



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**“COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS
DUALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES COMPRESIVAS
EN PUENTE CANTILÉVER: ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO”**

Tesis para optar el título profesional de:

CIRUJANO DENTISTA

Presentado por:

Danna Darley Martinez Aparcana (0000-0003-3761-640X)

Asesor:

Martín Andrés Chávez Méndez (0000-0003-2643-1143)

Lima – Perú

2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 02 de 02 de 2022.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Esp. Dennis Manuel LA TORRE ZEA	<input type="checkbox"/>
Miembro: C.D. Alex Oliver Veliz Fernandez	
Miembro: Mg. Esp. Pedro L. Tinedo López	

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:
 "COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES COMPRESIVAS EN PUENTE CANTILÉVER: ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO"

Presentada por el estudiante/bachiller:
 Bach. Danna Darley Martinez Aparcana con DNI.75109101....., para optar el Completar Título Profesional o Grado Académico de CIRUJANO DENTISTA

Asesorada por: Mg. Esp. Martín Andrés Chávez Méndez

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la Carrera de Estomatología en la sustentación, se concluyen de:
 Manera unánime (X)
 Por mayoría ()


Calificar a:


Tesis: Danna Darley Martinez Aparcana			Nota (en letras): Dieciocho
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


 Esp. Dennis M. La Torre Zea
 Presidente(a) del Jurado
 10635054.


 C.D. Alex Oliver Veliz Fernandez
 Miembro 1
 DNI. 20113376


 Mg. Esp. Pedro L. Tinedo López
 Miembro 2
 DNI. 45159119


 Mg. Esp. Martín A. Chávez Méndez
 Asesor(a)
 DNI. 46538598

*ARTÍCULO ORIGINAL***COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES EN
LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES COMPRESIVAS EN PUENTE
CANTILÉVER: ANÁLISIS DE ELEMENTO FINITO****COMPARISON OF TWO TYPES OF DUAL RESIN CEMENTS IN
CANTILEVER BRIDGE COMPRESSIVE STRESS DISTRIBUTION: FINITE
ELEMENT ANALYSIS****“DUAL CEMENTS IN TENSIONS OF CANTILÉVER: FINITE
ELEMENT ANALYSIS”**

Martinez Aparcana, Danna , Chávez Méndez, Martín 

1. Student of the School of Dentistry, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
2. Mg. Esp. Professor of the School of Dentistry, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

Correspondence: Martín Andrés Chávez Méndez

Email: mchavezme@cientifica.edu.pe

Conflicts of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, quienes son mi motivación constante y ejemplo a seguir,
gracias a su apoyo incondicional he logrado alcanzar un logro más en mi vida
profesional y espero continuar enorgulleciéndolos con cada paso que dé.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme fuerzas para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se me presentaron en el camino.

También agradezco a mi familia, sin su constante apoyo y motivación nada de esto hubiera sido posible.

Además, quiero agradecer a mi asesor, el Dr. Martín Chávez y al Dr. Pedro Tinedo, quienes me guiaron paso a paso en la realización de la presente tesis.

RESUMEN

La prótesis fija adhesiva es un tratamiento restaurador conservador, utilizado principalmente para reemplazar dientes ausentes en el sector anterior. En este tipo de prótesis es importante la selección del cemento ya que, según la literatura, la causa más frecuente de su fracaso es el desprendimiento (33,7%); sin embargo, son pocos los estudios que consideran dicho factor.

Objetivo: Comparar la distribución de tensión compresiva generada en puente cantiléver al utilizar dos tipos de cemento resinoso dual, mediante el análisis de elemento finito.

Materiales y Métodos: Se diseñaron 2 modelos virtuales mediante el software SOLIDWORKS® 2017. En ambos modelos se simuló un cantiléver con un pónico (incisivo lateral) y un retenedor palatino (canino superior izquierdo). En el modelo A se utilizó el cemento Relyx ARC y en el modelo B, el cemento Relyx U200. Luego, se simuló una fuerza de 100 Newtons (N) en la cara palatina del pónico a una angulación de 45° y una fuerza horizontal de 100N en la cara palatina del canino.

Resultados: Para ambos modelos, la máxima tensión compresiva fue de 660.891 MPa al aplicar fuerzas oblicuas y 16.6 MPa al aplicar fuerzas horizontales. En cuando al desplazamiento, el valor máximo fue de 0.014 mm ante las fuerzas oblicuas y 0.00066 mm ante las fuerzas horizontales.

Conclusión: Los resultados fueron iguales para ambos modelos, en donde se observó que los valores de tensión compresiva fueron mayores al aplicar fuerzas oblicuas en comparación con las fuerzas horizontales.

Palabras claves: Análisis de elemento finito, cantiléver, cemento resinoso dual

ABSTRACT

The resin-bonded fixed dental prostheses are a conservative restorative treatment, used mainly to replace missing teeth in the anterior sector. In this type of prosthesis, the selection of the cement is important because, according to the literature, the most frequent cause of its failure is detachment (33.7%); however, only few studies consider this factor.

Aims: Compare the compressive stress distribution generated in a cantilever bridge when using two types of dual resin cements, through finite element analysis.

Materials and Methods: Two virtual models were designed using SOLIDWORKS® software version 2017. In both models, a cantilever was simulated with a pontic (lateral incisor) and a palatal retainer (upper left canine). Relyx U200 cement was used in model A and Relyx ARC cement in model B. Then, a force of 100 Newtons (N) was simulated on the palatal side of the pontic at an angle of 45 ° and a horizontal force of 100N on the palatal side of the canine.

Results: For both models, the maximum stress was 660.891 MPa when applying oblique forces and 16.6 MPa when applying horizontal forces. Regarding the displacement, the maximum value was 0.014 mm for oblique forces and 0.00066 mm for horizontal forces.

Conclusions: The results were the same for both models, where it was observed that the compressive stress values were higher when applying oblique forces compared to horizontal forces.

Key words: Finite element analysis, cantilever, dual resin cements

ARTÍCULO ENVIADO A PUBLICAR

I. INTRODUCTION

Nowadays, it has become common to find young patients with missing teeth.¹ In these cases, dental implants are the first option,² since they have a high success rate (94%)³ and allow aesthetically pleasing results to be achieved;⁴ however, it is an expensive treatment;⁵ therefore, as an alternative, the resin-bonded fixed dental prostheses (RBFDP) can be used.⁶ The latter is characterized by the fact that, unlike the conventional fixed prosthesis, it requires a more conservative wear of the surface of the abutment teeth;⁷ in addition, it is economical compared to the implant.⁵

RBFDPs began to be known in the world of dentistry in the 1970s⁸ and their design evolved over time.⁶ Within this group, we can mention the Maryland bridge,⁶ which was created by professors from the university of the same name⁹ and its main characteristic is to have two palatal retainers; There is also the cantilever, whose peculiarity is based on the possession of a single palatal retainer.⁶ Currently, they are used to replace missing teeth in the anterior sector;¹⁰ however, at some point an attempt was made to extend their indication to the posterior sector,¹¹ but several investigations have shown unfavourable results.¹² There are studies that have compared the success of the Maryland bridge and the cantilever in the anterior sector, where the latter demonstrated more satisfactory results.¹³ This is because the teeth in that area they receive forces in different directions during chewing; therefore, in the case of the cantilever, the pontic is free to move in the same direction as the retainer.¹³

The union of the adhesive fixed prosthesis is mainly based on adhesion;⁶ for this reason, the choice of cement is important. This is evidenced in a variety of systematic reviews, where it is detailed that the most recurrent cause of failure for this type of prosthesis is

detachment (33.7%).¹⁴ Likewise, masticatory force is a factor that should be considered when choosing the cement, because, during chewing, different types of forces are exerted,¹⁵ which can cause disunion between the prosthesis and the tooth.

There are few studies that have evaluated the distribution of compressive stresses in RBFDP when using different types of cements through finite element analysis,^{2,16,17} despite being a useful tool for this purpose. This method allows the evaluation of the mechanical properties of structures such as fixed prostheses or implants¹⁸ through the use of irregular geometry solids software, isolating the variable of interest from various external factors that may affect the result.¹⁶ In turn, it is widely used in the area of dentistry since, unlike other experimental studies, it is precise, easy to perform and requires less time.¹⁹

Therefore, the purpose of this study was to compare the distribution of compressive stresses in a cantilever bridge using two different types of dual resin cement, designed through finite element analysis.

II. MATERIALS AND METHODS

This research was approved by the Research Ethics Committee of the Universidad Científica del Sur, with the approval code 521-2021-PRE8.

The models were built following these steps: first, the construction of the models was carried out, then the forces were applied and at the end, the results were analysed.

Two virtual models were designed using SOLIDWORKS® software version 2017 (SolidWorks Corporation, France), which consisted of a central incisor and an upper left

canine, fixed on a surface. In both models, a lithium disilicate cantilever bridge was simulated with a pontic (lateral incisor), a palatal retainer (upper left canine) and a 16mm² connector²⁰. The difference between both models was the dual resinous cement, since Relyx U200 cement was used in model A and Relyx ARC cement in model B.

For both models, a 1 mm preparation was made in the centre of the palatal aspect of the upper left canine, covering only enamel to be conservative, with a supragingival termination line. The cement layer was patterned with a uniform thickness of 0.1 mm.

The mechanical properties that were considered in the study are the modulus of elasticity and the Poisson's ratio, which were summarized in Table 1. ^{17,21,22,23}

Finally, a force of 100N was applied to the palatal aspect of the lateral incisor (pontic) at 2 mm below the incisal surface of the tooth, at an angulation of 45° and a horizontal force of 100N on the palatal aspect of the canine, simulating the direction of forces that this sector receives.

After all this, the results of the stress fields and displacement of the evaluated prosthesis were obtained. These data were obtained through Von Mises stress analysis, whose criterion is based on the conception of internal energy

III. RESULTS

The results can be seen as colorimetric graphs in megapascals (MPa) scale for compressive stresses and in millimetres (mm) for displacement. Likewise, in tables it can be analysed that both the compressive stresses (Table 2 and Table 3) and the displacement (Table 4) for both models followed the same pattern after the loads were applied.

Regarding the compressive stress calculated in the prosthesis that was cemented with Relyx U200 dual resin cement (Table 2), higher stress values were observed when applying oblique forces (660,891 MPa) compared to horizontal forces (16.6 MPa) (Figure 1 and 2).

The same happened with respect to the compressive stress calculated in the prosthesis that was cemented with Relyx ARC dual resin cement (Table 3), where higher stress values were also produced when applying oblique forces (660,891 MPa) (Figure 3 and 4).

Regarding the displacement of the cantilever bridge (Table 4), the same results were obtained in both models, where it was greater when receiving oblique forces (0.014 mm) compared to horizontal forces (0.00066 mm) (Figure 5 and 6); however, in both cases, the values obtained were minimal (Table 4).

IV. DISCUSSION

The analysis of both models when applying oblique forces, showed that the maximum tension in the prosthesis was located at the level of the pontic and on the incisal edge adjacent to the pontic. This result agrees with other studies such as that of Uraba A. et al.²⁴ where they evaluated 3 models of fixed adhesive zirconium prostheses in the anterior sector by means of a finite element analysis and obtained as a result that, in all the models, the maximum tension concentrated on the incisal side of the connector, applying a force of 200N at 45° from the pontic. Likewise, Wei Y. et al.²⁵ in their systematic review on the failure and complication rate of different adhesive fixed prosthesis designs in the

anterior sector, recommended that a larger dimension connector should be used to improve the properties of the material in that area.

Regarding the displacement of the prosthesis, the results obtained support the study by Keulemans F. et al.²⁶, who carried out a finite element analysis comparing five cantilever bridges made of different materials, including vitrioceramic and zirconium, obtaining as a result a greater displacement of the prosthesis in the pontic part when applying a tension of 90 MPa, at an angle of 45° to the incisal edge of the pontic. In addition, the homogeneity of the results of the present investigation agrees with the finite element study by Penteado M. et al.², who compared six types of cements with different modulus of elasticity and observed that the displacement pattern was the same for all the models evaluated.

The main advantage of the use of adhesive fixed prostheses is the possibility of making conservative wear on the enamel surface.⁷ Affuer M. et al.²⁷, indicated in their study that the average thickness of enamel at the canine level is 2.15 mm; therefore, the preparations in this study covered only 1 mm of enamel, on the palatal surface of the canine, sufficient space for the lithium disilicate retainer and cement. The present investigation does not agree with the finite element study of Dal Piva A. et al.¹⁷, who made more conservative preparations of 0.5 mm for lithium disilicate adhesive fixed prostheses. However, in this study the minimum thickness of the material was also considered, which is 0.8 mm.²⁸

In this study, both self-adhesive and conventional dual resinous cement acted in the same way, and this agrees with that mentioned by Wei Y. et al.²⁵ who, in their systematic review on the failure rate and complications of different designs of adhesive fixed prosthesis in the anterior sector, mentioned that it is possible that the use of different resinous cements does not influence the risk of prosthesis failure in clinical practice. Likewise, in the study

by Upadhyaya V. et al.²⁹ on the shear resistance of conventional, self-etching and self-adhesive resinous cements, they concluded that total-etching resinous cement is the most reliable and clinically recommended to achieve a long-lasting bond. duration between a lithium disilicate restoration and the tooth. On the other hand, the results of this study do not agree with the research of Penteado M. et al.², who evaluated cements with different modulus of elasticity using RBFDP of lithium disilicate and observed a variation in the compressive stress, unlike the present investigation where the results were the same. These data may be discrepant due to retainer design; since in the present study the thickness was greater; therefore, this factor should also be evaluated.

The forces applied in this study were 100N in a horizontal direction at the level of the palatal aspect of the canine and 100N in an oblique direction, at an angle of 45° to 2 mm from the incisal edge of the pontic, as in other finite element studies that evaluated fixed adhesive prostheses in the anterior sector, such as those of Penteado M. et al.² and Dal Piva A. et al.¹⁷ In this investigation, a normal bite force was applied as in the study by Toman M. et al.³⁰ and a parafunctional force was not considered because Tezulas E. et al.¹³ reported that this type of prosthesis is contraindicated in such cases.

There is great controversy regarding the design of the adhesive fixed prosthesis, since it may have one or two palatal retainers; however, as reported in the literature, the survival rate is higher in cases of structures with a retainer.^{31,32} In the same way, in the finite element study by Dal Piva et al.¹⁷ where they evaluated three different adhesive fixed prosthesis designs, two models with a palatal retainer (one at the level of the canine and the other at the level of the central incisor) and a model with two palatal retainers in the upper left sector, obtaining as a result that the highest stress values were found in structures with two retainers. The explanation of this event is based on the micro-movements of each tooth in the mouth; that is, it is due to the degree of physiological

mobility that the abutment teeth present during their function when they come into contact with the opposing pieces;²⁵ therefore, in the case of a cantilever bridge, the pontic moves in the same direction with the tooth in which it has been retained, as it only has one pillar.¹² Likewise, Tezulas E. et al.¹³ and Chen. J. et al.³³ mentioned that the canine is the best abutment for a cantilever bridge in this sector, because this piece has a long root and would adequately support lateral forces during chewing. For this reason, in the present study all the data mentioned above were taken into consideration and a cantilever bridge cemented in the canine tooth was selected for evaluation.

Despite the benefits granted by virtual design studies, these present limitations, the main one being the impossibility of simulating a real situation in the mouth, since in this case factors such as humidity, temperature or pH are not valued, which if they could influence a clinical scenario. Likewise, the polymerization contraction, the management of the adhesive material and the presence of temporomandibular disorders are elements that also influence and may even modify the prognosis of these rehabilitation treatments in the future.

Finite element analysis is a useful tool for the evaluation of the mechanical behaviour of the fixed adhesive prosthesis. These are considered minimally invasive, aesthetic and economic treatments.³⁴ Based on the findings of this study, it is indicated that the mechanical behaviour of different dual resinous cements, with a different clinical protocol, behave in the same way when receiving masticatory forces. However, it is suggested to follow this line of research considering that cements, being found in an oral environment, can be affected by various factors such as saliva, which were not considered in the present investigation as they are virtual simulation.

V. CONCLUSION

It is concluded that the use of dual resinous cement does not influence the resistance of the cantilever bridge with a palatal retainer, finding equality between the distribution of compressive stresses and displacement of the prosthesis when using Relyx U200 cement such as Relyx ARC through finite element analysis. In the same way, new thesis students are recommended to evaluate the dynamics of the cantilever bridge cemented in the palatal side of the canine, considering the lateral forces that these pieces receive, since the mechanical behaviour could vary; likewise, it is suggested to carry out an in vitro study using the results of the present study, where the behaviour of the different types of dual resinous cements could be evaluated; and also, carry out finite element studies based on the design used in this research, where the retainer has different thicknesses.

VI. REFERENCES

1. Campbell SD, Cooper L, Craddock H, Hyde TP, Nattress B, Pavitt SH, et al. Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *J Prosthet Dent.* 2017;118(3):273-80.
2. Penteadó MM, Tribes JP, Jurema AL, Saavedra GS, Borges AL. Influence of resin cement rigidity on the stress distribution of resin-bonded fixed partial dentures. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2019;22(10):953-60.
3. Malchiodi L, Ricciardi G, Salandini A, Caricasulo R, Cucchi A, Ghensi P. Influence of crown-implant ratio on implant success rate of ultra-short dental implants: results of a 8- to 10-year retrospective study. *Clin Oral Investig.* 2020;24(9):3213-22.

4. Block MS. Dental Implants: The Last 100 Years. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018;76(1):11-26.
5. Korenori A, Koji K, Yuki T, Murata T, Sachiko TM, Shunsuke B. Cost-effectiveness of molar single-implant versus fixed dental prosthesis. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):141.
6. Mine A, Fujisawa M, Miura S, Yumitate M, Ban S, Yamanaka A, et al. Critical review about two myths in fixed dental prostheses: Full-Coverage vs. Resin-Bonded, non-Cantilever vs. Cantilever. *Jpn Dent Sci Rev.*2021;57:33-8.
7. Balasubramaniam GR. Predictability of resin bonded bridges - a systematic review. *Br Dent J.* 2017;222(11):849-58.
8. Pjetursson BE, Tan WC, Tan K, Brägger U, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded bridges after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(2):131-41.
9. Gutmann JL. The Origin of the Maryland Bridge. *J Hist Dent.* 2019;67(2):110.
10. Alraheam IA, Ngoc CN, Wiesen CA, Donovan TE. Five-year success rate of resin-bonded fixed partial dentures: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(1):40-50.
11. Livaditis GJ. Cast metal resin-bonded retainers for posterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1980;101(6):926-9.
12. Thoma DS, Sailer I, Ioannidis A, Zwahlen M, Makarov N, Pjetursson BE. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded fixed dental prostheses after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(11):1421-32.

13. Tezulas E, Yildiz C, Evren B, Ozkan Y. Clinical procedures, designs, and survival rates of all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses in the anterior region: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(4):307-18.
14. Lam WYH, Chan RST, Li KY, Tang KT, Lui TT, Botelho MG. Ten-year clinical evaluation of posterior fixed-movable resin-bonded fixed partial dentures. *J Dent.* 2019;86:118-25.
15. Perea-Lowery L, Vallittu PK. Framework design and pontics of fiber-reinforced composite fixed dental prostheses - An overview. *J Prosthodont Res.* 2018;62(3):281-6.
16. Tribst JP, Dal Piva AM, De Melo RM, Borges AL, Bottino MA, Özcan M. Short communication: Influence of restorative material and cement on the stress distribution of posterior resin-bonded fixed dental prostheses: 3D finite element analysis. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019;96:279-84.
17. Dal Piva AM, Tribst JP, Saavedra GS, Souza RO, de Melo RM, Borges AL, et al. Short communication: Influence of retainer configuration and loading direction on the stress distribution of lithium disilicate resin-bonded fixed dental prostheses: 3D finite element analysis. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019; 100:103389.
18. Choi AH, Conway RC, Ben-Nissan B. Finite-element modeling and analysis in nanomedicine and dentistry. *Nanomedicine (Lond).* 2014;9(11):1681-95.
19. Shetty P, Hegde AM, Rai K. Finite element method--an effective research tool for dentistry. *J Clin Pediatr Dent.* 2010;34(3):281-5.
20. Becker M, Char MS, Garling A, Kern M. Fifteen-year outcome of posterior all-ceramic inlay-retained fixed dental prostheses. *J Dent.* 2019;89:103174.

21. Vargas KE, López AI. Distribución de la tensión compresiva en segundas premolares superiores en coronas individuales mediante el análisis de elementos finitos. *Rev. Cient. Odontol.* 2017;5(1):651-9.
22. Dal Piva AM, Tribst JP, Souza RO, Borges AL. Influence of Alveolar Bone Loss and Cement Layer Thickness on the Biomechanical Behavior of Endodontically Treated Maxillary Incisors: A 3-dimensional Finite Element Analysis. *J Endod.* 2017;43(5):791-5.
23. Moga R, Cosgarea R, Marius S, Gruia C. Finite element analysis of the dental pulp under orthodontic forces. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2019;155(4):543-51.
24. Uraba A, Nemoto R, Nozaki K, Inagaki T, Omori S, Miura H. Biomechanical behavior of adhesive cement layer and periodontal tissues on the restored teeth with zirconia RBFDPs using three-kinds of framework design: 3D FEA study. *J Prosthodont Res.* 2018;62(2):227-33.
25. Wei YR, Wang XD, Zhang Q, Li XX, Blatz MB, Jian YT, et al. Clinical performance of anterior resin-bonded fixed dental prostheses with different framework designs: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016;47:1-7.
26. Keulemans F, Shinya A, Lassila LV, Vallittu PK, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ, et al. Three-dimensional finite element analysis of anterior two-unit cantilever resin-bonded fixed dental prostheses. *ScientificWorldJournal.* 2015;2015:864389.
27. Affur M, Gili M, Bessone G. Análisis del espesor de los tejidos duros en la dentición permanente humana. *Odontol. Sanmarquina* 2020; 23(4): 401-8.
28. Mallat E. Desgastes en dientes anteriores. Análisis y protocolo de tratamiento. *SEPES.* 2019;21(1):20-39.

29. Upadhyaya V, Arora A, Singhal J, Kapur S, Sehgal M. Comparative analysis of shear bond strength of lithium disilicate samples cemented using different resin cement systems: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019;19(3):240-7.
30. Toman M, Toksavul S, Sabancı S, Kiran B, Dikici S, Sarıkanat M, Oflaz H. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution of two-retainer and single-retainer all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures. *Quintessence Int.* 2015;46(8):691-6.
31. Klink A, Hüttig F. Zirconia-Based Anterior Resin-Bonded Single-Retainer Cantilever Fixed Dental Prostheses: A 15- to 61-Month Follow-Up. *Int J Prosthodont.* 2016;29(3):284-6.
32. Mourshed B, Samran A, Alfagih A, Samran A, Abdulrab S, Kern M. Anterior Cantilever Resin-Bonded Fixed Dental Prostheses: A Review of the Literature. *J Prosthodont.* 2018;27(3):266-75.
33. Chen J, Cai H, Ren X, Suo L, Pei X, Wan Q. A Systematic Review of the Survival and Complication Rates of All-Ceramic Resin-Bonded Fixed Dental Prostheses. *J Prosthodont.* 2018;27(6):535-43.
34. Ahmed KE, Li KY, Murray CA. Longevity of fiber-reinforced composite fixed partial dentures (FRC FPD)-Systematic review. *J Dent.* 2017;61:1-11

VII. ANEXO

Table 1. The mechanical properties of the materials used in this study

MATERIAL	Modulus of elasticity (MPa)	Poisson's ratio
Enamel	84100	0,33
Dentine	18600	0,32
Pulp	2.1	0.45
Relyx U200 cement	6600	0,33
Relyx ARC cement	5100	0,27
Lithium disilicate	95000	0.25

Table 2. Results of the compressive stress distribution (MPa) in a prosthesis cemented with Relyx U200.

	Oblique Forces		Horizontal Forces	
	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value
Cantilever bridge	660.891		16.6	4.22e-06

Maximum value (maximum peaks of compressive stress)

Table 3. Results of the compressive stress distribution (MPa) in a prosthesis cemented with Relyx ARC.

	Oblique Forces		Horizontal Forces	
	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value
Cantilever bridge	660.891		16.6	4.22e-06

Maximum value (maximum peaks of compressive stress)

Table 4. Comparison of displacement of the cemented cantilever bridge with Relyx U200 (Model A) and Relyx ARC (Model B).

	Oblique Forces		Horizontal Forces	
	Maximum value	Minimum value	Maximum value	Minimum value
Model A	0.014 mm	1e-030 mm	0.00066 mm	1e-030 mm
Model B	0.014 mm	1e-030 mm	0.00066 mm	1e-030 mm

Figure 1. Results of the compressive stress distribution in a prosthesis cemented with Relyx U200 after the application of oblique forces of 100N.

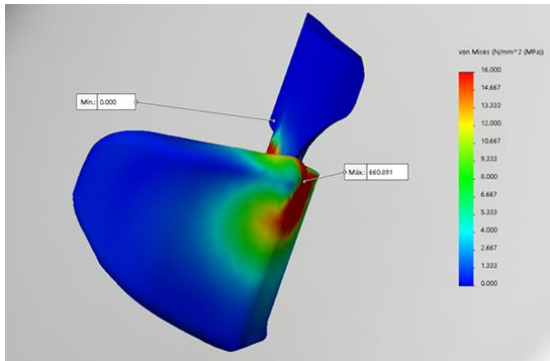


Figure 2. Results of the compressive stress distribution in a prosthesis cemented with Relyx U200 after the application of horizontal forces of 100N.

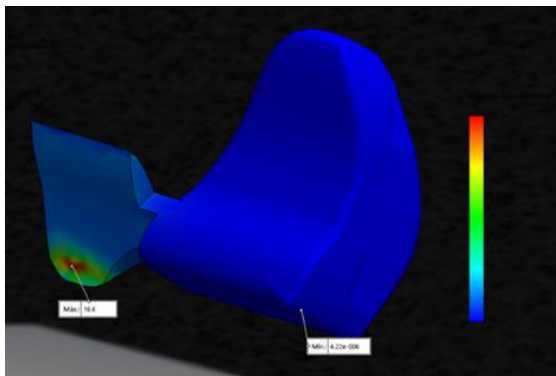


Figure 3. Results of the compressive stress distribution in a prosthesis cemented with Relyx ARC after the application of oblique forces of 100N.

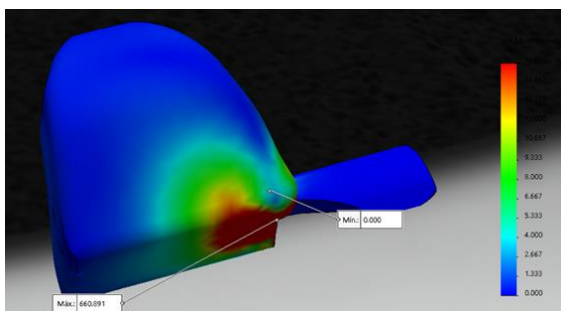


Figure 4. Results of the compressive stress distribution in a prosthesis cemented with Relyx ARC after the application of horizontal forces of 100N.

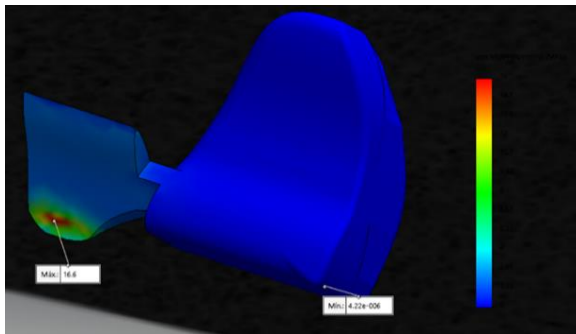


Figure 5. Results of the displacement of the cantilever bridge cemented with Relyx U200 after the application of forces.

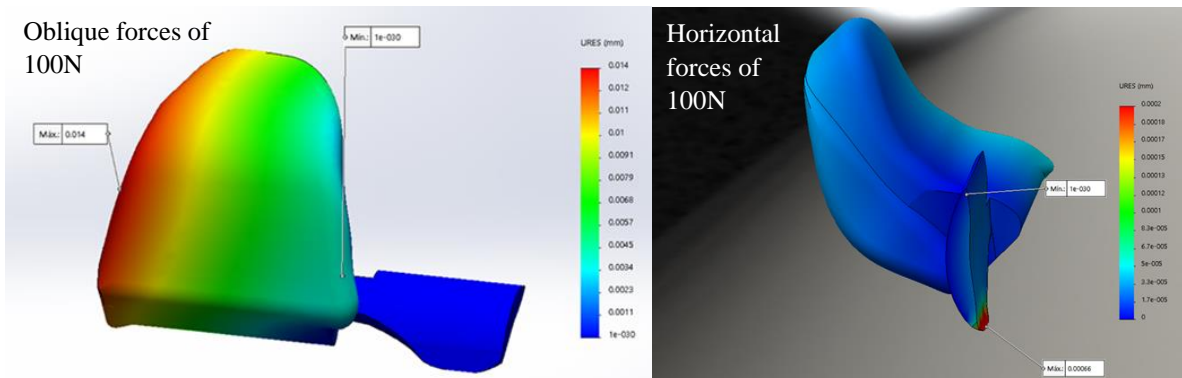
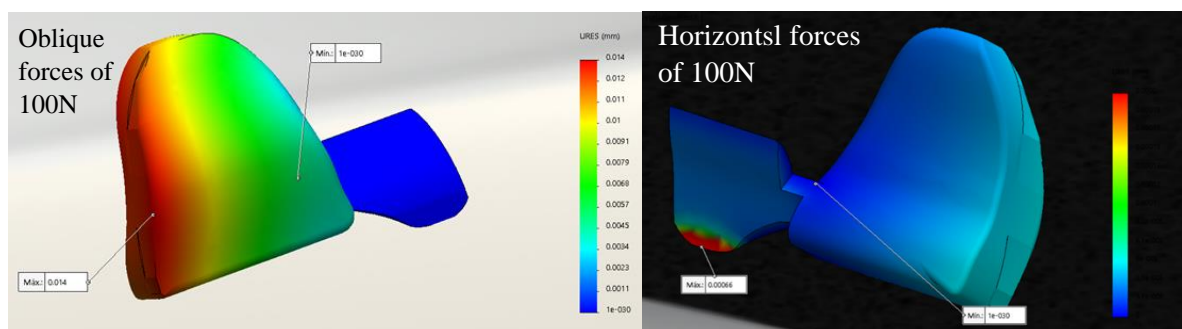


Figure 6. Results of the displacement of the cantilever bridge cemented with Relyx ARC after the application of forces.



ARTÍCULO TRADUCIDO AL ESPAÑOL

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se ha vuelto frecuente encontrar a pacientes jóvenes con ausencias dentarias.¹ En esos casos, el implante dental es la primera opción,² ya que posee alta tasa de éxito (94%)³ y permite lograr resultados estéticamente agradables;⁴ sin embargo, es un tratamiento costoso;⁵ por ello, como alternativa, se pueden recurrir a la prótesis fija adhesiva (PFA).⁶ Esta última se caracteriza porque, a diferencia de la prótesis fija convencional, requiere un desgaste más conservador de la superficie de los dientes pilares;⁷ además, es económica en comparación con el implante.⁵

En el mundo de la odontología se empezó a conocer sobre las PFA en la década de 1970⁸ y su diseño fue evolucionando a lo largo del tiempo.⁶ Dentro de este grupo se puede mencionar al puente Maryland,⁶ el cual fue creado por profesores de la universidad del mismo nombre⁹ y su característica principal es poseer dos retenedores palatinos; también, se encuentra el cantiléver, cuya peculiaridad se basa en la posesión de un único retenedor palatino.⁶ Actualmente, se utilizan para reemplazar dientes ausentes en el sector anterior;¹⁰ sin embargo, en algún momento se intentó extender su indicación hacia el sector posterior,¹¹ pero diversas investigaciones evidenciaron resultados poco favorables.¹² Existen estudios que han comparado el éxito del puente Maryland y el cantiléver en el sector anterior, en donde este último demostró resultados más satisfactorios.¹³ Esto se debe a que las piezas dentarias en dicha área reciben fuerzas en diferentes direcciones durante la masticación; por lo tanto, en el caso del cantiléver, el pónico tiene la libertad para moverse en la misma dirección que la pieza con el retenedor.¹³

La unión de la prótesis fija adhesiva se basa, principalmente, en la adhesión;⁶ por tal motivo, es importante la elección del cemento. Esto se ve evidenciado en una variedad de revisiones sistemáticas, en donde se detalla que la causa más recurrente de fracaso para dicho tipo de prótesis es el desprendimiento (33,7%).¹⁴ Así mismo, la fuerza masticatoria es un factor que se debe considerar al momento de elegir el cemento, debido a que, durante la masticación, se ejercen diferentes tipos de fuerzas,¹⁵ lo cual puede originar que ocurra la desunión entre la prótesis y el diente.

Existen escasos estudios que hayan evaluado la distribución de tensiones compresivas en PFA al emplear diferentes tipos cementos mediante el análisis de elemento finito,^{2,16,17} a pesar de ser una herramienta útil para dicho fin. Este método permite evaluar las propiedades mecánicas de estructuras como la prótesis fija o los implantes¹⁸ mediante el uso de un software de sólidos de geometría irregular, aislando la variable de interés de diversos factores externos que puedan afectar en el resultado.¹⁶ A su vez, es utilizada ampliamente en el área de odontología ya que, a diferencia de los otros estudios experimentales, este es preciso, fácil de ejecutar y requiere una menor cantidad de tiempo.¹⁹

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como finalidad comparar la distribución de tensiones compresivas en puente cantiléver al utilizar dos tipos diferentes de cemento resinoso dual, diseñados a través del análisis de elemento finito.

II. MÉTODOS

La presente investigación fue aprobada por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur, con el código de aprobación 521-2021-PRE8.

Los modelos se desarrollaron siguiendo estos pasos: primero se realizó la construcción de los modelos, luego se aplicaron las fuerzas y al final, se analizaron los resultados.

Se diseñaron 2 modelos virtuales mediante el software SOLIDWORKS® versión 2017 (SolidWorks Corporation, Francia), los cuales consistieron en un incisivo central y un canino superior izquierdo, fijos sobre una superficie. En ambos modelos se simuló un puente cantiléver de disilicato de litio con un pónico (incisivo lateral), un retenedor palatino (canino superior izquierdo) y un conector de 16mm².²⁰ La diferencia entre ambos fue el cemento resinoso dual, ya que en el modelo A se utilizó el cemento Relyx U200 y en el modelo B, el cemento Relyx ARC.

Para ambos modelos, se realizó una preparación de 1 mm en el centro de la cara palatina del canino superior izquierdo, abarcando solo esmalte para ser conservadores, con una línea de terminación supragingival. La capa de cemento se modeló con un espesor uniforme de 0.1 mm.

Las propiedades mecánicas que fueron consideradas en el estudio son el módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson, los cuales se resumieron en la Tabla 1.^{17,21,22,23}

Por último, se aplicó una fuerza de 100N en la cara palatina del incisivo lateral (pónico) a 2 mm por debajo de la superficie incisal del diente, a una angulación de 45° y una fuerza horizontal de 100N en la cara palatina del canino, simulando la dirección de fuerzas que recibe este sector.

Luego de todo ello, se obtuvieron los resultados de los campos de tensiones y desplazamiento de la prótesis evaluada. Estos datos se obtuvieron mediante el análisis de tensión de Von Mises, cuyo criterio se basa en la concepción de energía interna.

III. RESULTADOS

Los resultados se pueden observar como gráficos colorimétricos en escala de megapascuales (MPa) para las tensiones compresivas y en milímetros (mm) para el desplazamiento. Así mismo, en las tablas se puede analizar que tanto las tensiones compresivas (Tabla 2 y Tabla 3) como el desplazamiento (Tabla 4) para ambos modelos, siguieron el mismo patrón luego de que se aplicaran las cargas.

En cuanto a la tensión compresiva calculada en la prótesis que fue cementada con el cemento resinoso dual Relyx U200 (Tabla 2) se observaron valores de mayor tensión al aplicar fuerzas oblicuas (660.891 MPa) en comparación con las fuerzas horizontales (16.6 MPa) (Figura 1 y 2).

Lo mismo sucedió con respecto a la tensión compresiva calculada en la prótesis que fue cementada con el cemento resinoso dual Relyx ARC (Tabla 3), en donde también se observó valores más altos de tensión ante las fuerzas oblicuas (660.891 MPa) (Figura 3 y 4).

En cuanto al desplazamiento del puente cantiléver (Tabla 4), en ambos modelos se obtuvieron resultados iguales, en donde este fue mayor ante las fuerzas oblicuas (0.014 mm) en comparación con las fuerzas horizontales (0.00066 mm) (Figura 5 y 6); sin embargo, en ambos casos, los valores obtenidos fueron mínimos (Tabla 4).

IV. DISCUSIÓN

El análisis de ambos modelos al aplicar fuerzas oblicuas, manifestó que la máxima tensión en la prótesis se ubicó a nivel del pónico y en el borde incisal adyacente al pónico. Este resultado concuerda con otros estudios como el de Uraba A. y col.²⁴ donde evaluaron 3 modelos de prótesis fijas adhesivas de zirconio en el sector anterior mediante un análisis de elemento finito y obtuvieron como resultado que, en todos los modelos, la máxima tensión se concentró en el lado incisal del conector, al aplicar una fuerza de 200 N a 45° del pónico. Así mismo, Wei Y. y col.²⁵ en su revisión sistemática sobre la tasa de fracaso y complicaciones de diferentes diseños de prótesis fija adhesiva en el sector anterior, recomendaron que se debería utilizar un conector de mayor dimensión para mejorar las propiedades del material en esa área.

Con respecto al desplazamiento de la prótesis, los resultados obtenidos apoyan al estudio de Keulemans F. y col.²⁶, quienes realizaron un análisis de elemento finito comparando cinco puentes cantiléver confeccionados por diferentes materiales, entre ellos vitriocerámica y zirconio, obteniendo como resultado un mayor desplazamiento de la prótesis en la parte del pónico al aplicar una tensión de 90 MPa, en un ángulo de 45° al borde incisal del pónico. Además, la homogeneidad de los resultados de la presente investigación concuerda con el estudio de elemento finito de Penteado M. y col.², quienes compararon seis tipos de cementos con diferentes módulos de elasticidad y observaron que el patrón de desplazamientos fue el mismo para todos los modelos evaluados.

El uso de las prótesis fijas adhesivas tiene como principal ventaja la posibilidad de realizar desgastes conservadores en la superficie del esmalte.⁷ Affuer M. y col.²⁷, indicaron en su estudio que el grosor promedio del esmalte a nivel del canino es de 2.15 mm; por ello, las preparaciones en este estudio abarcaron únicamente 1 mm de esmalte, en la superficie

palatina del canino, espacio suficiente para el retenedor de disilicato de litio y el cemento. La presente investigación no concuerda con el estudio de elementos finitos de Dal Piva A. y col.¹⁷, quien realizó preparaciones más conservadoras de 0.5 mm para prótesis fijas adhesivas de disilicato de litio. Sin embargo, en este estudio también se consideró el grosor mínimo del material, el cual es de 0.8 mm.²⁸

En la presente investigación, tanto el cemento resinoso dual autoadhesivo como el convencional actuaron de la misma manera, y ello concuerda con lo mencionado por Wei Y. y col.²⁵ quienes, en su revisión sistemática sobre la tasa de fracaso y complicaciones de diferentes diseños de prótesis fija adhesiva en el sector anterior, mencionaron que es posible que el uso de diferentes cementos resinosos no influya en el riesgo de falla de la prótesis en la práctica clínica. Así mismo, en el estudio de Upadhyaya V. y col.²⁹ sobre la resistencia al cizallamiento de cementos resinosos convencionales, autograbantes y autoadhesivos, concluyeron que el cemento resinoso de grabado total es el más confiable y clínicamente más recomendado para conseguir una unión de larga duración entre una restauración de disilicato de litio y el diente. Por otro lado, los resultados de este estudio no concuerdan con la investigación de Penteadó M. y col.², quienes evaluaron cementos de diferentes módulos de elasticidad utilizando PFA de disilicato de litio y observaron una variación en la tensión compresiva, a diferencia de la presente investigación en donde los resultados fueron iguales. Estos datos pueden ser discrepantes debido al diseño del retenedor; ya que en el presente estudio el grosor fue mayor; por ello, ese factor también debería ser evaluado.

Las fuerzas que se aplicaron en este estudio fueron de 100N en una dirección horizontal a nivel de la cara palatina del canino y de 100N en dirección oblicua, en un ángulo de 45° a 2 mm del borde incisal del pónico, al igual que otros estudios de elemento finito que

evaluaron prótesis fijas adhesivas en el sector anterior, tales como el de Penteadó M. y col.² y el de Dal Piva A. y col.¹⁷ En esta investigación se aplicó una fuerza de mordida normal al igual que en el estudio de Toman M. y col.³⁰ y no se consideró una fuerza parafuncional debido a que Tezulas E. y col.¹³ reportaron que este tipo de prótesis está contraindicada en dichos casos.

Existe una gran controversia respecto al diseño de la prótesis fija adhesiva, ya que esta puede poseer uno o dos retenedores palatinos; sin embargo, según lo reportado en la literatura, la tasa de supervivencia es mayor en casos de estructuras con un retenedor.^{31,32} De igual manera, en el estudio de elementos finitos de Dal Piva y col.¹⁷ en donde evaluaron tres diferentes diseños de prótesis fija adhesiva, dos modelos con un retenedor palatino (uno a nivel del canino y otro a nivel del incisivo central) y un modelo con dos retenedores palatinos en el sector superior izquierdo, obteniendo como resultado que los valores de mayor tensión se encontraron en las estructuras que presentaban dos retenedores. La explicación de dicho acontecimiento se basa en los micromovimientos de cada pieza en boca; es decir, se debe al grado de movilidad fisiológica que presentan los dientes pilares durante su función al entrar en contacto con las piezas antagonistas;²⁵ por ello, en el caso de un puente cantiléver, el pónico se mueve hacia una misma dirección con el diente en el cual ha sido retenido, ya que solo tiene un pilar.¹² Así mismo Tezulas E. y col.¹³ y Chen. J. y col.³³ mencionaron que el canino es el mejor pilar para un puente cantiléver en ese sector, debido a que esta pieza tiene una raíz larga y soportaría adecuadamente las fuerzas laterales durante la masticación. Por tal motivo, en el presente estudio se tuvo en consideración todos los datos mencionados anteriormente y se seleccionó un puente cantiléver cementado en el diente canino para su evaluación.

A pesar de los beneficios otorgados por los estudios de diseño virtual, estos presentan limitaciones, siendo la principal la imposibilidad de simular una situación real en boca, ya que en este caso no se evalúan factores como la humedad, la temperatura o el pH, los cuales si podrían influir en un escenario clínico. Así mismo, la contracción de polimerización, el manejo del material adhesivo y la presencia de trastornos temporomandibulares son elementos que también influyen e incluso pueden modificar el pronóstico de estos tratamientos rehabilitadores a futuro.

El análisis de elemento finito es una herramienta útil para la evaluación del comportamiento mecánico de la prótesis fija adhesiva. Estas son consideradas tratamientos mínimamente invasivos, estéticos y económicos.³⁴ En función a los hallazgos de este estudio, se indica que el comportamiento mecánico de diferentes cementos resinosos duales, con un protocolo clínico diferente, se comportan de igual manera al recibir las fuerzas masticatorias. Sin embargo, se sugiere seguir esta línea de investigación considerando que los cementos, al encontrarse en un medio bucal, puede ser afectados por diversos factores como la saliva, los cuales no se consideraron en la presente investigación al ser de simulación virtual.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que el uso del cemento resinoso dual no influye en cuanto a la resistencia del puente cantiléver con un retenedor palatino, al encontrar igualdad entre la distribución de tensiones compresivas y desplazamiento de la prótesis al utilizar el cemento Relyx U200 como el Relyx ARC mediante el análisis de elemento finito. De igual manera, se recomienda a nuevos tesisistas evaluar en dinámica al puente cantiléver cementado en la

cara palatina del canino considerando las fuerzas laterales que reciben estas piezas, ya que el comportamiento mecánico podría variar; así mismo, se sugiere realizar un estudio in vitro utilizando los resultados del presente estudio, en donde se podría evaluar el comportamiento de los diferentes tipos de cementos resinosos duales; y también, realizar estudios de elemento finito basándose en el diseño utilizado en esta investigación, en donde el retenedor presente diferentes grosores.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Campbell SD, Cooper L, Craddock H, Hyde TP, Nattress B, Pavitt SH, et al. Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *J Prosthet Dent.* 2017;118(3):273-80.
2. Penteadó MM, Tribes JP, Jurema AL, Saavedra GS, Borges AL. Influence of resin cement rigidity on the stress distribution of resin-bonded fixed partial dentures. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2019;22(10):953-60.
3. Malchiodi L, Ricciardi G, Salandini A, Caricasulo R, Cucchi A, Ghensi P. Influence of crown-implant ratio on implant success rate of ultra-short dental implants: results of a 8- to 10-year retrospective study. *Clin Oral Investig.* 2020;24(9):3213-22.
4. Block MS. Dental Implants: The Last 100 Years. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018;76(1):11-26.
5. Korenori A, Koji K, Yuki T, Murata T, Sachiko TM, Shunsuke B. Cost-effectiveness of molar single-implant versus fixed dental prosthesis. *BMC Oral Health.* 2018;18(1):141.

6. Mine A, Fujisawa M, Miura S, Yumitate M, Ban S, Yamanaka A, et al. Critical review about two myths in fixed dental prostheses: Full-Coverage vs. Resin-Bonded, non-Cantilever vs. Cantilever. *Jpn Dent Sci Rev.*2021;57:33-8.
7. Balasubramaniam GR. Predictability of resin bonded bridges - a systematic review. *Br Dent J.* 2017;222(11):849-58.
8. Pjetursson BE, Tan WC, Tan K, Brägger U, Zwahlen M, Lang NP. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded bridges after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(2):131-41.
9. Gutmann JL. The Origin of the Maryland Bridge. *J Hist Dent.* 2019;67(2):110.
10. Alraheam IA, Ngoc CN, Wiesen CA, Donovan TE. Five-year success rate of resin-bonded fixed partial dentures: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(1):40-50.
11. Livaditis GJ. Cast metal resin-bonded retainers for posterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1980;101(6):926-9.
12. Thoma DS, Sailer I, Ioannidis A, Zwahlen M, Makarov N, Pjetursson BE. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded fixed dental prostheses after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(11):1421-32.
13. Tezulas E, Yildiz C, Evren B, Ozkan Y. Clinical procedures, designs, and survival rates of all-ceramic resin-bonded fixed dental prostheses in the anterior region: A systematic review. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(4):307-18.
14. Lam WYH, Chan RST, Li KY, Tang KT, Lui TT, Botelho MG. Ten-year clinical evaluation of posterior fixed-movable resin-bonded fixed partial dentures. *J Dent.* 2019;86:118-25.

15. Perea-Lowery L, Vallittu PK. Framework design and pontics of fiber-reinforced composite fixed dental prostheses - An overview. *J Prosthodont Res.* 2018;62(3):281-6.
16. Tribst JP, Dal Piva AM, De Melo RM, Borges AL, Bottino MA, Özcan M. Short communication: Influence of restorative material and cement on the stress distribution of posterior resin-bonded fixed dental prostheses: 3D finite element analysis. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019;96:279-84.
17. Dal Piva AM, Tribst JP, Saavedra GS, Souza RO, de Melo RM, Borges AL, et al. Short communication: Influence of retainer configuration and loading direction on the stress distribution of lithium disilicate resin-bonded fixed dental prostheses: 3D finite element analysis. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2019; 100:103389.
18. Choi AH, Conway RC, Ben-Nissan B. Finite-element modeling and analysis in nanomedicine and dentistry. *Nanomedicine (Lond).* 2014;9(11):1681-95.
19. Shetty P, Hegde AM, Rai K. Finite element method--an effective research tool for dentistry. *J Clin Pediatr Dent.* 2010;34(3):281-5.
20. Becker M, Chaar MS, Garling A, Kern M. Fifteen-year outcome of posterior all-ceramic inlay-retained fixed dental prostheses. *J Dent.* 2019;89:103174.
21. Vargas KE, López AI. Distribución de la tensión compresiva en segundas premolares superiores en coronas individuales mediante el análisis de elementos finitos. *Rev. Cient. Odontol.* 2017;5(1):651-9.
22. Dal Piva AM, Tribst JP, Souza RO, Borges AL. Influence of Alveolar Bone Loss and Cement Layer Thickness on the Biomechanical Behavior of Endodontically Treated Maxillary Incisors: A 3-dimensional Finite Element Analysis. *J Endod.* 2017;43(5):791-5.

23. Moga R, Cosgarea R, Marius S, Gruia C. Finite element analysis of the dental pulp under orthodontic forces. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2019;155(4):543-51.
24. Uraba A, Nemoto R, Nozaki K, Inagaki T, Omori S, Miura H. Biomechanical behavior of adhesive cement layer and periodontal tissues on the restored teeth with zirconia RBFDPs using three-kinds of framework design: 3D FEA study. *J Prosthodont Res.* 2018;62(2):227-33.
25. Wei YR, Wang XD, Zhang Q, Li XX, Blatz MB, Jian YT, et al. Clinical performance of anterior resin-bonded fixed dental prostheses with different framework designs: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2016;47:1-7.
26. Keulemans F, Shinya A, Lassila LV, Vallittu PK, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ, et al. Three-dimensional finite element analysis of anterior two-unit cantilever resin-bonded fixed dental prostheses. *ScientificWorldJournal.* 2015;2015:864389.
27. Affur M, Gili M, Bessone G. Análisis del espesor de los tejidos duros en la dentición permanente humana. *Odontol. Sanmarquina* 2020; 23(4): 401-8.
28. Mallat E. Desgastes en dientes anteriores. Análisis y protocolo de tratamiento. *SEPES.* 2019;21(1):20-39.
29. Upadhyaya V, Arora A, Singhal J, Kapur S, Sehgal M. Comparative analysis of shear bond strength of lithium disilicate samples cemented using different resin cement systems: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2019;19(3):240-7.
30. Toman M, Toksavul S, Sabancı S, Kıran B, Dikici S, Sarıkanat M, Oflaz H. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution of two-retainer and single-retainer all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures. *Quintessence Int.* 2015;46(8):691-6.

31. Klink A, Hüttig F. Zirconia-Based Anterior Resin-Bonded Single-Retainer Cantilever Fixed Dental Prostheses: A 15- to 61-Month Follow-Up. *Int J Prosthodont.* 2016;29(3):284-6.
32. Mourshed B, Samran A, Alfagih A, Samran A, Abdulrab S, Kern M. Anterior Cantilever Resin-Bonded Fixed Dental Prostheses: A Review of the Literature. *J Prosthodont.* 2018;27(3):266-75.
33. Chen J, Cai H, Ren X, Suo L, Pei X, Wan Q. A Systematic Review of the Survival and Complication Rates of All-Ceramic Resin-Bonded Fixed Dental Prostheses. *J Prosthodont.* 2018;27(6):535-43.
34. Ahmed KE, Li KY, Murray CA. Longevity of fiber-reinforced composite fixed partial dentures (FRC FPD)-Systematic review. *J Dent.* 2017;61:1-11.

VII. ANEXO

Tabla 1. Propiedades mecánicas de los materiales utilizados en el estudio

MATERIAL	Módulo de elasticidad (MPa)	Coefficiente de Poisson
Esmalte	84100	0,33
Dentina	18600	0,32
Pulpa	2.1	0.45
Cemento Relyx U200	6600	0,33
Cemento Relyx ARC	5100	0,27
Disilicato de litio	95000	0.25

Tabla 2. Resultados de la distribución de la tensión compresiva (MPa) en prótesis cementada con Relyx U200.

	Fuerzas Oblicuas	Fuerzas Horizontales	
	Valor Máximo	Valor Máximo	Valor Mínimo
Puente cantiléver	660.891	16.6	4.22e-06

Valor máximo (mayor fuerza de tensión compresiva)

Tabla 3. Resultados de la distribución de la tensión compresiva (MPa) en prótesis cementada con Relyx ARC.

	Fuerzas Oblicuas		Fuerzas Horizontales
	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Máximo
Puente cantiléver	660.891	16.6	4.22e-06

Valor máximo (mayor fuerza de tensión compresiva)

Tabla 4. Comparación del desplazamiento del puente cantiléver cementado con Relyx U200 (Modelo A) y Relyx ARC (Modelo B).

	Fuerzas Oblicuas		Fuerzas Horizontales	
	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Mínimo
Modelo A	0.014 mm	1e-030 mm	0.00066 mm	1e-030 mm
Modelo B	0.014 mm	1e-030 mm	0.00066 mm	1e-030 mm

Figura 1. Resultados de la distribución de tensiones compresivas en prótesis cementada con Relyx U200 ante la aplicación de fuerzas oblicuas de 100N.

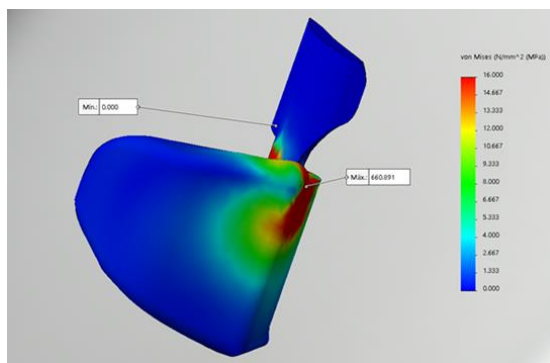


Figura 2. Resultados de la distribución de tensiones compresivas en prótesis cementada con Relyx U200 ante la aplicación de fuerzas horizontales de 100N.

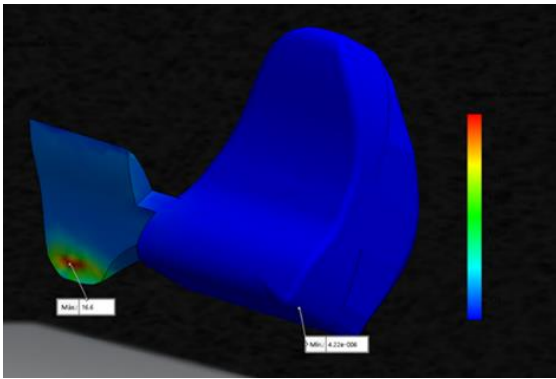


Figura 3. Resultados de la distribución de tensiones compresivas en prótesis cementada con Relyx ARC ante la aplicación de fuerzas oblicuas de 100N.

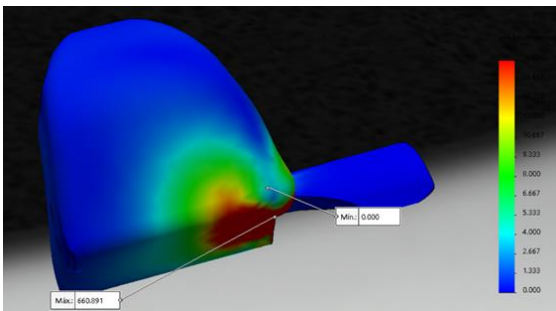


Figura 4. Resultados de la distribución de tensiones compresivas en prótesis cementada con Relyx ARC ante la aplicación de fuerzas horizontales de 100N..

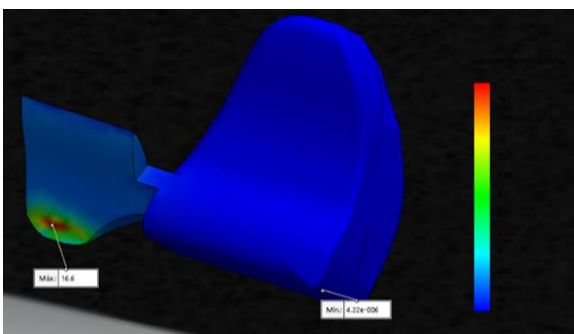


Figura 5. Resultados del desplazamiento del puente cantiléver cementado con Relyx U200 después de la aplicación de fuerzas.

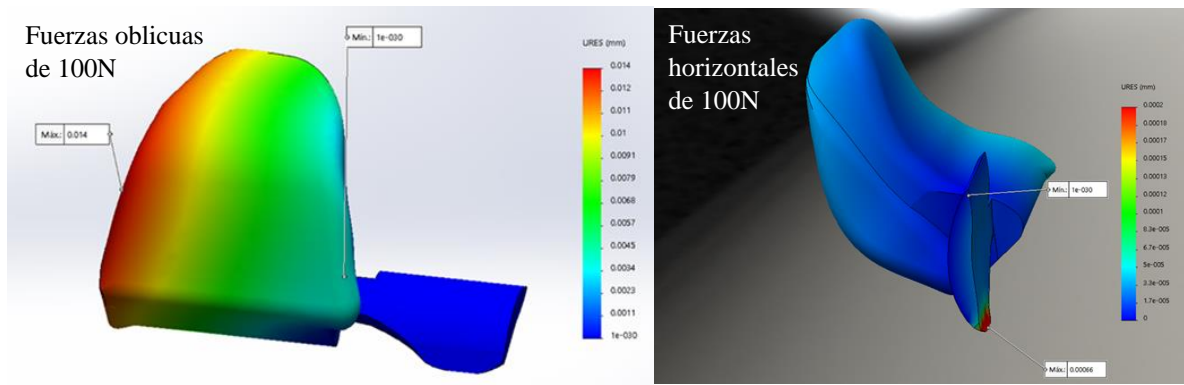
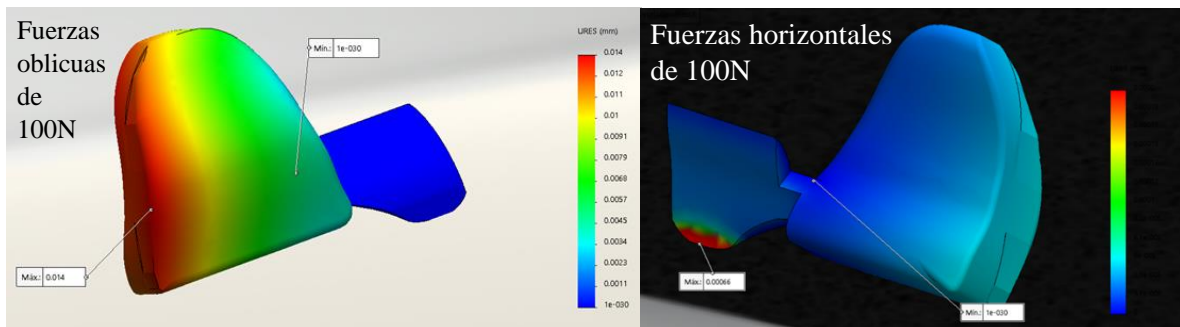


Figura 6. Resultados del desplazamiento del puente cantiléver cementado con Relyx ARC después de la aplicación de fuerzas.



----- Forwarded message -----

De: **Hrvoje Brkić via HRČAK OJS : Open access journals system**

<hrcak@srce.hr>

Date: mar, 19 abr 2022 a las 19:16

Subject: [ASCRO] Submission Acknowledgement

To: Martin Chavez Mendez

<dr.martin.chavez.mendez@gmail.com>

Martin Chavez Mendez:

Thank you for submitting the manuscript, "Dual cements in tensions of cantiléver Finite element analysis" " to Acta stomatologica Croatica. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission URL: <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/acta-stomatol-croat/authorDashboard/submission/21832>

Username: mchavezme

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Hrvoje Brkić

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA N° 342-CIEI-CIENTÍFICA-2021

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de Investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido aprobado por el CIEI-CIENTÍFICA.

Código de registro: 521-2021-PRE8
 Título: Comparación de dos tipos de cementos resinosos duales en la distribución de tensiones compresivas en puente cantiléver: análisis de elemento finito
 Investigador(a): Danna Darley Martínez Aparcana

La aprobación del proyecto de Investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de Investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano (accesos, medidas de bioseguridad, etc.) y tener los permisos de las Instituciones en las que realizará el estudio antes de ejecutarlo.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de Investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (hasta el 22 de marzo del 2023), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 23 de setiembre de 2021




Mg. Paiton Paul Rivera Albinagorta
 Presidente
 Comité Institucional de Ética en Investigación

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS
Y NOMBRAMIENTO DEL ASESOR****RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE LA CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA
N° 068-DACE-DAFCS-U. CIENTIFICA-2021**

Lima, 12 de octubre del 2021

VISTO:

El informe técnico del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur con código N° 521-2021-PRES, se aprueba el proyecto de Tesis Títulado: "COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES COMPRESIVAS EN PUENTE CANTILÉVER: ANALISIS DE ELEMENTO FINITO" presentado por **DANNA DARLEY MARTINEZ APARCANA**.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pre/posgrado para obtener el Título de CIRUJANO DENTISTA en la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo con la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

ART. 1°: APROBAR E INSCRIBIR el Proyecto de Tesis titulado: "COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE CEMENTOS RESINOSOS DUALES EN LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES COMPRESIVAS EN PUENTE CANTILEVER: ANALISIS DE ELEMENTO FINITO" de **DANNA DARLEY MARTINEZ APARCANA** con registro: N° 521-2021-PRES y establecer el inicio de periodo de ejecución del mencionado proyecto, 23 de setiembre del 2021.

ART. 2°: NOMBRAR Asesor/a del trabajo de tesis señalado, a al/la Mg. Esp. Martín Andrés Chávez Méndez.

Regístrese, comuníquese y archívese.


Dr. Claudio Peña Soto
Director Académico de la Carrera de Estomatología

