hybrid material) OR (hybrid ceramic) OR (lithiumdisilicate) OR (vitaenamic) OR (PICN))

La búsqueda en SCOPUS fue la siguiente: ((TITLE-ABS-KEY (cad AND cam) OR TITLE-ABS-KEY (cad/cam) OR TITLE-ABS-KEY (computer AND aided AND design) OR TITLE-ABS-KEY (computer AND aided AND manufacturing)) AND (TITLE-ABS-KEY (adaptation AND dental AND marginal

) OR TITLE-ABS-KEY (marginal AND fit)) AND (TITLE-ABS-KEY (hybrid AND material) OR TITLE-ABS-KEY (hybrid AND ceramic) OR TITLE-ABS-KEY (lithiumdisilicate) OR TITLE-ABS-KEY (vitenamic) OR TITLE-ABS-KEY (picn)))

La búsqueda en Web of Science fue la siguiente: ((TS=(cad cam) OR TS=(CAD/CAM) OR TS=(computer aided design) OR TS=(computer aided manufacturing)) AND (TS=(adaptation dental marginal) OR TS=(marginal fit)) AND (TS=(hybrid material) OR TS=(hybrid ceramic) OR TS=(lithiumdisilicate) OR TS=(vitaenamic) OR TS=(PICN)))

En la **Tabla 1** incluida en el apartado de Anexos se muestra el resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas

Además, los estudios duplicados fueron eliminados.

7.4. Proceso de selección de los estudios

La selección de los artículos se llevó a cabo en tres fases por un investigador. En primer lugar, se realizó un cribado inicial basado en los títulos para descartar los estudios no relevantes. Posteriormente, se analizaron los resúmenes con el fin de identificar aquellos que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, se llevó a cabo una lectura completa del texto para confirmar que los estudios seleccionados respondían adecuadamente a la pregunta de investigación.

7.5. Extracción de datos

Las informaciones fueron extraídas de los artículos y se organizaron en tablas describiendo :

- Autores
- Año de publicación
- Tipo de estudio (estudio in vitro)
- Número de diente
- Tipo de diente usado (natural, artificial)
- Tipo de restauraciones (coronas, carillas, ...)

- Materiales usados (Vita Enamic, IPS e.max)
- Sistema CAD/CAM
- Procedimiento de medición del ajuste marginal (Micro CT, replica de silicona...)
- Tipo de cemento usado
- Tipo de ajuste marginal medido (marginal gap o absolute marginal discrepancy)

Variable principal :

- **Ajuste marginal :** Se expresa en micrómetros (μm) y su medición se realizará utilizando diferentes métodos de análisis, como microscopía óptica, microtomografía de rayos X (Micro-CT) y escaneo digital para comparar el ajuste marginal de restauraciones fabricadas en IPS e.max y Vita Enamic mediante sistemas CAD/CAM. Sera evaluado en diferentes puntos de la restauración, ya que la precisión puede variar según la zona de la preparación dental
- **Material de restauraciones:** El material de la restauración es un factor clave que puede influir en el ajuste marginal. En este estudio, se compararán dos materiales ampliamente utilizados en restauraciones CAD/CAM (IPS e.max / Vita enamic)

Variable secundaria:

- **Tipo de cemento usado :** El cemento puede influir en el ajuste final de la restauración
- **Tipo de diente :** El ajuste marginal puede verse afectado por el tipo de diente sobre el que se coloca la restauración (natural o artificial)
- **Método de fabricación CAD CAM** Las restauraciones serán diseñadas y fresadas mediante sistemas CAD/CAM, y el método de fabricación puede influir en el ajuste marginal. Fresadora de 3 a 5 ejes
- **Tipo de restauración** Dado que diferentes tipos de restauraciones pueden presentar variaciones en su ajuste marginal, este estudio incluirá tres tipos principales de restauraciones fabricadas con CAD/CAM (Coronas, inlay, onlay, venneer)

7.6. Valoración de la calidad

La evaluación del riesgo de sesgo fue realizada por un único investigador con el objetivo de analizar la calidad metodológica de los estudios incluidos. Se utilizó la escala modificada de ARRIVE y CONSORT, diseñada específicamente para valorar la calidad de los estudios in vitro.

7.7. Síntesis de datos

Las informaciones se sintetizaron en función del material estudiado: IPS e.max y VITA Enamic y de que parte se midió el ajuste marginal (marginal gap, absolute marginal discrepancy) con el fin de poder realizar un análisis de calidad

Dado que los estudios reportaron un número variable de muestras (número de dientes evaluados) y diferentes valores promedio del ajuste marginal (en micrómetros), se calculó la media ponderada para obtener resultados más representativos y fiables

Se realizó la media ponderada para cada medición de ajuste marginal estudiado (marginal gap, absolute marginal discrepancy), usando esta ecuación.

$$\text{Media ponderada} = \frac{\sum (xi \cdot wi)}{\sum wi}$$

xi = Valor medio del ajuste marginal del artículo

wi = Número de diente estudiado del artículo

$\sum wi$ = Suma de todos los dientes estudiado de cada artículo

El cálculo consistió en multiplicar el valor medio del ajuste marginal (xi) del estudio por el número total de dientes evaluados (wi) en el mismo, sumando estos productos para todos los estudios incluidos en la revisión sistemática, dividido entre el total de dientes evaluados ($\sum wi$) en todos los artículos. Este enfoque permitió obtener un promedio general ponderado que refleja de manera más precisa los resultados globales del ajuste marginal.

8. RESULTADOS

8.1. Selección de estudios. Flow chart

Se obtuvieron un total de 138 artículos del proceso de búsqueda inicial : Medline-PuMed (n=45), SCOPUS (n=50) y Web of Science (n=42). Además, se obtuvo 1 estudio adicional a través de la búsqueda manual (lista de referencias y fuentes primarias). Después de realizar un cribado por títulos y resúmenes, se identificaron 12 artículos potencialmente elegibles, los cuales se evaluaron a fondo. Como resultado, se incluyeron 7 artículos que cumplían con los criterios de inclusión en la revisión sistemática. La figura 2 muestra cómo se realizó el proceso de selección de los artículos incluidos en la revisión sistemática y la tabla 2 proporciona información sobre los artículos que fueron excluidos y las razones de su exclusión.

Figura 2: Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de títulos durante la revisión sistemática.

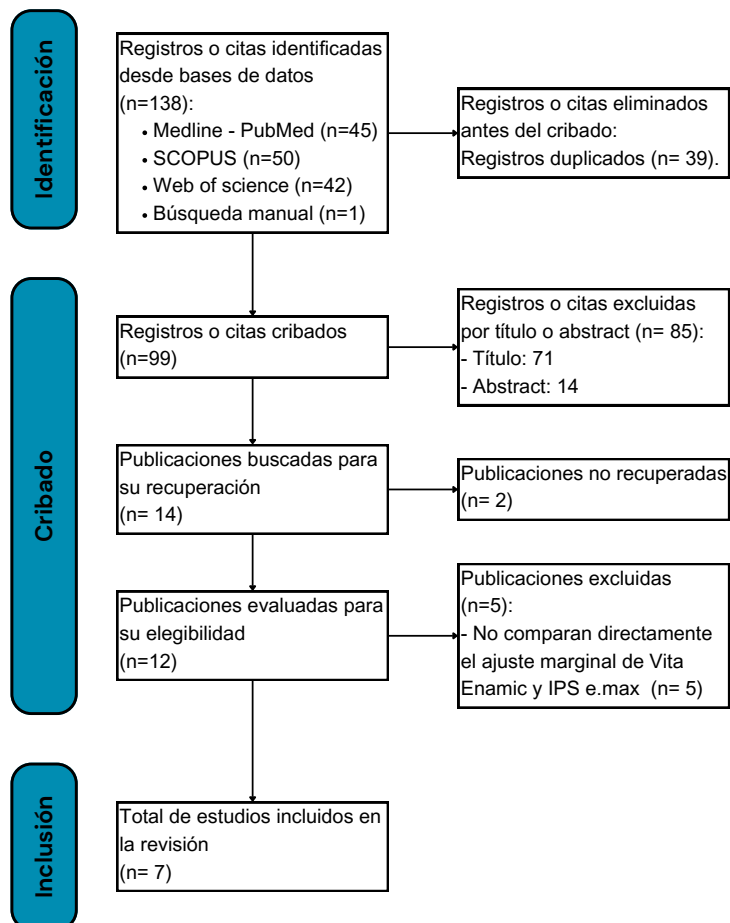


Tabla 2 : Artículos excluidos (y su razón de exclusión) de la presente revisión sistemática.

Autor. Año	Publicación	Motivo de exclusión
Ramzy NA.2023 (21)	BMC Oral Health	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
El Ghoul WA.2020 (22)	Journal of Prosthetic Dentistry	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
Suksuphan P.2024 (23)	Journal of Prosthodontic Research	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
El-Farag S y cols (24)	BMC Oral Health	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
Elbadawy y cols (25)	Brazilian Dental Journal	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic

8.2. Análisis de las características de los estudios revisados

Un total de 7 artículos se analizaron (tabla 3), todos son estudio in vitro y se publicaron entre 2018 y 2024. En todos los artículos se han analizado diferentes materiales sobre un total de 274 dientes, 226 replica artificial y 48 reales.

Tabla 3 : Informaciones generales acerca de los artículos seleccionados.

Título		Año de publicación	Tipo de estudio	Autores	Publicación
1 (26)	Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study	2024	Estudio in vitro	Attia y cols	Journal of dental research, dental clinics, dental prospects
2 (27)	Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials	2018	Estudio in vitro	Azarbal y cols	Journal of Prosthodontics
3 (28)	Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An in vitro study	2017	Estudio in vitro	Yildirim y cols	Journal of Prosthetic Dentistry

4 (29)	How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials.	2020	Estudio in vitro	Hasanzadeh y cols	The journal of advanced prosthodontics
5 (30)	A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated from three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study	2023	Estudio in vitro	Attar y cols	Cureus
6 (31)	Effect of Finish Line Design on the Fit Accuracy of CAD/CAM Monolithic Polymer-Infiltrated Ceramic-Network Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Study	2021	Estudio in vitro	Baig y cols	Polymers
7 (32)	Comparative Evaluation of the Internal and Marginal Adaptations of CAD/CAM endocrowns and Crowns Fabricated from Three Different Materials	2021	Estudio in vitro	Sahebi y cols	The internal journal of prosthodontics

Tabla 4 : Características de los estudios revisados

Artículo	N° diente	Diente real (Si/No)	Tipo de Diente	Tipo de Restauración	Materiales usados	Escáner	Software (CAD)	Fresadora (CAM)	Medición ajuste marginal	Cemento usado	Ajuste marginal
Attia y cols (26)	18	SI	Primer premolar maxilar	Carillas	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Brilliant Crios	DOF (Degree Of Freedom)	Exocad	Imes-lcore (5 ejes)	Microscopio digital (U500X) 40x	Resina fotopolimerisable (Choice 2)	- Marginal gap
Azarbal y cols (27)	30	No	Molar mandibular (acero inoxidable)	Corona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD	CEREC AC Bluecam	CEREC	CEREC 3 (3 ejes)	Estereomicroscopio (Olympus MVX10 Macroview) 14x	Sin cemento	- Marginal gap
Yildirim y cols (28)	48	No	Primer molar mandibular (resina acrílica)	Corona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity - Lava Ultimate	CEREC Omnicam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Microtomografía con rayos X (Micro CT skyscan 1172)	Sin cemento	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Hasanzadeh y cols (29)	36	No	Primer molar maxilar (resina acrílica)	Corona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	CEREC Omnicam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Escáneres ópticos 3D (ATOS Core 5Mp 80 mm de GOM)	Sin cemento	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Attar y cols (30)	30	Si	Molar mandibular	Endocorona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	I3Dscan	CORITE C Smart control	CORITEC 250i Loader Pro (5 ejes)	Estereomicroscopio digital (ShenZhen RaySmart Technology) 80x	Résina autoadhesiva (RelyX U200)	- Marginal gap

Baig y cols (31)	40	No	Premolar maxilar (yeso)	Corona con hombro y chaflán	- Vita Enamic - IPS e.max CAD	Medit T710	Exocad	CEREC MCX5 (5 ejes)	Estereomicroscopio digital (Olympus SZX7-LIST-SET)	Sin cemento	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Sahebi y cols (32)	72	No	Primer molar maxilar (resina acrílica)	Corona y Endocorona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	CEREC Omnicam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Escáneres ópticos 3D (ATOS III triple scan GOM)	Sin cemento	- Marginal gap

La mayoría de los estudios incluidos analizaron el ajuste marginal de coronas (27-29, 31, 32), algunos utilizaron endocoronas (30, 32) y carillas (26) sobre molares y premolares. Los materiales estudiados incluyeron principalmente IPS e.max CAD y Vita Enamic.

Los sistemas CAM empleados para el fresado de las restauraciones variaban según los estudios, utilizando fresadoras de 3 a 5 ejes. La mayoría de los estudios utilizaron sistemas CAD y CAM del mismo ecosistema (27 - 30, 32).

Los métodos de evaluación del ajuste marginal incluían el uso de microscopios digitales (26), estereoscópicos (27, 30, 31), como el Microscopio Olympus MX10 (27), y escáneres ópticos 3D, como el ATOS Core (29) y el ATOS III triple scan (32). Además, se utilizó microtomografía con rayos X (28), lo que permitió obtener una reconstrucción en 3D de la estructura interna y externa de la restauración.

Los estudios incluidos, en su mayoría, no utilizaron cemento para la fijación de las restauraciones, excepto dos que utilizaron cementos fotopolimerizables como Bisco Choice 2 (26) o autoadhesivos como RelyX U200 (30).

En cuanto al ajuste marginal, los estudios evaluaron diferentes tipos de medición. Todos midieron el marginal gap (27 - 32), y tres de ellos también analizaron la absolute marginal discrepancy (28, 29, 31).

8.3. Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

Con el fin de garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos, se realizó la escala ARRIVE y CONSORT como herramientas estandarizadas para evaluar la calidad metodológica de cada uno de los estudios in vitro de esta revisión sistemática. Se presenta a continuación una tabla resumen que sintetiza las puntuaciones obtenidas en cada criterio evaluado.

Tabla 5 : Valoración del riesgo de sesgo de estudios in vitro.

Autor/Año	<i>Attia y cols</i> (2024) (26)	<i>Azarbal y cols</i> (2018) (27)	<i>Yildirim y cols</i> (2017) (28)	<i>Hasanzadeh y cols</i> (2020) (29)	<i>Attar y cols</i> (2023) (30)	<i>Baig y cols</i> (2021) (31)	<i>Sahebi y cols</i> (2021) (32)
Pregunta 1	1	1	1	1	1	1	1
Pregunta 2	2	2	3	3	3	3	3
Pregunta 3	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 4	2	2	2	2	2	2	2
Pregunta 5	3	2	3	3	3	3	3
Pregunta 6	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 7	3	3	3	3	2	3	3
Pregunta 8	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 9	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 10	1	2	2	2	2	2	2
Pregunta 11	1	1	1	1	1	1	1
Pregunta 12	1	1	1	1	1	1	1

Ver la tabla completa de la escala modificada de ARRIVE y CONSORT en Anexo, Tabla 6

8.4. Síntesis resultados

En relación con el marginal gap, todos estudios estudiaron esta medición (26 - 32) con un total de 119 dientes. La media del marginal gap fue de 72.81 μm para IPS e.max con un rango de 29.16 μm (30) a 132.25 μm (27) y 43.22 μm para Vita Enamic con un rango de 25.48 μm (31) a 71.00 μm (32).

Para la medición del absolute marginal gap 3 estudios lo analizaron (28,29,31) con 64 dientes . La media par IPS e.max fue de 115.20 μm con un rango de 87.83 μm (31) a 162.54 μm (29) y 114.89 μm para Vita Enamic con un rango de 95.48 μm (31) a 147.16 μm (29).

Los resultados descriptivos sobre el marginal gap y absolute marginal gap se muestran en la Tabla 7.

Como descrito en la table 4, Baig y cols (31) evaluó el marginal gap con dos tipos diferente de línea de terminación (Hombro y Chaflán) y Sahebi y cols (32) evaluó el marginal con dos tipos de restauraciones (Corona y Endocorona). Los dos estudios concluirán que no habían encontrado resultado significativamente diferente en cada uno de los dos parámetros

Tabla 7 : Resultado descriptivo de las diferentes adaptaciones marginales obtenidos por los estudios.

Autores	N° diente	Ajuste marginal IPS e.max (µm)		Ajuste marginal Vita Enamic (µm)	
Marginal gap		Media	SD	Media	SD
Attia y cols (26)	6	41.39	3.97	39.27	6.54
Azarbal y cols (27)	15	132.25	44.68	47.92	34.07
Yildirim y cols (28)	12	129.90	52.20	30.00	20.40
Hasanzadeh y cols (29)	12	56.79	29.489	50.57	14.75
Attar y cols (30)	10	29.16	18.05	26.63	15.93
Baig y cols (31)	20	54.91	25.28	46.10	25.95
Baig y cols (31)	20	59.03	27.79	25.48	16.99
Sahebi y cols (32)	12	65.93	26.42	56.09	16.68
Sahebi y cols (32)	12	69.22	23.49	71.00	31.76
TOTAL media ponderada	119	72.81		43.22	
Absolute marginal discrepancy					
Yildirim y cols (28)	12	155.50	33.00	102.40	50.9
Hasanzadeh y cols (29)	12	162.54	51.09	147.16	30.63
Baig y cols (31)	20	87.83	26.21	95.48	25.80
Baig y cols (31)	20	89.99	26.57	122.44	22.21
TOTAL media ponderada	64	115.20		114.89	

9. DISCUSIÓN

El ajuste marginal de una restauración es uno de los factores clave que determinan su éxito clínico a largo plazo. Un desajuste marginal puede comprometer la salud periodontal, favorecer la aparición de caries secundarias o incluso precipitar el fallo estructural de la restauración. El objetivo de esta revisión fue analizar y comparar el ajuste marginal de dos materiales ampliamente utilizados en restauraciones CAD/CAM: IPS e.max (cerámica de disilicato de litio) y VITA Enamic (cerámica híbrida infiltrada con polímero) y de forma secundaria determinar si el marginal gap de las restauraciones en VITA Enamic e IPS e.max cumplen con los valores clínicamente aceptables (<120 μm).

9.1. Análisis de los resultados obtenidos

Los resultados de esta revisión sistemática, basada en el análisis de siete estudios científicos, revelaron un mejor ajuste marginal tanto del marginal gap como del absolute marginal discrepancy para Vita Enamic.

Cuatro estudios (26, 27, 28, 31) pusieron en evidencia una diferencia estadísticamente significativa a favor de Vita Enamic en cuanto a la adaptación marginal, mientras que otros tres (29, 30, 32) no reportaron diferencias significativas entre ambos materiales.

En esta revisión sistemática, los valores medios obtenidos para el marginal gap fueron de 43,22 μm para Vita Enamic y 72,81 μm para IPS e.max CAD, siendo sistemáticamente más bajos para Vita Enamic en todos los estudios analizados.

Estos valores son inferiores a los observados en las mediciones del absolute marginal discrepancy, que alcanzaron 115,20 μm para IPS e.max y 114,89 μm para Vita Enamic. Esta diferencia se explica porque el absolute marginal discrepancy no solo tiene en cuenta las desadaptaciones verticales,

como el marginal gap, sino que también incorpora las discrepancias horizontales en la interfaz entre la restauración y el diente preparado, ofreciendo así una evaluación más completa del ajuste marginal (17, 19).

Estos resultados concuerdan con lo reportado en otras revisiones sistemáticas (33,34). Salman y cols (33), reportaron unos valores de marginal gap de vita enamic de 49.60 ± 15.56 . Por otro lado, Dolev y cols (34) encontraron unos valores de absolute marginal discrepancy de $115 \mu\text{m} \pm 4 \mu\text{m}$ para IPS e.max, pero encontraron resultados ligeramente más alto para el marginal gap $87 \pm 3 \mu\text{m}$.

Estos resultados podrían atribuirse a características físicas y mecánicas ventajosas de Vita Enamic, tales como:

- Su estructura híbrida, compuesta por cerámica infiltrada con polímero, que permite un mejor fresado sin requerir cristalización posterior que aumenta el desajuste de IPS e.max (26, 27).
- Su bajo índice de fragilidad reduce el riesgo de fracturas marginales durante el fresado (26).
- Su módulo de elasticidad, cercano al de los tejidos dentarios, lo que facilita la absorción de tensiones durante la inserción y mejora el asentamiento pasivo de la restauración (27).

Por lo tanto, aunque IPS e.max sigue siendo ampliamente reconocido por su resistencia mecánica y durabilidad, Vita Enamic ha demostrado ser superior en términos de ajuste marginal, lo que lleva a rechazar la hipótesis inicial de una clara superioridad de IPS e.max en este aspecto.

Además en los siete estudios incluidos, todos evaluaron el marginal gap, lo que representa un total de 119 dientes por cada material, mientras que el absolute marginal discrepancy fue medida en solo tres estudios para un total de 48 dientes. Esta diferencia en la representatividad sugiere que los resultados relacionados con el marginal gap son estadísticamente más sólidos y clínicamente más extrapolables, por lo que parece pertinente dar mayor peso a este parámetro al comparar el rendimiento de los materiales.

Por otro lado, algunas variables como el tipo de preparación o el tipo de restauración también fueron investigadas sin que se observaran impactos significativos sobre el ajuste marginal. Por ejemplo, según Baig et al. (31), la forma de la línea de terminación (hombro vs chaflán) no influyó en el ajuste marginal de las coronas, los resultados coinciden con los de varios otros estudios que no encontraron diferencias significativas entre las dos configuraciones de margen (35 - 37). Del mismo modo, Sahebi et al. (32) no observaron ninguna diferencia significativa en el ajuste marginal según el tipo de restauración (corona o endocorona), independientemente del material utilizado.

9.2. Valores clínicamente aceptables del marginal gap

La media del marginal gap obtenida en esta revisión sistemática, 43,44 μm para Vita Enamic y 74,48 μm para IPS e.max CAD, sitúa claramente a ambos materiales dentro de los límites clínicamente aceptables generalmente establecidos ($<120 \mu\text{m}$) (17, 19).

Estos resultados concuerdan con lo reportado en otras revisiones sistemáticas y meta análisis (38,39). Pachiou y cols. (38) reportaron unos valores de marginal gap para IPS e.max siempre $<120 \mu\text{m}$, como Soliman y cols. (39) para Vita Enamic

Sin embargo, es importante señalar que en los estudios de Azarbal y cols. (27) y Yildirim y cols. (28), las medias registradas para IPS e.max superaron este límite clínico de $120 \mu\text{m}$.

En el estudio de Azarbal y cols. (27), los valores del marginal gap fueron inferiores a $120 \mu\text{m}$ en las ocho primeras restauraciones fresadas, pero superaron ese umbral a partir de la novena. Este hallazgo pone de relieve la importancia crítica del desgaste de las fresas, lo que sugiere que sería preferible reemplazarlas cada ocho restauraciones para mantener un nivel óptimo de precisión. Por el contrario, en el estudio de Yildirim y cols. (28), a pesar de que las fresas se cambiaron cada 25 restauraciones según las recomendaciones del fabricante, se registró igualmente una media de marginal gap superior a $120 \mu\text{m}$

para IPS e.max, lo que plantea nuevas interrogantes sobre otros factores que podrían influir en la adaptación marginal.

Por último, según Attia y cols. (26), es relevante destacar que el envejecimiento termomecánico también provoca un aumento de las desadaptaciones marginales, aunque estas permanecieron por debajo del umbral de 100 μm , manteniéndose así dentro de los límites clínicamente aceptables.

9.3. Implicaciones clínicas

Desde una perspectiva clínica, ambos materiales analizados IPS e.max CAD y Vita Enamic pueden considerarse adecuados en cuanto a ajuste marginal, ya que los valores obtenidos en esta revisión sistemática se sitúan, en todos los casos, por debajo del umbral clínicamente aceptable de 120 μm .

Sin embargo, si se prioriza la precisión marginal absoluta como criterio clave, Vita Enamic ha mostrado mejores resultados medios en todos los estudios analizados. Esta ventaja podría ser especialmente relevante en situaciones clínicas exigentes, como en preparaciones subgingivales o en pacientes con alto riesgo de caries secundaria, donde un mejor sellado marginal puede reducir significativamente el riesgo de infiltración bacteriana y de fracaso restaurador a largo plazo.

Desde el punto de vista operativo, Vita Enamic también presenta ciertas ventajas logísticas: no requiere un proceso de cristalización posterior al fresado, lo que permite realizar ajustes intraorales más sencillos y ahorrar tiempo clínico. Además, su estructura híbrida facilita un pulido directo en boca, lo que puede resultar más cómodo tanto para el clínico como para el paciente.

Por su parte, IPS e.max CAD, aunque requiere una etapa adicional de cristalización, ofrece una resistencia mecánica superior, lo que puede ser preferible en zonas sometidas a fuerzas oclusales elevadas, puentes de 3 piezas o en pacientes con hábitos parafuncionales como el bruxismo.

9.4. Limitaciones del estudio

Una de las principales limitaciones de esta revisión sistemática es el reducido número de estudios disponibles que comparen directamente los materiales IPS e.max y Vita Enamic bajo el mismo protocolo y en condiciones experimentales equivalentes. Esta escasez de estudios comparativos homogéneos limita la posibilidad de establecer conclusiones sólidas y generalizables.

Además, todos los estudios incluidos fueron realizados in vitro, lo que implica una limitación importante en la extrapolación clínica de los resultados. En la práctica diaria, intervienen múltiples factores como la presencia de saliva, las fuerzas oclusales o los hábitos del paciente, que pueden alterar significativamente el comportamiento del ajuste marginal de las restauraciones.

Otra limitación importante se refiere a la heterogeneidad metodológica de los estudios analizados. Las técnicas utilizadas para medir el ajuste marginal varían considerablemente: por ejemplo, Hasanzadeh y cols. (29) emplearon escáneres ópticos 3D, basados en la superposición de escaneos digitales, mientras que Yildirim y cols. (28) utilizaron la microtomografía (micro-CT), que se basa en análisis de cortes en 2D. Aunque todos estos métodos están científicamente validados, su diversidad podrían generar una variabilidad significativa en los resultados obtenidos, lo que hace que las comparaciones directas sean más complejas y menos fiables.

A esto se suman otras fuentes de variabilidad experimental que podrían haber influenciado los resultados, como el tipo de restauración analizada (coronas, carillas, endocoronas), el sustrato utilizado (dientes naturales, resina, modelos metálicos o de yeso), la presencia o ausencia de cementado durante la medición, así como el tipo de escáner, el software de diseño y el tipo de fresadora empleada (de 3 o 5 ejes).

Todos estos factores refuerzan la necesidad de estandarizar los protocolos experimentales, con el fin de obtener datos realmente comparables y clínicamente relevantes.

Por último, el tamaño reducido de las muestras representa también una limitación importante. Por ejemplo, el estudio de Attia y cols. (26) incluyó solamente seis restauraciones por material, lo cual disminuye la potencia estadística de los resultados obtenidos y exige cautela en su interpretación.

9.5. Perspectivas futuras

Se recomienda la realización de estudios clínicos longitudinales que evalúen no solo el ajuste marginal inicial, sino también su comportamiento a largo plazo en boca, incluyendo la evolución del sellado marginal, la aparición de caries secundarias y el mantenimiento periodontal.

Asimismo, sería interesante evaluar el impacto del tipo de cemento, del protocolo adhesivo y del espesor mínimo de restauración sobre el ajuste marginal en función del material. Así como su influencia en la aparición de caries secundaria, sensibilidad postoperatoria y éxito restaurador a largo plazo

Por otro lado, con el avance constante en el desarrollo de nuevos materiales cerámicos e híbridos, se hace necesario actualizar periódicamente esta revisión sistemática, incorporando nuevos estudios comparativos que evalúen alternativas emergentes. Esta actualización contribuiría a mantener la evidencia científica al día y a ofrecer recomendaciones clínicas mejor fundamentadas.

10. CONCLUSIONES

Conclusión principal

1- Dentro de los límites de este estudio, se puede concluir que la adaptación marginal de Vita Enamic fue mejor que la de IPS e.max.

Conclusión secundaria

2- El marginal gap de las restauraciones en VITA Enamic e IPS e.max cumplen con los valores clínicamente aceptables ($<120\ \mu\text{m}$).

11. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Davidowitz G, Kotick PG. The Use of CAD/CAM in Dentistry. Dental Clinics of North America. julio de 2011;55(3):559-70.
- (2) Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. The Journal of the American Dental Association. noviembre de 1988;117(6):715-20.
- (3) Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J. 2009;28(1):44-56.
- (4) Ramzy NA, Azer AS, Khamis MM. Evaluation of the marginal adaptation and debonding strength of two types of CAD-CAM implant-supported cement-retained crowns. BMC Oral Health. 5 de diciembre de 2023;23(1):967.
- (5) El Ghouli WA, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z. Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. The Journal of Prosthetic Dentistry. enero de 2020;123(1):128-34.
- (6) Pérez CC, Vargas JAD. CERÁMICAS Y SISTEMAS PARA RESTAURACIONES CAD-CAM: UNA REVISIÓN. 2010;22.
- (7) Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. The Journal of Prosthetic Dentistry. marzo de 2006;95(3):194-200.
- (8) Shadur A, Nissan J, Lugassy D, Umansky A, Zenziper E, Ben-Izhack G. Effects of Different Crystallization Protocols on Marginal Gap of Lithium Disilicate Single Crowns: SEM Analysis. Dentistry Journal. 18 de diciembre de 2024;12(12):416.

- (9) Janeva NM, Kovacevska G, Elencevski S, Panchevska S, Mijoska A, Lazarevska B. Advantages of CAD/CAM versus Conventional Complete Dentures - A Review. Open Access Maced J Med Sci. 4 de agosto de 2018;6(8):1498-502.
- (10) Suganna M, Kausher H, Tarek Ahmed S, Sultan Alharbi H, Faraj Alsubaie B, Ds A, et al. Contemporary Evidence of CAD-CAM in Dentistry: A Systematic Review. Cureus. 20 de noviembre de 2022 [citado 6 de febrero de 2025]
- (11) Willard A, Gabriel Chu T. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. The Kaohsiung J of Med Scie. abril de 2018;34(4):238-42.
- (12) Brandt S, Winter A, Lauer HC, Kollmar F, Portscher-Kim SJ, Romanos GE. IPS e.max for All-Ceramic Restorations: Clinical Survival and Success Rates of Full-Coverage Crowns and Fixed Partial Dentures. Materials. 2 de febrero de 2019;12(3):462.
- (13) Vivadent Ivoclar. Scientific Documentation IPS e.max CAD. Liechtenstein. 2011.
- (14) VITA ENAMIC® Scientific Documentation. Bad Säckingen, Allemagne: VITA Zahnfabrik.
- (15) Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, Grosogeat B. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. J Prosthet Dent. 2018 Mar;119(3):384-389. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.03.001. Epub 2017 May 26. PMID: 28552287.
- (16) Santos F, Branco A, Polido M, Serro AP, Figueiredo-Pina CG. Comparative study of the wear of the pair human teeth/Vita Enamic® vs commonly used dental ceramics through chewing simulation. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials. diciembre de 2018;88:251-60.

- (17) Contrepois M, Soenen A, Bartala M, Laviole O. Marginal adaptation of ceramic crowns: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. diciembre de 2013;110(6):447-454.e10.
- (18) Hasanzade M, Aminikhah M, Afrashtehfar KI, Alikhasi M. Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. septiembre de 2021;126(3):360-8.
- (19) Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. octubre de 1989;62(4):405-8.
- (20) Schlenz MA, Vogler JAH, Schmidt A, Rehmann P, Wöstmann B. Chairside measurement of the marginal and internal fit of crowns: a new intraoral scan-based approach. *Clin Oral Invest*. julio de 2020;24(7):2459-68.
- (21) Ramzy NA, Azer AS, Khamis MM. Evaluation of the marginal adaptation and debonding strength of two types of CAD-CAM implant-supported cement-retained crowns. *BMC Oral Health*. 5 de diciembre de 2023;23(1):967.
- (22) El Ghouli WA, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z. Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. enero de 2020;123(1):128-34.
- (23) Suksuphan P, Krajangta N, Didron PP, Wasanapiarnpong T, Rakmanee T. Marginal adaptation and fracture resistance of milled and 3D-printed CAD/CAM hybrid dental crown materials with various occlusal thicknesses. *J Prosthodont Res*. 2023;68(2):326-35.

- (24) El-Farag SAA, Elerian FA, Elsherbiny AA, Abbas MH. Impact of different CAD/CAM materials on internal and marginal adaptations and fracture resistance of endocrown restorations with: 3D finite element analysis. BMC Oral Health. 25 de junio de 2023;23(1):421.
- (25) Elbadawy AA, Omar EA, Abdelaziz MH. MicroCT evaluation for CAD/CAM occlusal veneer fit using two materials and three cement space settings. Brazilian Dental Journal. 2022;33(4):71–9.
- (26) Attia RE, Mohammed HR, Haggag KM. Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 7 de septiembre de 2024;18(3):189-95.
- (27) Azarbal A, Azarbal M, Engelmeier RL, Kunkel TC. Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials. Journal of Prosthodontics. junio de 2018;27(5):421-8.
- (28) Yildirim G, Uzun IH, Keles A. Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An in vitro study. Journal of Prosthetic Dentistry. 2017 Aug 1;118(2):200–7.
- (29) Hasanzade M, Moharrami M, Alikhasi M. How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials. J Adv Prosthodont. 2020;12(6):344.
- (30) Attar E, Alshali S, Abuhaimed T. A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. Cureus. 7 de junio de 2023 [citado 6 de febrero de 2025]
- (31) Baig MR, Akbar AA, Embaireeg M. Effect of Finish Line Design on the Fit Accuracy of CAD/CAM Monolithic Polymer-Infiltrated Ceramic-Network Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Study. Polymers. 9 de diciembre de 2021;13(24):4311.

(32) Hasanzade M, Sahebi M, Zarrati S, Payaminia L, Alikhasi M. Comparative Evaluation of the Internal and Marginal Adaptations of CAD/CAM Endocrowns and Crowns Fabricated from Three Different Materials. *Int J Prosthodont.* mayo de 2021;34(3):341-7.

(33) Salman NR, Khattab NMA, Gomaa Y, Elheeny AAH. In vitro comparison of marginal fit between CAD/CAM hybrid ceramic crowns and prefabricated zirconia crowns for primary molars. *Odontology.* 12 de abril de 2025 [citado 10 de mayo de 2025]

(34) Dolev E, Bitterman Y, Meirowitz A. Comparison of marginal fit between CAD-CAM and hot-press lithium disilicate crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* enero de 2019;121(1):124-8.

(35) Baig, M.R.; Tan, K.B.C.; Nicholls, J.I. Evaluation of the marginal fit of a zirconia ceramic computer-aided machined (CAM) crown system. *J. Prosthet. Dent.* 2010, 104, 216–227.

(36) Akbar, J.H.; Petrie, C.S.; Walker, M.P.; Williams, K.; Eick, J.D. Marginal adaptation of Cerec 3 CAD/CAM composite crowns using two different finish line preparation designs. *J. Prosthodont.* 2006, 15, 155–163.

(37) Comlekoglu, M.; Dundar, M.; Ozcan, M.; Gungor, M.; Gokce, B.; Artunc, C. Influence of cervical finish line type on the marginal adaptation of zirconia ceramic crowns. *Oper. Dent.* 2009, 34, 586–592.

(38) Pachiou A, Zervou E, Tsirogiannis P, Sykaras N. Evaluation of the marginal fit of lithium disilicate single crowns fabricated with the conventional (IPS e.max Press) and CAD/CAM (IPS e.max CAD) methods: a systematic review and meta-analysis. *Int J Comput Dent.* 9 de diciembre de 2024 ;27(4):365-377.

(39) Soliman M, Alzahrani G, Alabdualataif F, Eldwakhly E, Alsamady S, Aldegheishem A, et al. Impact of Ceramic Material and Preparation Design on Marginal Fit of Endocrown Restorations. *Materials*. 15 de agosto de 2022;15(16):5592.

12. ANEXO

Tabla 1: Resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas.

BASE DE DATOS	BUSQUEDA	N° DE ARTICULOS	FECHA
PubMed	((cad cam[MeSH Terms]) OR (CAD/CAM) OR (computer aided design[MeSH Terms]) OR (computer aided manufacturing[MeSH Terms])) AND ((adaptation, dental marginal[MeSH Terms]) OR (marginal fit)) AND ((hybrid material) OR (hybrid ceramic) OR (lithiumdisilicate) OR (vitaenamic) OR (PICN))	45	8/12/24
Scopus	((TITLE-ABS-KEY (cad AND cam) OR TITLE-ABS-KEY (cad/cam) OR TITLE-ABS-KEY (computer AND aided AND design) OR TITLE-ABS-KEY (computer AND aided AND manufacturing)) AND (TITLE-ABS-KEY (adaptation AND dental AND marginal) OR TITLE-ABS-KEY (marginal AND fit)) AND (TITLE-ABS-KEY (hybrid AND material) OR TITLE-ABS-KEY (hybrid AND ceramic) OR TITLE-ABS-KEY (lithiumdisilicate) OR TITLE-ABS-KEY (vitenamic) OR TITLE-ABS-KEY (picn)))	50	10/12/24
Web of science	((TS=(cad cam) OR TS=(CAD/CAM) OR TS=(computer aided design) OR TS=(computer aided manufacturing)) AND (TS=(adaptation dental marginal) OR TS=(marginal fit)) AND (TS=(hybrid material) OR TS=(hybrid ceramic) OR TS=(lithiumdisilicate) OR TS=(vitaenamic) OR TS=(PICN)))	42	16/12/24

Tabla 6: Escala modificada de ARRIVE y CONSORT para estudio IN-VITRO en español

1	Título: Artículo, descripción, grado	(0) Inexacto/no conciso (1) Conciso/adeecuado
2	Resumen: ya sea un resumen estructurado de los antecedentes, objetivos de investigación, métodos experimentales clave, principal hallazgos y conclusión del estudio o autocontenido (debe contener suficiente información para permitir una buena comprensión de la justificación del enfoque)	(1) Claramente inadecuado (2) Posiblemente precisa (3) Claramente precisa
3	Introducción: experimental antecedentes, explicación y enfoque de la justificación / hipótesis	(1) Insuficiente (2) Posiblemente suficiente/algo información (3) Claramente cumple/suficiente
4	Introducción: objetivos de preprimaria y secundaria para el experimento (objetivos primarios/secundarios específicos)	(1) No está claramente establecido (2) Claramente establecido
5	Métodos: diseño del estudio explicado número de experimentos y grupos de control, pasos para reducir el sesgo (demostrando la consistencia del experimento (hecho más de una vez), detalle suficiente para la replicación, cegamiento en la evaluación, etc.)	(1) Claramente insuficiente (2) Posiblemente suficiente (3) Claramente suficiente
6	Métodos: detalles precisos del procedimiento experimental (es decir, cómo, cuándo, dónde y por qué)	(1) Claramente insuficiente (2) Posiblemente suficiente (3) Claramente suficiente
7	Métodos: Cómo se determinó el tamaño de la muestra (detalles del control y grupo experimental) y cálculo del tamaño de la muestra.	(1) No (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
8	Métodos: detalles de métodos y análisis estadísticos (métodos estadísticos utilizados para comparar grupos)	(1) Si (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
9	Resultados: explicación de cualquier dato excluido, resultados de cada análisis con una medida de precisión como desviación o error estándar o intervalo de confianza	(1) Si (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
10	Discusión: interpretación/implicación científica, limitaciones, y generalizabilidad / traducción	(0) Claramente inadecuado (1) Posiblemente exacto (2) Claramente precisa
11	Declaración de conflictos potenciales y divulgación de financiamiento	(0) No (1) Si
12	Publicación en una revista revisada por pares	(0) No (1) Si

Tabla 8 : Declaración de uso de Inteligencia Artificial (IA) en la elaboración del TFG

Herramienta	Grok
Funciones	Apoyo para traducir ciertos textos científicos del inglés al español (y viceversa) y verificar que no había errores de sintaxis en el texto
Prompts utilizado	- Traduce este texto al español (o en inglés) - Verifica la sintaxis de este texto
Enlace	https://grok.com



PRISMA 2020 Checklist

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	Portada
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	pág. 1-3
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	pág. 21-22
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	pág. 24
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	pág. 26-27
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	pág. 27
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	pág. 27-28
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	pág. 28
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	pág. 28-29
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	pág.28-29
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	pág. 29
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	pág. 30
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	pág. 30
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	pág. 29-30
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	pág. 30
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	pág. 30

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	pág. 30
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	pág. 32
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	pág. 33
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	pág. 33-37
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	pág. 38
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	pág. 40
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	pág. 38
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	pág. 42-47
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	pág. 46-47
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	pág. 46-47
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	pág. 45
OTHER INFORMATION			

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

COMPARISON OF MARGINAL FIT BETWEEN IPS E.MAX AND VITA ENAMIC IN RESTORATIONS MANUFACTURED WITH CAD/CAM SYSTEMS: A SYSTEMATIC REVIEW

Short title: Comparison of marginal fit between IPS e.max and Vita Enamic in restorations manufactured with CAD/CAM systems

Authors:

Nicolas Barthez¹, Jose Luis Bustos Salvador²

¹ *Fifth-year Dentistry student at the European University of Valencia, Valencia, Spain.*

² *Professor at the Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia, Spain.*

Correspondence:

Jose Luis Bustos Salvador
Paseo Alameda 7, Valencia
46010, Valencia
joseluis.bustos@universidadeuropea.es

Abstract:

Introduction: Marginal fit is a key factor for the clinical success of dental restorations. Misfits in this area are frequently associated with bacterial infiltration, secondary caries, and restoration failure. This systematic review aims to compare the marginal fit of CAD/CAM restorations fabricated with two widely used materials: IPS e.max CAD and Vita Enamic, to determine which one provides better marginal adaptation.

Materials and Methods: An electronic search was conducted in the PubMed, Web of Science, and Scopus databases for studies comparing the marginal fit of restorations made with IPS e.max and Vita Enamic. The review included studies published up to December 2024 that evaluated both marginal gap and absolute marginal discrepancy.

Results: Out of 138 initially identified articles, 7 studies met the inclusion criteria and were analyzed. All of them assessed the marginal gap (totaling 238 teeth), and 3 studies also evaluated the absolute marginal discrepancy (with a total of 128 teeth). The mean values for marginal gap were 43.22 μm for Vita Enamic and 72.81 μm for IPS e.max, while the absolute marginal discrepancy was 114.89 μm for Vita Enamic and 115.20 μm for IPS e.max. All studies reported values within the clinically acceptable range ($<120 \mu\text{m}$), and most of them concluded that Vita Enamic demonstrated better marginal adaptation.

Conclusion: Despite certain limitations, the results of this review indicate that both IPS e.max and Vita Enamic provide a clinically acceptable marginal gap ($<120 \mu\text{m}$). However, Vita Enamic showed superior marginal adaptation in most of the evaluated studies

Key words: CAD/CAM, Computer-Aided Design, Computer-Aided Manufacturing, IPS e.max, Lithium Disilicate, Dental Ceramics, Vita Enamic, Hybrid Ceramics, Marginal fit, Dental Marginal Adaptation

Introduction:

In recent years, the use of CAD/CAM technologies in dentistry has transformed the way dental restorations are designed and manufactured, significantly improving their precision and efficiency (1,2). These systems combine digital scanning, computer-aided design (CAD), and computer-aided manufacturing (CAM) to produce restorations such as crowns, endocrowns, veneers, or bridges with high accuracy. Among the materials used are IPS e.max CAD (lithium disilicate) and VITA Enamic (a hybrid ceramic).

The CAD/CAM process involves four phases: digitization (using optical or mechanical scanners), CAD design, CAM milling (with 3- to 5-axis machines), and thermal crystallization for materials such as IPS e.max CAD (3,4,5). This material is supplied in a pre-crystallized (blue) state, which facilitates milling and reaches optimal mechanical properties after crystallization (6–8). VITA Enamic, on the other hand, is a hybrid material with an interpenetrating ceramic and polymer network, offering good elasticity and esthetics, though lower wear resistance in high-stress areas (9–11).

Among the essential quality criteria for these materials, marginal fit plays a key role, as it ensures the longevity of restorations by minimizing the risks of bacterial infiltration, secondary caries, gingival inflammation, and periodontal disease (12,13).

The objective of this review was to systematically analyze two types of marginal fit in IPS e.max and VITA Enamic: first, the marginal gap, which corresponds to the distance between the edge of the restoration and the finish line of the tooth preparation; and second, the absolute marginal discrepancy, which combines vertical and horizontal discrepancies to provide a more comprehensive assessment of marginal adaptation (Figure 1). The marginal gap is the most commonly studied measurement, as it directly influences the seal of the restoration and the prevention of bacterial infiltration. It must be less than 120 μm to be considered clinically acceptable (14,15).

Materials and Methods:

This systematic review was conducted following the PRISMA guidelines (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

- PICO Question

The research question was structured according to the PICO format:

- **P (Population):** Patients requiring dental restorations.
- **I (Intervention):** Restorations fabricated with lithium disilicate (IPS e.max) using CAD/CAM systems.
- **C (Comparison):** Restorations fabricated with hybrid ceramic (Vita Enamic) using CAD/CAM systems.
- **O (Outcome):** To determine which of the two materials offers the best marginal fit.

- Eligibility Criteria

The inclusion criteria were:

- **Type of study:** In vitro studies evaluating the marginal fit of IPS e.max and Vita Enamic restorations.
- **Manufacturing method:** Studies using CAD/CAM systems.
- **Measurement of marginal fit:** Studies employing validated methods to measure marginal fit, such as microscopes, scanners, or silicone replicas.
- **Language:** Studies published in Spanish, English, or French.
- **Availability:** Full-text publication available.

The exclusion criteria were:

- **Type of study:** Systematic reviews.
- **Year of publication:** More than 10 years old.
- **Variables studied:** Studies that do not simultaneously compare the marginal fit of IPS e.max (lithium disilicate) and Vita Enamic (hybrid ceramic).

- Source of Information and Search Strategy

An automated search was conducted in three databases: PubMed, Scopus, and Web of Science, using the following keywords: “cad cam”, “CAD/CAM”, “computer aided design”, “computer aided manufacturing”, “adaptation, dental marginal”, “marginal fit”, “hybrid material”, “hybrid ceramic”, “lithiumdisilicate”, “vitaenamic”, and “PICN”. Controlled vocabulary terms (MeSH) were used in PubMed, and keywords were combined using Boolean operators AND and OR to obtain optimal results.

- Study Selection Process

The selection of articles was carried out in three phases by one researcher. First, an initial screening based on titles was performed to exclude irrelevant studies. Next, abstracts were analyzed to identify those that met the inclusion and exclusion criteria. Finally, a full-text reading was conducted to confirm that the selected studies appropriately addressed the research question.

- Data Extraction

Information was extracted from the articles and organized into tables describing:

- Authors / Year of publication
- Type of study (in vitro study)
- Type of restorations (crowns, veneers, etc.)
- Marginal fit measurement method (Micro-CT, silicone replica, etc.)
- Number and type of teeth used (natural or artificial)
- Materials used (Vita Enamic, IPS e.max)
- CAD/CAM system
- Type of cement used
- Type of marginal fit measured (marginal gap or absolute marginal discrepancy)

- Quality and risk of bias assessment

The risk of bias assessment was conducted by a single researcher with the objective of analyzing the methodological quality of the included studies. The modified ARRIVE and CONSORT scales, specifically designed to assess the quality of in vitro studies, were used.

- Data Synthesis

The data were synthesized according to the material studied: IPS e.max and VITA Enamic, and the type of marginal fit evaluated (marginal gap or absolute marginal discrepancy), to perform a quality-based analysis.

Given that the studies reported a variable number of samples (number of teeth evaluated) and different mean values of marginal fit (in micrometers), a weighted mean was calculated to obtain more representative and reliable results. A weighted average was determined for each type of marginal fit measurement (marginal gap, absolute marginal discrepancy). This approach made it possible to obtain a more accurate overall weighted average that reflects the general performance of marginal fit.

Results:

- Study Selection

A total of 138 articles were retrieved from the initial search process: Medline-PubMed (n=45), SCOPUS (n=50), and Web of Science (n=42). In addition, one additional study was identified through manual searching (reference lists and primary sources).

After title and abstract screening, 12 potentially eligible articles were identified and assessed in full. As a result, 7 articles that met the inclusion criteria were included in the systematic review.

Figure 2 illustrates the selection process of the articles included in the review, and Table 1 provides details about the excluded studies and the reasons for their exclusion.

- Study characteristics

A total of seven articles were analyzed (Table 2), all of which were in vitro studies published between 2018 and 2024. In all the articles, different materials were evaluated using a total of 274 teeth—226 artificial replicas and 48 natural teeth.

- Risk of bias

To ensure the reliability of the results obtained, the ARRIVE and CONSORT scales were used (Table 3) as standardized tools to assess the methodological quality of each in vitro study included in this systematic review. A summary synthesizing the scores obtained for each evaluated criterion is presented in Table 4.

- Synthesis of Results

Marginal gap:

All studies analyzed this measurement (16–22), using a total of 119 teeth. The mean marginal gap was 72.81 μm for IPS e.max, ranging from 29.16 μm (20) to 132.25 μm (17), and 43.22 μm for Vita Enamic, ranging from 25.48 μm (21) to 71.00 μm (22).

Absolute marginal discrepancy:

Three studies evaluated this (18, 19, 21) using 64 teeth. The mean for IPS e.max was 115.20 μm , ranging from 87.83 μm (21) to 162.54 μm (19), and 114.89 μm for Vita Enamic, ranging from 95.48 μm (21) to 147.16 μm (19).

Descriptive results for marginal gap and absolute marginal discrepancy are shown in Table 5.

As described in Table 6, Baig et al. (21) evaluated the marginal gap using two types of finish lines (shoulder and chamfer), while Sahebi et al. (22) evaluated marginal fit using two types of restorations (crown and endocrown). Both studies concluded that there were no statistically significant differences within each of the two parameters.

Discussion:

Through the analysis of seven in vitro studies, the results showed that VITA Enamic demonstrated better marginal adaptation compared to IPS e.max. In four of the studies analyzed (16, 17, 18, 31), the difference was statistically significant in favor of VITA Enamic, while in the other three (19, 20, 22), no significant differences were reported. The mean marginal gap was 43.22 μm for VITA Enamic and 72.81 μm for IPS e.max CAD, both within the clinically acceptable limits ($<120\text{ }\mu\text{m}$). The mean values of absolute marginal discrepancy were slightly higher: 114.89 μm for VITA Enamic and 115.20 μm for IPS e.max.

The superiority of VITA Enamic in terms of marginal fit may be attributed to several material properties:

- Its **hybrid structure**, composed of ceramic infiltrated with polymer, allows better milling without requiring post-milling crystallization, which increases the marginal mismatch of IPS e.max (16, 17).
- Its **low brittleness index** reduces the risk of marginal fractures during milling (16).
- Its **elastic modulus**, closer to that of dental tissues, facilitates the absorption of stress during placement and improves the passive seating of the restoration (17).

However, it is important to note that in the studies by Azarbal et al. (17) and Yildirim et al. (18), the mean values reported for IPS e.max exceeded the clinical limit of 120 μm . In Azarbal et al. (17), the marginal gap values were below 120 μm for the first eight milled restorations but exceeded this threshold starting from the ninth. This highlights the critical importance of bur wear and suggests that replacing the burs after every eight restorations may be preferable to maintain optimal precision. In contrast, in the study by Yildirim et al. (18), even though the burs were changed every 25 restorations as per manufacturer recommendations, the mean marginal gap for IPS e.max still exceeded 120 μm , raising further questions about additional factors that may influence marginal adaptation.

While IPS e.max is known for its superior mechanical strength, VITA Enamic may be preferable in clinical situations where marginal precision is critical, such as in subgingival preparations or in patients at high risk for secondary caries. Clinically, VITA Enamic does not require crystallization after milling and is easily repairable and polishable in the mouth, offering practical advantages for both the clinician and the patient.

All studies included in this review were in vitro, which limits direct extrapolation to clinical practice. In addition, various methodological limitations were identified, such as heterogeneity in measurement techniques (micro-CT, optical scanners, etc.), in the type of restoration (crown, veneer, endocrown), in the substrate used (resin, natural teeth, plaster or metal models), and in the equipment employed (scanner type, design software, 3- or 5-axis milling machines). These variables could significantly affect the results and complicate direct comparisons between studies.

Finally, as a future perspective, the realization of longitudinal clinical studies is recommended, not only to evaluate initial marginal fit but also its long-term behavior in the oral environment, considering factors such as cement type, adhesive protocol, minimum restoration thickness, and the evolution of marginal sealing over time.

Despite the limitations of this study, it can be concluded that VITA Enamic showed better marginal adaptation than IPS e.max, and that the marginal gaps for both types of restorations remained within clinically acceptable values ($<120\text{ }\mu\text{m}$).

References:

- (1) Davidowitz G, Kotick PG. The Use of CAD/CAM in Dentistry. Dental Clinics of North America. 2011;55(3):559-70.
- (2) Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. The Journal of the American Dental Association. 1988;117(6):715-20.

- (3) Pérez CC, Vargas JAD. CERÁMICAS Y SISTEMAS PARA RESTAURACIONES CAD-CAM: UNA REVISIÓN. 2010;22.
- (4) Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2006;95(3):194-200.
- (5) Shadur A, Nissan J, Lugassy D, Umansky A, Zenziper E, Ben-Izhack G. Effects of Different Crystallization Protocols on Marginal Gap of Lithium Disilicate Single Crowns: SEM Analysis. *Dentistry Journal*. 2024;12(12):416.
- (6) Willard A, Gabriel Chu T. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. *The Kaohsiung J of Med Scie*. 2018;34(4):238-42.
- (7) Brandt S, Winter A, Lauer HC, Kollmar F, Portscher-Kim SJ, Romanos GE. IPS e.max for All-Ceramic Restorations: Clinical Survival and Success Rates of Full-Coverage Crowns and Fixed Partial Dentures. *Materials*. 2019;12(3):462.
- (8) Vivadent Ivoclar. Scientific Documentaion IPS e.max CAD. Liechtenstein. 2011.
- (9) VITA ENAMIC® Scientific Documentation. Bad Säckingen, Allemagne: VITA Zahnfabrik.
- (10) Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, Grosogoeat B. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *J Prosthet Dent*. 2018 Mar;119(3):384-389. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.03.001. Epub 2017 May 26. PMID: 28552287.
- (11) Santos F, Branco A, Polido M, Serro AP, Figueiredo-Pina CG. Comparative study of the wear of the pair human teeth/Vita Enamic® vs commonly used dental ceramics through chewing simulation. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2018;88:251-60.
- (12) Ramzy NA, Azer AS, Khamis MM. Evaluation of the marginal adaptation and debonding strength of two types of CAD-CAM implant-supported cement-retained crowns. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):967.

- (13) El Ghouli WA, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z. Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2020;123(1):128-34.
- (14) Contrepois M, Soenen A, Bartala M, Laviole O. Marginal adaptation of ceramic crowns: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2013;110(6):447-454.e10.
- (15) Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1989;62(4):405-8.
- (16) Attia RE, Mohammed HR, Haggag KM. Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2024;18(3):189-95.
- (17) Azarbal A, Azarbal M, Engelmeier RL, Kunkel TC. Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials. *Journal of Prosthodontics*. 2018;27(5):421-8.
- (18) Yildirim G, Uzun IH, Keles A. Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017 Aug 1;118(2):200–7.
- (19) Hasanzade M, Moharrami M, Alikhasi M. How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials. *J Adv Prosthodont*. 2020;12(6):344.
- (20) Attar E, Alshali S, Abuhaimed T. A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. *Cureus* 2023
- (21) Baig MR, Akbar AA, Embaireeg M. Effect of Finish Line Design on the Fit Accuracy of CAD/CAM Monolithic Polymer-Infiltrated Ceramic-Network Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Study. *Polymers*. 2021;13(24):4311.
- (22) Hasanzade M, Sahebi M, Zarrati S, Payaminia L, Alikhasi M. Comparative Evaluation of the Internal and Marginal Adaptations of CAD/CAM Endocrowns and Crowns Fabricated from Three Different Materials. *Int J Prosthodont*. 2021;34(3):341-7.

(26) Attia RE, Mohammed HR, Haggag KM. Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects. 2024;18(3):189-95.

(27) Azarbal A, Azarbal M, Engelmeier RL, Kunkel TC. Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials. Journal of Prosthodontics. 2018;27(5):421-8.

Funding: None declared.

Conflict of interest: None declared.

Figure 1: Casting misfit terminology (14)

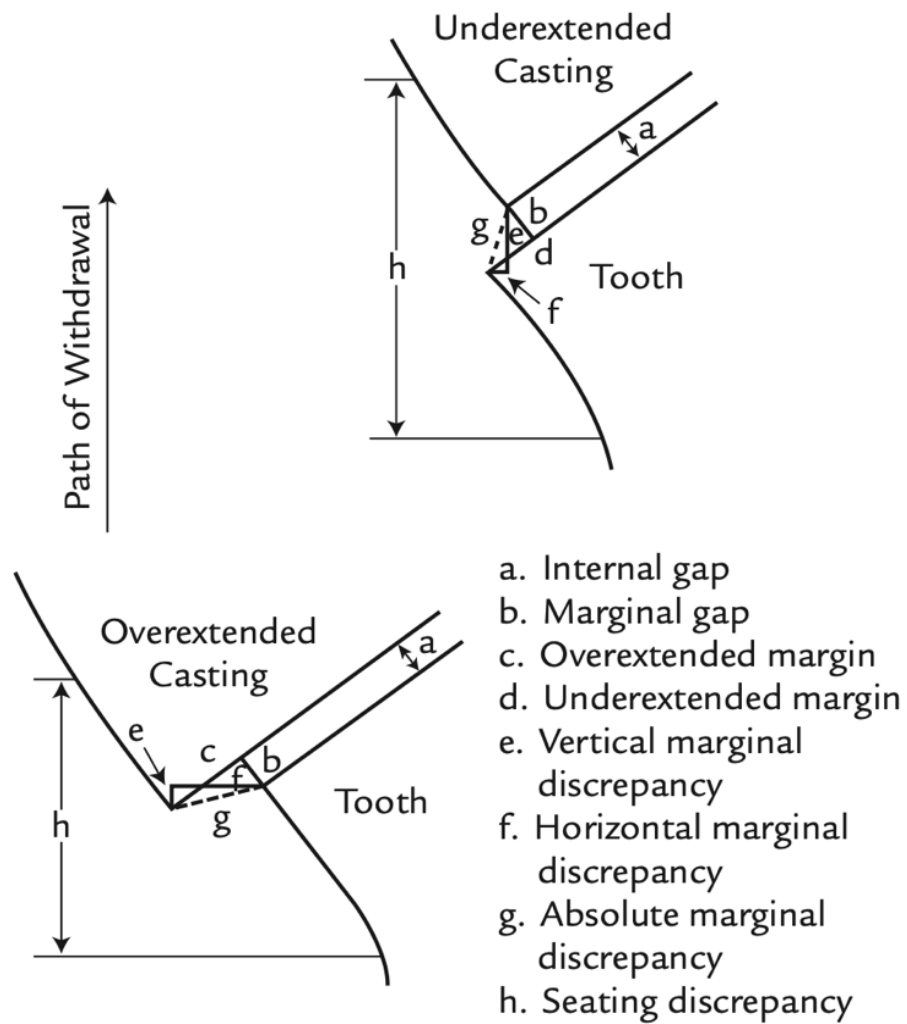


Figure 2: PRISMA Flowchart of the search and title selection process during the systematic review.

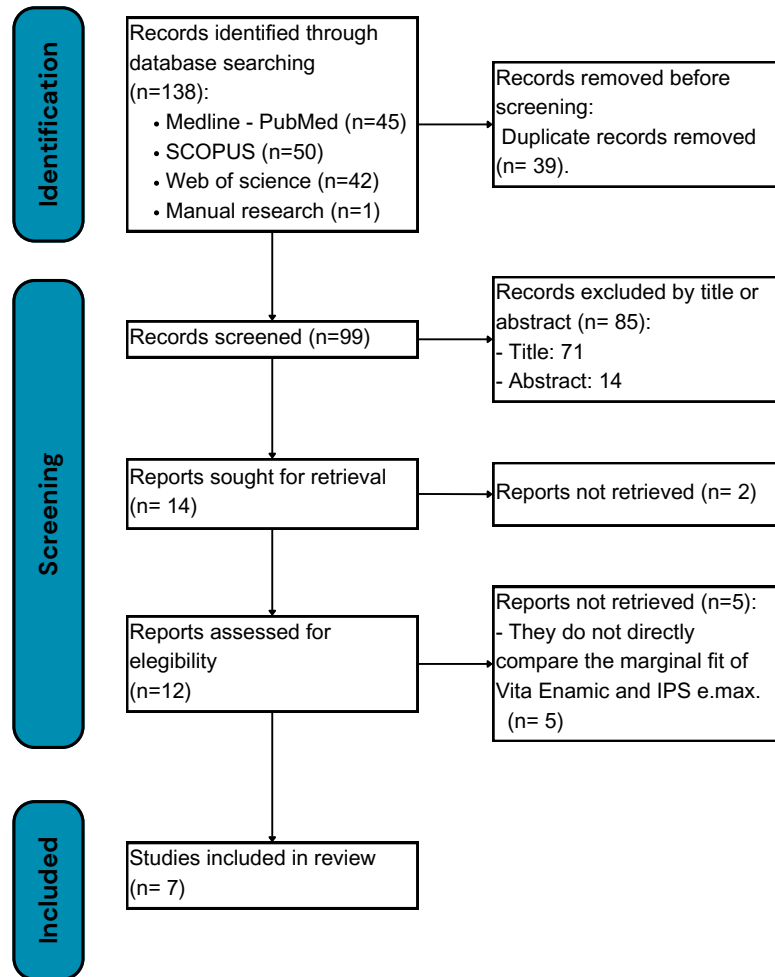


Table 1: Articles excluded (and their reason for exclusion) from the present systematic review.

Author / Year	Publication	Reason for exclusion
Ramzy NA.2023 (21)	BMC Oral Health	They do not directly compare the marginal fit of Vita Enamic and IPS e.max
El Ghoul WA.2020 (22)	Journal of Prosthetic Dentistry	They do not directly compare the marginal fit of Vita Enamic and IPS e.max
Suksuphan P.2024 (23)	Journal of Prosthodontic Research	They do not directly compare the marginal fit of Vita Enamic and IPS e.max
El-Farag S y cols (24)	BMC Oral Health	They do not directly compare the marginal fit of Vita Enamic and IPS e.max
Elbadawy y cols (25)	Brazilian Dental Journal	They do not directly compare the marginal fit of Vita Enamic and IPS e.max

Table 2 : General information about the selected articles.

Title		Year of publication	Type of studies	Authors	Publication
1 (26)	Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study	2024	In vitro study	Attia y cols	Journal of dental research, dental clinics, dental prospects
2 (27)	Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials	2018	In vitro study	Azarbal y cols	Journal of Prosthodontics
3 (28)	Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An in vitro study	2017	In vitro study	Yildirim y cols	Journal of Prosthetic Dentistry
4 (29)	How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials.	2020	In vitro study	Hasanzadeh y cols	The journal of advanced prosthodontics
5 (30)	A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated from three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study	2023	In vitro study	Attar y cols	Cureus
6 (31)	Effect of Finish Line Design on the Fit Accuracy of CAD/CAM Monolithic Polymer-Infiltrated Ceramic-Network Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Study	2021	In vitro study	Baig y cols	Polymers
7 (32)	Comparative Evaluation of the Internal and Marginal Adaptations of CAD/CAM endocrowns and Crowns Fabricated from Three Different Materials	2021	In vitro study	Sahebi y cols	The internal journal of prosthodontics

Table 3: Modified ARRIVE and CONSORT scale for in vitro studies

1	Title:	(0) Inaccurate/nonconcise (1) Consise/adequate
2	Abstract: either a structured summary of background, research objectives, key experiment methods, principal findings, and conclusion of the study or self-contained (should contain enough information to enable a good understanding of the rationale for the approach)	(1) Clearly inadequate (2) Possibly accurate (3) Clearly accurate
3	Introduction: background, experimental approach, and explanation of rationale/hypothesis	(1) Insufficient (2) Possibly sufficient/some information (3) Clearly meets/sufficient
4	Introduction: preprimary and secondary objectives for the experiments (specific primary/secondary objectives)	1) Not clearly stated (2) Clearly stated
5	Methods: study design explained number of experimental and control groups, steps to reduce bias (demonstrating the consistency of the experiment (done more than once). sufficient detail for replication, blinding in evaluation,	(1) Clearly insufficient (2) Possibly sufficient (3) Clearly sufficient
6	Methods: precise details of experimental procedure (Le., how, when, where, and why)	(1) Clearly insufficient (2) Possibly sufficient (3) Clearly sufficient
7	Methods: How sample size was determined (details of control and experimental group) and sample size calculation.	(1) No (2) Undear/not complete (3) Adequate/clear
8	Methods: Details of statistical methods and analysis (statistical methods used to compare groups)	(1) No (2) Undear/not complete (3) Adequate/clear
9	Results: explanation for any excluded data, results of each analysis with a measure of precision as standard deviation or standard error or confidence interval	(1) No (2) Undear/not complete (3) Adequate/clear
10	Discussion: interpretation/scientific implication, limitations, and generalizability/translation	(0) Clearly inadequate (1) Possibly accurate (2) Clearly accurate
11	Statement of potential conflicts and funding disclosure	(0) No (1) Yes
12	Publication in a peer-review journal	(0) No (1) Yes

Tabla 4 : Assessment of risk of bias in in vitro studies.

Author/Year	<i>Attia y cols</i> (2024) (26)	<i>Azarbal y cols</i> (2018) (27)	<i>Yildirim y cols</i> (2017) (28)	<i>Hasanzadeh y cols</i> (2020) (29)	<i>Attar y cols</i> (2023) (30)	<i>Baig y cols</i> (2021) (31)	<i>Sahebi y cols</i> (2021) (32)
Question 1	1	1	1	1	1	1	1
Question 2	2	2	3	3	3	3	3
Question 3	3	3	3	3	3	3	3
Question 4	2	2	2	2	2	2	2
Question 5	3	2	3	3	3	3	3
Question 6	3	3	3	3	3	3	3
Question 7	3	3	3	3	2	3	3
Question 8	3	3	3	3	3	3	3
Question 9	3	3	3	3	3	3	3
Question 10	1	2	2	2	2	2	2
Question 11	1	1	1	1	1	1	1
Question 12	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5 : Descriptive results of the different marginal adaptations obtained by the studies.

Authors	N° teeth	Marginal fit IPS e.max (µm)		Marginal fit Vita Enamic (µm)	
Marginal gap		Media	SD	Media	SD
Attia y cols (26)	6	41.39	3.97	39.27	6.54
Azarbal y cols (27)	15	132.25	44.68	47.92	34.07
Yildirim y cols (28)	12	129.90	52.20	30.00	20.40
Hasanzadeh y cols (29)	12	56.79	29.489	50.57	14.75
Attar y cols (30)	10	29.16	18.05	26.63	15.93
Baig y cols (31)	20	54.91	25.28	46.10	25.95
Baig y cols (31)	20	59.03	27.79	25.48	16.99
Sahebi y cols (32)	12	65.93	26.42	56.09	16.68
Sahebi y cols (32)	12	69.22	23.49	71.00	31.76
TOTAL weighted average	119	72.81		43.22	
Absolute marginal discrepancy					
Yildirim y cols (28)	12	155.50	33.00	102.40	50.9
Hasanzadeh y cols (29)	12	162.54	51.09	147.16	30.63
Baig y cols (31)	20	87.83	26.21	95.48	25.80
Baig y cols (31)	20	89.99	26.57	122.44	22.21
TOTAL weighted average	64	115.20		114.89	

Tabla 6 : Características de los estudios revisados

Article	N° teeth	Diente real (Yes/No)	Type of tooth	Type of Restoration	Materials used	Scanner	Software (CAD)	Milling machine (CAM)	Marginal fit measurement	Cement used	Marginal fit
Attia y cols (26)	18	Yes	Maxillary first premolar	Veneers	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Brilliant Crios	DOF (Degree Of Freedom)	Exocad	Imes-lcore (5 ejes)	Digital microscope (U500X) 40x	Light-curing resin (Choice 2)	- Marginal gap
Azarbal y cols (27)	30	No	Mandibular molar (Stainless steel)	Crown	- Vita Enamic - IPS e.max CAD	CEREC AC Bluecam	CEREC	CEREC 3 (3 ejes)	Stereomicroscope (Olympus MVX10 Macroview) 14x	No cement	- Marginal gap
Yildirim y cols (28)	48	No	Maxillary first molar (acrylic resin)	Crown	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity - Lava Ultimate	CEREC Omnicam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	X-Ray microtomography (Micro CT skyscan 1172)	No cement	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Hasanzadeh y cols (29)	36	No	Primer molar maxilar (resina acrílica)	Crown	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	CEREC Omnicam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Optical scanners 3D (ATOS Core 5Mp 80 mm de GOM)	No cement	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Attar y cols (30)	30	Yes	Mandibular molar	Endocrown	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	I3Dscan	CORITE C Smart control	CORITEC 250i Loader Pro (5 ejes)	Digital stereomicroscope (ShenZhen RaySmart Technology) 80x	Self-adhesive resine (RelyX U200)	- Marginal gap

Baig y cols (31)	40	No	Maxillary premolar (plaster)	Crown with shoulder and chamfer finish line	- Vita Enamic - IPS e.max CAD	Medit T710	Exocad	CEREC MCX5 (5 ejes)	Digital stereomicroscope (Olympus SZX7- LIST-SET)	No cement	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Sahebi y cols (32)	72	No	Maxillary first molar (acrylic resin)	Crown and endocrown	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	CEREC Omnicam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Optical scanners 3D (ATOS III triple scan GOM)	No cement	- Marginal gap

COMPARACIÓN DEL AJUSTE MARGINAL ENTRE IPS E.MAX Y VITA ENAMIC EN RESTAURACIONES FABRICADAS CON SISTEMAS CAD/CAM: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Título corto: Comparación del ajuste marginal entre IPS e.max y Vita Enamic en restauraciones fabricadas con sistemas CAD/CAM

Autores :

Nicolas Barthez¹, Jose Luis Bustos Salvador²

¹ Estudiante de quinto año del Grado en Odontología en la Universidad Europea de Valencia, Valencia, España.

² Profesor de la Facultad de Odontología en la Universidad Europea de Valencia, Valencia, España.

Correspondencia

Jose Luis Bustos Salvador
Paseo Alameda 7, Valencia
46010, Valencia
jose Luis.bustos@universidadeuropea.es

Resumen:

Introducción: El ajuste marginal es un factor determinante para el éxito clínico de las restauraciones dentales. Desajustes en esta zona se asocian frecuentemente con infiltración bacteriana, caries secundaria y fallos restauradores. Esta revisión sistemática tiene como objetivo comparar el ajuste marginal de restauraciones CAD/CAM fabricadas con dos materiales ampliamente utilizados: IPS e.max CAD y Vita Enamic, con el fin de determinar cuál de ellos ofrece una mejor adaptación marginal

Material y método: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Web of Science y Scopus, sobre estudios que compararan directamente el ajuste marginal al nivel del marginal gap y del absolute marginal discrepancy de restauraciones con IPS e.max y Vita Enamic hasta diciembre de 2024

Resultados: De un total de 138 artículos inicialmente identificados, 7 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y fueron analizados. Todos evaluaban el marginal gap (con un total de 238 dientes), y 3 de ellos también analizaron el absolute marginal discrepancy (con 128 dientes en total). Los valores medios obtenidos fueron de 43,22 μm para Vita Enamic y 72,81 μm para IPS e.max en cuanto al marginal gap y de 114,89 μm para Vita Enamic y 115,20 μm para IPS e.max para el absolute marginal discrepancy. Todos los estudios reportaron valores dentro del rango clínicamente aceptable ($<120 \mu\text{m}$), y la mayoría coincidió en que Vita Enamic mostró un mejor ajuste marginal

Conclusión: A pesar de las limitaciones, los resultados de esta revisión indican que tanto IPS e.max como Vita Enamic ofrecen un marginal gap clínicamente aceptable ($<120 \mu\text{m}$). Sin embargo, Vita Enamic mostró una adaptación marginal superior

Palabras clave: CAD/CAM, Computer-Aided Design, Computer-Aided Manufacturing, IPS e.max, Lithium Disilicate, Dental Ceramics, Vita Enamic, Hybrid Ceramics, Marginal fit, Dental Marginal Adaptation

Introducción:

En los últimos años, el uso de tecnologías CAD/CAM en odontología ha transformado la manera en que se diseñan y fabrican las restauraciones dentales, mejorando notablemente su precisión y eficacia (1,2). Estos sistemas combinan el escaneo digital, el diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación automatizada (CAM) para producir restauraciones como coronas, endocoronas, carillas o puentes con gran exactitud. Entre los materiales utilizados encontramos IPS e.max CAD (disilicato de litio) y VITA Enamic (cerámica híbrida).

El proceso CAD/CAM incluye cuatro fases: digitalización (con escáner óptico o mecánico), diseño CAD, fresado CAM (con máquinas de 3 a 5 ejes) y cristalización térmica, para materiales como IPS e.max CAD, (3,4,5), se presenta en estado precristalizado (azul), lo que facilita el fresado, y alcanza propiedades mecánicas óptimas tras la cristalización (6-8). VITA Enamic, por su parte, es un material híbrido con red cerámica y polimérica, ofreciendo buena elasticidad y estética, pero menor resistencia al desgaste en zonas de alta carga (9-11).

Entre los criterios de calidad esenciales de estos materiales, el ajuste marginal juega un papel clave, ya que garantiza la durabilidad de las restauraciones al minimizar los riesgos de infiltraciones bacterianas, caries secundarias, inflamaciones gingivales y enfermedades periodontales (12,13).

El objetivo de la presente revisión fue analizar sistemáticamente dos tipos de ajuste marginal en IPS e.max y Vita Enamic, en primer lugar, el marginal gap, que corresponde a la distancia entre el borde de la restauración y la línea de terminación de la preparación dental y en segundo lugar, la absolute marginal discrepancy, que combina las discrepancias vertical y horizontal para proporcionar una visión más completa del ajuste marginal (Figura 1).

El marginal gap es la medición más estudiada, ya que influye directamente en la hermeticidad de la restauración y en la prevención de infiltraciones bacterianas, debe ser inferior a 120 μm para ser clínicamente aceptable (14,15).

Materiales y métodos:

La revisión sistemática se realizó siguiendo la declaración de la guía **PRISMA** (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

- Pregunta PICO:

El formato de la pregunta se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada PICO:

- **P** (Población): Pacientes que requieren restauraciones dentales.
- **I** (Intervención): Restauraciones fabricadas con disilicato de litio (IPS e.max) utilizando sistemas CAD/CAM.
- **C** (Comparación): Restauraciones fabricadas con cerámica híbrida (Vita Enamic) utilizando sistemas CAD/CAM.
- **(Resultado)**: Determinar cuál de los dos materiales ofrece el mejor ajuste marginal

- Criterios de elegibilidad:

Los criterios de inclusión fueron:

- **Tipo de estudio:** Estudios in vitro, que evalúen el ajuste marginal de restauraciones de IPS e.max y Vita Enamic.
- **Método de fabricación:** Estudios que utilicen sistemas CAD/CAM
- **Medición del ajuste marginal:** Estudios que empleen métodos validados para medir el ajuste marginal, microscopio, escáneres o réplicas de silicona.
- **Idioma:** Estudios publicados en español, inglés o francés
- **Disponibilidad:** Publicación con texto completo disponible

Los criterios de inclusión fueron :

- **Tipo de estudio:** Revisiones sistemáticas
- **Año de publicación:** Más de 10 años
- **Variables estudiadas:** Estudios que no comparan simultáneamente el ajuste marginal de IPS e.max (disilicato de litio) y Vita Enamic (cerámica híbrida)

- Fuente de información y estrategia de búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda automatizada en las tres bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science con las siguientes palabras clave: “cad cam”, “CAD/CAM”, “computer aided design”, “computer aided manufacturing”, “adaptation, dental marginal”, “marginal fit”, “hybrid material”, “hybrid ceramic”, “lithiumdisilicate”, “vitaenamic” y “PICN” Los términos controlados “MeSH” fueron utilizados en la base de PubMed y las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND y OR con el fin de obtener los mejores resultados

- Proceso de selección de los estudios

La selección de los artículos se llevó a cabo en tres fases por un investigador. En primer lugar, se realizó un cribado inicial basado en los títulos para descartar los estudios no relevantes. Posteriormente, se analizaron los resúmenes con el fin de identificar aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, se llevó a cabo una lectura completa del texto para confirmar que los estudios seleccionados respondían adecuadamente a la pregunta de investigación.

- Extracción de datos

Las informaciones fueron extraídas de los artículos y se organizaron en tablas describiendo :

- Autores / Año de publicación
- Tipo de estudio (estudio in vitro)
- Tipo de restauraciones (coronas, carillas, ...)
- Procedimiento de medición del ajuste marginal (Micro CT, replica de silicona,)
- Número de diente y tipo de diente usado (natural, artificial)
- Materiales usados (Vita Enamic, IPS e.max)
- Sistema CAD/CAM
- Tipo de cemento usado
- Tipo de ajuste marginal medido (marginal gap o absolute marginal discrepancy)

- Valoración de la calidad

La evaluación del riesgo de sesgo fue realizada por un único investigador con el objetivo de analizar la calidad metodológica de los estudios incluidos. Se utilizó la escala modificada de ARRIVE y CONSORT, diseñada específicamente para valorar la calidad de los estudios in vitro.

- Síntesis de datos

Las informaciones se sintetizaron en función del material estudiado: IPS e.max y VITA Enamic y de que parte se midió el ajuste marginal (marginal gap, absolute marginal discrepancy) con el fin de poder realizar un análisis de calidad.

Dado que los estudios reportaron un número variable de muestras (número de dientes evaluados) y diferentes valores promedio del ajuste marginal (en micrómetros), se calculó la media ponderada para obtener resultados más representativos y fiables. Se realizó la media ponderada para cada medición de ajuste marginal estudiado (marginal gap, absolute marginal discrepancy). Este enfoque permitió obtener un promedio general ponderado que refleja de manera más precisa los resultados globales del ajuste marginal.

Resultados:

- Selección de estudios

Se obtuvieron un total de 138 artículos del proceso de búsqueda inicial : Medline-PuMed (n=45), SCOPUS (n=50) y Web of Science (n=42). Además, se obtuvo 1 estudio adicional a través de la búsqueda manual (lista de referencias y fuentes primarias). Después de realizar un cribado por títulos y resúmenes, se identificaron 12 artículos potencialmente elegibles, los cuales se evaluaron a fondo. Como resultado, se incluyeron 7 artículos que cumplían con los criterios de inclusión en la revisión sistemática. La figura 2 muestra cómo se realizó el proceso de selección de los artículos incluidos en la revisión

sistemática y la tabla 1 proporciona información sobre los artículos que fueron excluidos y las razones de su exclusión.

- Análisis de las características de los estudios revisados

Un total de 7 artículos se analizaron (tabla 2), todos son estudio in vitro y se publicaron entre 2018 y 2024. En todos los artículos se han analizado diferentes materiales sobre un total de 274 dientes, 226 replica artificial y 48 reales.

- Evaluación de la calidad metodológica

Con el fin de garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos, se realizó la escala ARRIVE y CONSORT (tabla 3) como herramientas estandarizadas para evaluar la calidad metodológica de cada uno de los estudios in vitro de esta revisión sistemática. Se presenta en la tabla 4 , un resumen que sintetiza las puntuaciones obtenidas en cada criterio evaluado.

- Síntesis de resultados

Marginal gap:

Todos estudios estudiaron esta medición (16 - 22) con un total de 119 dientes. La media del marginal gap fue de 72.81 μm para IPS e.max con un rango de 29.16 μm (20) a 132.25 μm (17) y 43.22 μm para Vita Enamic con un rango de 25.48 μm (21) a 71.00 μm (22).

Absolute marginal discrepancy:

3 estudios lo analizaron (18,19,21) con 64 dientes . La media par IPS e.max fue de 115.20 μm con un rango de 87.83 μm (21) a 162.54 μm (19) y 114.89 μm para Vita Enamic con un rango de 95.48 μm (21) a 147.16 μm (19).

Los resultados descriptivos sobre el marginal gap y absolute marginal discrepancy se muestran en la Tabla 5.

Como descrito en la table 6, Baig y cols (21) evaluó el marginal gap con dos tipos diferente de línea de terminación (Hombro y Chaflán) y Sahebi y cols (22) evaluó el marginal con dos tipos de restauraciones (Corona y Endocorona). Los dos estudios concluirán que no habían encontrado resultado significativamente diferente en cada uno de los dos parámetros

Discusión:

A través del análisis de siete estudios in vitro, los resultados mostraron que VITA Enamic presentó un mejor ajuste marginal en comparación con IPS e.max. En cuatro de los estudios analizados (16, 17, 18, 31), la diferencia fue estadísticamente significativa a favor de VITA Enamic, mientras que en los otros tres (19, 20, 22) no se reportaron diferencias relevantes. La media del marginal gap fue de 43,22 μm para VITA Enamic y 72,81 μm para IPS e.max CAD, ambos dentro de los límites clínicamente aceptables ($<120 \mu\text{m}$). Los valores medios del absolute marginal discrepancy fueron ligeramente superiores: 114,89 μm para VITA Enamic y 115,20 μm para IPS e.max.

La superioridad de VITA Enamic en cuanto al ajuste marginal podría deberse a varias propiedades materiales :

- Su estructura híbrida, compuesta por cerámica infiltrada con polímero, que permite un mejor fresado sin requerir cristalización posterior que aumenta el desajuste de IPS e.max (16, 17).
- Su bajo índice de fragilidad reduce el riesgo de fracturas marginales durante el fresado (16).
- Su módulo de elasticidad, cercano al de los tejidos dentarios, lo que facilita la absorción de tensiones durante la inserción y mejora el asentamiento pasivo de la restauración (17).

Sin embargo, es importante señalar que en los estudios de Azarbal y cols. (17) y Yildirim y cols. (18), las medias registradas para IPS e.max superaron el límite clínico de 120 μm . En el estudio de Azarbal y cols. (17), los valores del marginal gap fueron inferiores a 120 μm en las ocho primeras restauraciones fresadas, pero superaron ese umbral a partir de la novena. Este hallazgo pone de relieve la importancia crítica del desgaste de las fresas, lo que sugiere que sería preferible reemplazarlas cada ocho restauraciones para mantener un nivel óptimo de precisión. Por el contrario, en el estudio de Yildirim y cols. (18), a pesar de que las fresas se cambiaron cada 25 restauraciones según las recomendaciones del fabricante, se registró igualmente una media de marginal gap superior a 120 μm para IPS e.max, lo que plantea nuevas interrogantes sobre otros factores que podrían influir en la adaptación marginal.

Aunque IPS e.max destaca por su resistencia mecánica, VITA Enamic podría ser preferible en casos donde la precisión marginal sea crítica, por ejemplo, en preparaciones subgingivales o en pacientes con riesgo elevado de caries secundaria. Además, desde el punto de vista clínico, VITA Enamic no requiere cristalización posterior al fresado y es fácilmente reparable y pulible en boca, lo que supone ventajas operativas tanto para el profesional como para el paciente.

Todos los estudios incluidos en la revisión fueron in vitro, lo cual limita la extrapolación directa a la práctica clínica. Además, se identificaron diversas limitaciones metodológicas, como la heterogeneidad en las técnicas de medición (microtomografía, escáner óptico 3D, etc.), en el tipo de restauración (corona, carilla, endocorona), en el sustrato utilizado (resina, dientes naturales, modelos de yeso o metálicos) y en el equipamiento (tipo de escáner, software, fresadora de 3 o 5 ejes). Estas variables podrían influir significativamente en los resultados y dificultan la comparación directa entre estudios.

Por último, se propone como perspectiva futura la realización de estudios clínicos longitudinales que no solo evalúen el ajuste marginal inicial, sino también su comportamiento a largo plazo, considerando factores como el tipo de cemento, el

protocolo adhesivo, el espesor mínimo de la restauración y la evolución del sellado marginal frente a las condiciones del medio oral.

A pesar de las limitaciones de este estudio, se puede concluir que la adaptación marginal de Vita Enamic fue mejor que la de IPS e.max y el marginal gap de estas restauraciones cumplen con los valores clínicamente aceptables ($<120\text{ }\mu\text{m}$).

Bibliografía:

- (1) Davidowitz G, Kotick PG. The Use of CAD/CAM in Dentistry. Dental Clinics of North America. julio de 2011;55(3):559-70.
- (2) Duret F, Blouin JL, Duret B. CAD-CAM in dentistry. The Journal of the American Dental Association. noviembre de 1988;117(6):715-20.
- (3) Pérez CC, Vargas JAD. CERÁMICAS Y SISTEMAS PARA RESTAURACIONES CAD-CAM: UNA REVISIÓN. 2010;22.
- (4) Persson A, Andersson M, Oden A, Sandborgh-Englund G. A three-dimensional evaluation of a laser scanner and a touch-probe scanner. The Journal of Prosthetic Dentistry. marzo de 2006;95(3):194-200.
- (5) Shadur A, Nissan J, Lugassy D, Umansky A, Zenziper E, Ben-Izhack G. Effects of Different Crystallization Protocols on Marginal Gap of Lithium Disilicate Single Crowns: SEM Analysis. Dentistry Journal. 18 de diciembre de 2024;12(12):416.
- (6) Willard A, Gabriel Chu T. The science and application of IPS e.Max dental ceramic. The Kaohsiung J of Med Scie. abril de 2018;34(4):238-42.
- (7) Brandt S, Winter A, Lauer HC, Kollmar F, Portscher-Kim SJ, Romanos GE. IPS e.max for All-Ceramic Restorations: Clinical Survival and Success Rates of Full-Coverage Crowns and Fixed Partial Dentures. Materials. 2 de febrero de 2019;12(3):462.
- (8) Vivadent Ivoclar. Scientific Documentaion IPS e.max CAD. Liechtenstein. 2011.
- (9) VITA ENAMIC® Scientific Documentation. Bad Säckingen, Allemagne: VITA Zahnfabrik.

- (10) Goujat A, Abouelleil H, Colon P, Jeannin C, Pradelle N, Seux D, Grosogoeat B. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. *J Prosthet Dent*. 2018 Mar;119(3):384-389. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.03.001. Epub 2017 May 26. PMID: 28552287.
- (11) Santos F, Branco A, Polido M, Serro AP, Figueiredo-Pina CG. Comparative study of the wear of the pair human teeth/Vita Enamic® vs commonly used dental ceramics through chewing simulation. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. diciembre de 2018;88:251-60.
- (12) Ramzy NA, Azer AS, Khamis MM. Evaluation of the marginal adaptation and debonding strength of two types of CAD-CAM implant-supported cement-retained crowns. *BMC Oral Health*. 5 de diciembre de 2023;23(1):967.
- (13) El Ghoul WA, Özcan M, Ounsi H, Tohme H, Salameh Z. Effect of different CAD-CAM materials on the marginal and internal adaptation of endocrown restorations: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. enero de 2020;123(1):128-34.
- (14) Contrepois M, Soenen A, Bartala M, Laviole O. Marginal adaptation of ceramic crowns: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. diciembre de 2013;110(6):447-454.e10.
- (15) Holmes JR, Bayne SC, Holland GA, Sulik WD. Considerations in measurement of marginal fit. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. octubre de 1989;62(4):405-8.
- (16) Attia RE, Mohammed HR, Haggag KM. Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 7 de septiembre de 2024;18(3):189-95.
- (17) Azarbal A, Azarbal M, Engelmeier RL, Kunkel TC. Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials. *Journal of Prosthodontics*. junio de 2018;27(5):421-8.
- (18) Yildirim G, Uzun IH, Keles A. Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An in vitro study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017 Aug 1;118(2):200–7.

- (19) Hasanzade M, Moharrami M, Alikhasi M. How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials. *J Adv Prosthodont.* 2020;12(6):344.
- (20) Attar E, Alshali S, Abuhaimed T. A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated From Three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study. *Cureus.* 7 de junio de 2023 [citado 6 de febrero de 2025]
- (21) Baig MR, Akbar AA, Embaireeg M. Effect of Finish Line Design on the Fit Accuracy of CAD/CAM Monolithic Polymer-Infiltrated Ceramic-Network Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Study. *Polymers.* 9 de diciembre de 2021;13(24):4311.
- (22) Hasanzade M, Sahebi M, Zarrati S, Payaminia L, Alikhasi M. Comparative Evaluation of the Internal and Marginal Adaptations of CAD/CAM Endocrowns and Crowns Fabricated from Three Different Materials. *Int J Prosthodont.* mayo de 2021;34(3):341-7.
- (26) Attia RE, Mohammed HR, Haggag KM. Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 7 de septiembre de 2024;18(3):189-95.
- (27) Azarbal A, Azarbal M, Engelmeier RL, Kunkel TC. Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials. *Journal of Prosthodontics.* junio de 2018;27(5):421-8.

Financiamiento: ninguno declarado.

Conflicto de interés: ninguno declarado.

Anexos:

Figura 1: Terminología de desajuste marginal (18)

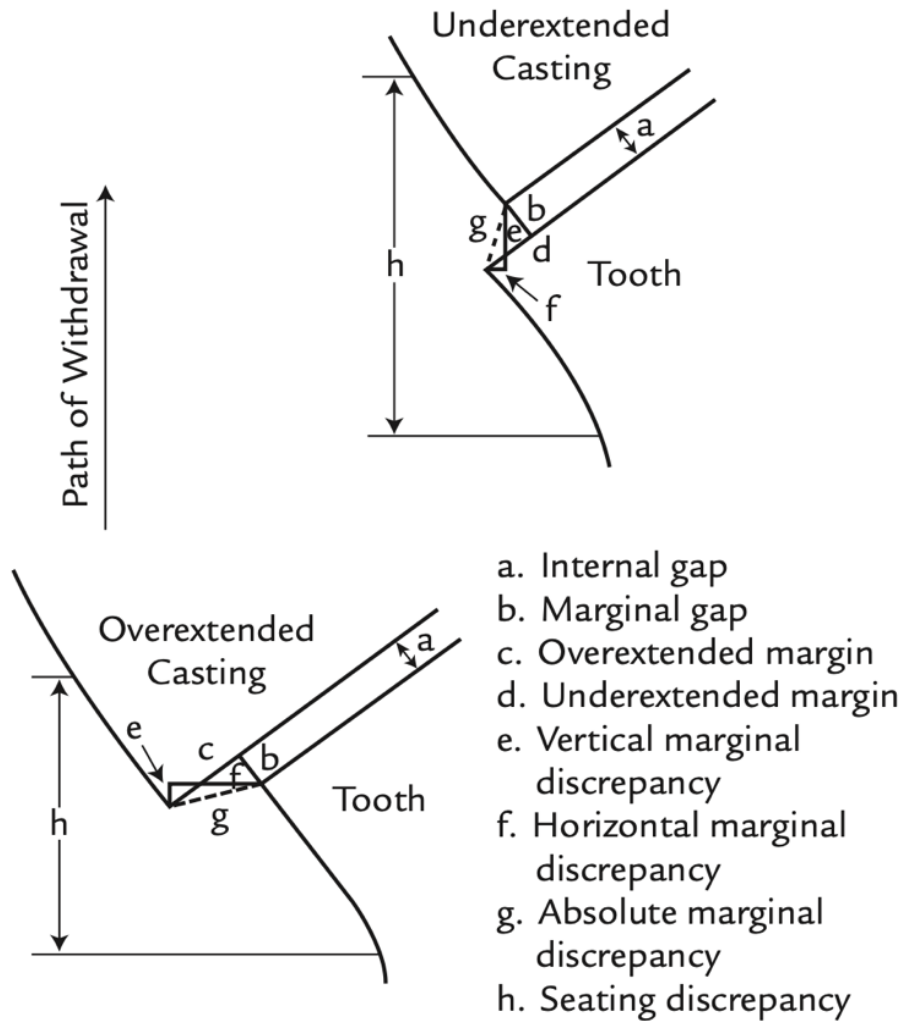


Figura 2: Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de títulos durante la revisión sistemática.

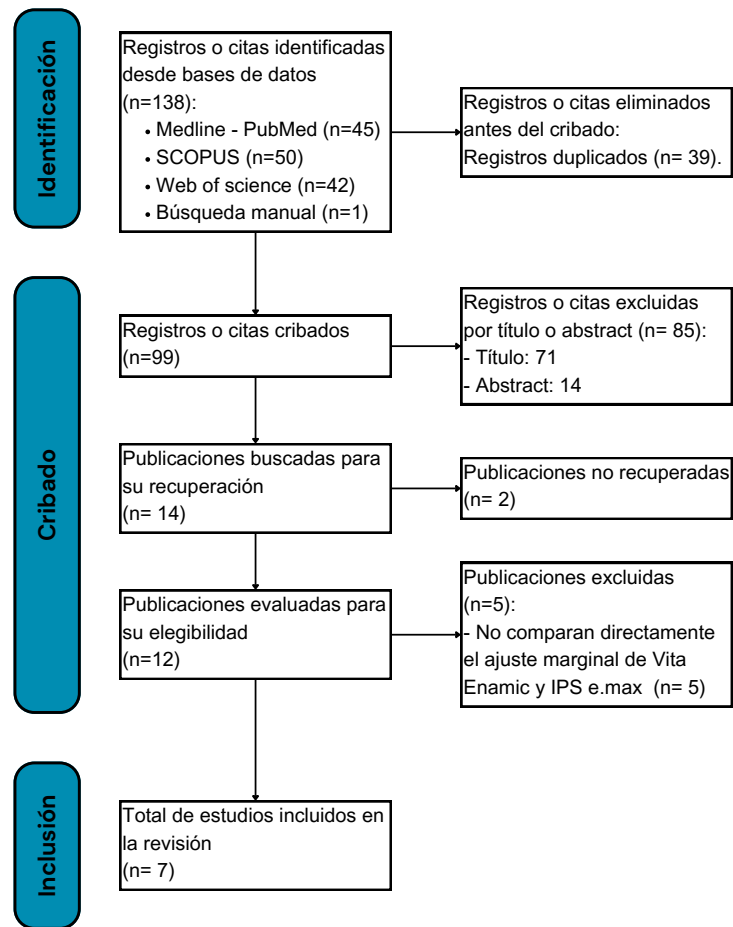


Tabla 1 : Artículos excluidos (y su razón de exclusión) de la presente revisión sistemática.

Autor. Año	Publicación	Motivo de exclusión
Ramzy NA.2023 (21)	BMC Oral Health	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
El Ghouli WA.2020 (22)	Journal of Prosthetic Dentistry	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
Suksuphan P.2024 (23)	Journal of Prosthodontic Research	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
El-Farag S y cols (24)	BMC Oral Health	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic
Elbadawy y cols (25)	Brazilian Dental Journal	No comparan directamente IPS e.max y Vita enamic

Tabla 2 : Informaciones generales acerca de los artículos seleccionados.

Título		Año de publicación	Tipo de estudio	Autores	Publicación
1 (26)	Effect of thermomechanical aging on marginal fit of three CAD-CAM restorative materials: An in vitro study	2024	Estudio in vitro	Attia y cols	Journal of dental research, dental clinics, dental prospects
2 (27)	Marginal Fit Comparison of CAD/CAM Crowns Milled from Two Different Materials	2018	Estudio in vitro	Azarbal y cols	Journal of Prosthodontics
3 (28)	Evaluation of marginal and internal adaptation of hybrid and nanoceramic systems with microcomputed tomography: An in vitro study	2017	Estudio in vitro	Yildirim y cols	Journal of Prosthetic Dentistry
4 (29)	How adjustment could affect internal and marginal adaptation of CAD/CAM crowns made with different materials.	2020	Estudio in vitro	Hasanzadeh y cols	The journal of advanced prosthodontics
5 (30)	A Comparative Study of the Marginal Fit of Endocrowns Fabricated from three Different Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing (CAD/CAM) Ceramic Materials: An In Vitro Study	2023	Estudio in vitro	Attar y cols	Cureus
6 (31)	Effect of Finish Line Design on the Fit Accuracy of CAD/CAM Monolithic Polymer-Infiltrated Ceramic-Network Fixed Dental Prostheses: An In Vitro Study	2021	Estudio in vitro	Baig y cols	Polymers
7 (32)	Comparative Evaluation of the Internal and Marginal Adaptations of CAD/CAM endocrowns and Crowns Fabricated from Three Different Materials	2021	Estudio in vitro	Sahebi y cols	The internal journal of prosthodontics

Tabla 3: Escala modificada de ARRIVE y CONSORT para estudio IN-VITRO en español

1	Título: Artículo, descripción, grado	(0) Inexacto/no conciso (1) Conciso/adeecuado
2	Resumen: ya sea un resumen estructurado de los antecedentes, objetivos de investigación, métodos experimentales clave, principal hallazgos y conclusión del estudio o autocontenido (debe contener suficiente información para permitir una buena comprensión de la justificación del enfoque)	(1) Claramente inadecuado (2) Posiblemente precisa (3) Claramente precisa
3	Introducción: experimental antecedentes, explicación y enfoque de la justificación / hipótesis	(1) Insuficiente (2) Posiblemente suficiente/algo información (3) Claramente cumple/suficiente
4	Introducción: objetivos de preprimaria y secundaria para el experimento (objetivos primarios/secundarios específicos)	(1) No está claramente establecido (2) Claramente establecido
5	Métodos: diseño del estudio explicado número de experimentos y grupos de control, pasos para reducir el sesgo (demostrando la consistencia del experimento (hecho más de una vez), detalle suficiente para la replicación, cegamiento en la evaluación, etc.)	(1) Claramente insuficiente (2) Posiblemente suficiente (3) Claramente suficiente
6	Métodos: detalles precisos del procedimiento experimental (es decir, cómo, cuándo, dónde y por qué)	(1) Claramente insuficiente (2) Posiblemente suficiente (3) Claramente suficiente
7	Métodos: Cómo se determinó el tamaño de la muestra (detalles del control y grupo experimental) y cálculo del tamaño de la muestra.	(1) No (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
8	Métodos: detalles de métodos y análisis estadísticos (métodos estadísticos utilizados para comparar grupos)	(1) Si (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
9	Resultados: explicación de cualquier dato excluido, resultados de cada análisis con una medida de precisión como desviación o error estándar o intervalo de confianza	(1) Si (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
10	Discusión: interpretación/implicación científica, limitaciones, y generalizabilidad / traducción	(0) Claramente inadecuado (1) Posiblemente exacto (2) Claramente precisa
11	Declaración de conflictos potenciales y divulgación de financiamiento	(0) No (1) Si

Tabla 4 : Valoración del riesgo de sesgo de estudios in vitro.

Autor/Año	<i>Attia y cols</i> (2024) (26)	<i>Azarbal y cols</i> (2018) (27)	<i>Yildirim y cols</i> (2017) (28)	<i>Hasanzadeh y cols</i> (2020) (29)	<i>Attar y cols</i> (2023) (30)	<i>Baig y cols</i> (2021) (31)	<i>Sahebi y cols</i> (2021) (32)
Pregunta 1	1	1	1	1	1	1	1
Pregunta 2	2	2	3	3	3	3	3
Pregunta 3	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 4	2	2	2	2	2	2	2
Pregunta 5	3	2	3	3	3	3	3
Pregunta 6	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 7	3	3	3	3	2	3	3
Pregunta 8	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 9	3	3	3	3	3	3	3
Pregunta 10	1	2	2	2	2	2	2
Pregunta 11	1	1	1	1	1	1	1
Pregunta 12	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 5 : Resultado descriptivo de las diferentes adaptaciones marginales obtenidos por los estudios.

Autores	N° diente	Ajuste marginal IPS e.max (µm)		Ajuste marginal Vita Enamic (µm)	
Marginal gap		Media	SD	Media	SD
Attia y cols (26)	6	41.39	3.97	39.27	6.54
Azarbal y cols (27)	15	132.25	44.68	47.92	34.07
Yildirim y cols (28)	12	129.90	52.20	30.00	20.40
Hasanzadeh y cols (29)	12	56.79	29.489	50.57	14.75
Attar y cols (30)	10	29.16	18.05	26.63	15.93
Baig y cols (31)	20	54.91	25.28	46.10	25.95
Baig y cols (31)	20	59.03	27.79	25.48	16.99
Sahebi y cols (32)	12	65.93	26.42	56.09	16.68
Sahebi y cols (32)	12	69.22	23.49	71.00	31.76
TOTAL media ponderada	119	72.81		43.22	
Absolute marginal discrepancy					
Yildirim y cols (28)	12	155.50	33.00	102.40	50.9
Hasanzadeh y cols (29)	12	162.54	51.09	147.16	30.63
Baig y cols (31)	20	87.83	26.21	95.48	25.80
Baig y cols (31)	20	89.99	26.57	122.44	22.21
TOTAL media ponderada	64	115.20		114.89	

Tabla 6 : Características de los estudios revisados

Artículo	N° diente	Diente real (Si/No)	Tipo de Diente	Tipo de Restauración	Materiales usados	Escáner	Software (CAD)	Fresadora (CAM)	Medición ajuste marginal	Cemento usado	Ajuste marginal
Attia y cols (26)	18	Si	Primer premolar maxilar	Carillas	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Brilliant Crios	DOF (Degree Of Freedom)	Exocad	Imes-lcore (5 ejes)	Microscopio digital (U500X) 40x	Resina fotopolimerisable (Choice 2)	- Marginal gap
Azarbal y cols (27)	30	No	Molar mandibular (acero inoxidable)	Corona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD	CEREC AC Bluecam	CEREC	CEREC 3 (3 ejes)	Estereomicroscopio (Olympus MVX10 Macroview) 14x	Sin cemento	- Marginal gap
Yildirim y cols (28)	48	No	Primer molar mandibular (resina acrílica)	Corona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity - Lava Ultimate	CEREC Omnacam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Microtomografía con rayos X (Micro CT skyscan 1172)	Sin cemento	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Hasanzadeh y cols (29)	36	No	Primer molar maxilar (resina acrílica)	Corona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	CEREC Omnacam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Escáneres ópticos 3D (ATOS Core 5Mp 80 mm de GOM)	Sin cemento	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Attar y cols (30)	30	Si	Molar mandibular	Endocorona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	I3Dscan	CORITE C Smart control	CORITEC 250i Loader Pro (5 ejes)	Estereomicroscopio digital (ShenZhen RaySmart Technology) 80x	Résina autoadhesiva (RelyX U200)	- Marginal gap

Baig y cols (31)	40	No	Premolar maxilar (yeso)	Corona con hombro y chaflán	- Vita Enamic - IPS e.max CAD	Medit T710	Exocad	CEREC MCX5 (5 ejes)	Estereomicroscopio digital (Olympus SZX7-LIST-SET)	Sin cemento	- Marginal gap - Absolute marginal discrepancy
Sahebi y cols (32)	72	No	Primer molar maxilar (resina acrílica)	Corona y Endocorona	- Vita Enamic - IPS e.max CAD - Vita Suprinity	CEREC Omnicam	CEREC	CEREC MCXL (4 ejes)	Escáneres ópticos 3D (ATOS III triple scan GOM)	Sin cemento	- Marginal gap

