



Fecha de presentación: abril, 2023 Fecha de aceptación: junio, 2023 Fecha de publicación: agosto, 2023

## Procesamiento de imágenes en radiografías dentales para la identificación de periodontitis localizada en incisivos inferiores

Image processing in dental radiographs for the identification of periodontitis located in lower incisors

4

M.C. Salvador M. Malagón-Soldara<sup>1</sup>  
salvador.malagon@itcelaya.edu.mx

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-2486-0892>

Dra. C. Ma. del Carmen Cornejo-Serrano<sup>2</sup>  
carmen.cornejo@itcelaya.edu.mx

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-7940-6710>

Dra. C. Eloisa B. Villalobos-Oliver<sup>3</sup>  
eloisa.villalobos@itcelaya.edu.mx

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-1160-7436>

IMEC. Jennifer M. Patino-Ortiz<sup>4</sup>  
15030815@itcelaya.edu.mx

**ORCID:** <http://orcid.org/0009-0002-9704-9603>

Dr. Luis Daniel Peña-Avila<sup>5</sup>  
luisdpa95@gmail.com

**ORCID:** <http://orcid.org/0009-0008-1944-5516>

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Malagon Soldara, S. M., Cornejo-Serrano, M.C., Villalobos-Oliver, E. B., Patino-Ortiz, J. M. y Peña-Avila. L. D. (2023). Procesamiento de imágenes en radiografías dentales para la identificación de periodontitis localizada en incisivos inferiores. *Revista Mapa*, 4(32), 40 –57.

<http://revistamapa.org/index.php/es>

1 Instituto Tecnológico de Celaya/Tecnm. Departamento de Ingeniería en Mecatrónica, México

2 Instituto Tecnológico de Celaya/Tecnm. Departamento de Ciencias Básicas, México

3 Instituto Tecnológico de Celaya/Tecnm. Departamento de Ciencias Básicas, México

4 Instituto Tecnológico de Celaya/Tecnm. Departamento de Ingeniería en Mecatrónica, México

5 Facultad de Estomatología de La Habana, Cuba



## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es mostrar las técnicas de procesamiento de imágenes en radiografías dentales, para la identificación de la periodontitis. La programación está basada en el lenguaje Python, junto al procesamiento se utilizan las librerías de OpenCV; las radiografías que se analizan pasan por un preprocesamiento en el cual se le agregan filtros para preparar la imagen, después pasa por múltiples transformaciones morfológicas para tener una visión independiente del diente y las crestas alveolares. Posteriormente, se hacen las mediciones correspondientes de la pérdida ósea, si este se encuentra en un 30% por debajo de la cresta alveolar indica que es periodontitis localizada. La población de estudio estuvo conformada por una totalidad de 35 imágenes radiografías de dos diferentes consultorios, en el año 2022, las radiografías son del tipo panorámica para la observación de los detalles de la estructura. Se concluye el estudio afirmando que el comportamiento del programa realizado fue el esperado ya que relaciona las longitudes desde la raíz con respecto a la disminución de la cresta alveolar en un porcentaje de reducción, los resultados alcanzados con la aplicación del programa son fiables para dar un diagnóstico y se pueden tomar como completo al examen periodontal como forma de monitoreo de la velocidad de pérdida ósea alveolar.

**Palabras clave:** periodontitis, python, procesamiento de imágenes

## ABSTRACT

The objective of this work is to show the image processing techniques in dental radiographs, for the identification of periodontitis. The programming is based on the Python language, along with the processing, the OpenCV libraries are used; the radiographs that are analyzed go through a pre-processing in which filters are added to prepare the image, it then goes through multiple morphological transformations to gain an independent view of the tooth and alveolar ridges. it then goes through multiple morphological transformations to gain an independent view of the tooth and alveolar ridges. Subsequently, the corresponding measurements of bone loss are made, if this is 30% below the alveolar crest, it indicates that it is localized periodontitis. The study population consisted of a total of 35 x-ray images from two different offices, in the year 2022. the radiographs are of the panoramic type for the observation of the details of the structure. The study is concluded by stating that the behavior of the program carried out was as expected since it relates the lengths from the root with respect to the decrease in the alveolar crest in a reduction percentage, the results achieved with the application of the program are reliable to give a diagnosis and they can be taken as complete to the periodontal examination as a way of monitoring the rate of alveolar bone loss.

**Keywords:** periodontitis, python, image processing

## INTRODUCCIÓN

Debido a que la enfermedad periodontal destructiva tiende a manifestarse con mayor frecuencia en el inicio de la mediana edad y es más avanzada en individuos mayores, se ha considerado como parte del proceso de envejecimiento; pero no lo es, así lo plantean en la 6ta edición del libro Periodoncia (Eley, B. M., Soory, M. y Manson, J. D., 2012, p.33). Por otra parte, para los autores Benza y Pareja (2017), de la Universidad de San Martín de Porres en el Perú, los factores de riesgo identificados para las enfermedades periodontales son similares para la periodontitis crónica y para la periodontitis agresiva, los cuales son: factores inmunológicos del hospedero, etnicidad, factores microbiológicos, hábitos de higiene oral, edad, género, frecuencia de visitas al dentista, factores demográficos, hábitos de tabaquismo y factores psicológicos. El tratamiento en pacientes con periodontitis se realiza mediante terapia mecánica sola o combinada con antibióticos y procedimientos quirúrgicos. La información dada en el artículo de los investigadores colombianos de la Universidad de Antioquia (Ardila, M, Guzmán, C. y Grisales H. 2012), muestra que los factores relacionados a la posición de los dientes influyen en los resultados del tratamiento de la periodontitis y se requiere de tener un diagnóstico temprano para evitar la pérdida dental.

La manera en la que se trabaja el procesamiento de imágenes difiere según sea el caso, las imágenes radiográficas no son la excepción, donde el paso más importante antes de iniciar todo el proceso se encuentra en el tratado de la imagen para que la computadora entienda de mejor manera la zona a analizar; dentro de la investigación de Escamilla (1997, p.43), afirma que los métodos para digitalizar radiografías son extensión de contraste, selección de un rango de niveles de gris, uniformización de histograma, y filtros de alisamiento y agudizamiento siendo el filtro de uniformización de histograma el mejor para las imágenes en ese trabajo. Además en el proyecto de la Universidad japonesa Tohoku, los investigadores Hirahara, D., Yuda, E., Takahara, T. y Kobayashi, Y. (2019), encontraron que se utilizan diferentes metodologías de procesamiento de imágenes como filtro promedio, filtro gaussiano, filtro mediano, filtro de Sobel y un filtro Laplaciano para obtener diferentes valores cuantitativos adaptativos para el contorno. Los resultados del filtro Laplaciano como detección de borde fueron favorables, aunque las características del contorno resultantes indican que es la técnica recomendada para radiografías médicas, pero no garantizan los mismos resultados para radiografías dentales ya que la iluminación y la posición de la

42

Salvador M. Malagón-Soldara  
Ma. del Carmen Cornejo-Serrano  
Eloisa B. Villalobos-Oliver  
Jennifer M. Patino-Ortiz  
Luis Daniel Peña-Avila

radiografía varían los resultados de cada filtro, por lo que lo descrito en el artículo será tomado en cuenta para utilizar los métodos para los bordes.

Como parte de las técnicas del filtrado de las imágenes para mejorar la calidad de radiografías médicas, se tiene el estudio de investigadores de la Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Novi Sad, Serbia (Ostojic, V., Starcevic, D. y Petrovic, V., 2016), el cual brinda una metodología de procesamiento de imágenes para radiografías haciendo un filtrado rápido que permita que las imágenes se analicen de mejor manera.

El algoritmo de predicción de la pirámide Laplaciana demuestra que el enfoque piramidal del Laplaciano produce menos artefactos después del mapeo de coeficientes no lineales. La propuesta menciona que el primer plano y el fondo se pueden excluir del algoritmo de procesamiento de imágenes, ya que su mejora no contribuirá a la calidad general del diagnóstico de la imagen teniendo sólo los valores exactos de la parte aislada. Sin embargo, el autor indica que los valores de la predicción dependen del umbral con el que se trabaje. Uno de los métodos no tan conocidos para procesamiento de imágenes para radiografías dentales, es acerca de la teoría del registro de curvatura, en el trabajo de investigación de la Universidad de Hong Kong (Leung, C., Yiu, K., Zee, K. y Tsu, W., 2005), se expone que el registro de imágenes es uno de los requisitos previos para las radiografías es la sustracción digital para obtener una imagen restada precisa. Este método es completamente automático y preciso sin utilizar la selección manual de puntos de referencia. La clave de la coincidencia de imágenes en este método se minimiza en una medida de distancia adecuada sujeta a una restricción basada en la curvatura, y el cálculo del desplazamiento depende de la intensidad de los pares de imágenes. Sin embargo, las desalineaciones y los desajustes de flexión surgen fácilmente en la alineación de la imagen, lo que afectará la precisión de la imagen restada y el diagnóstico.

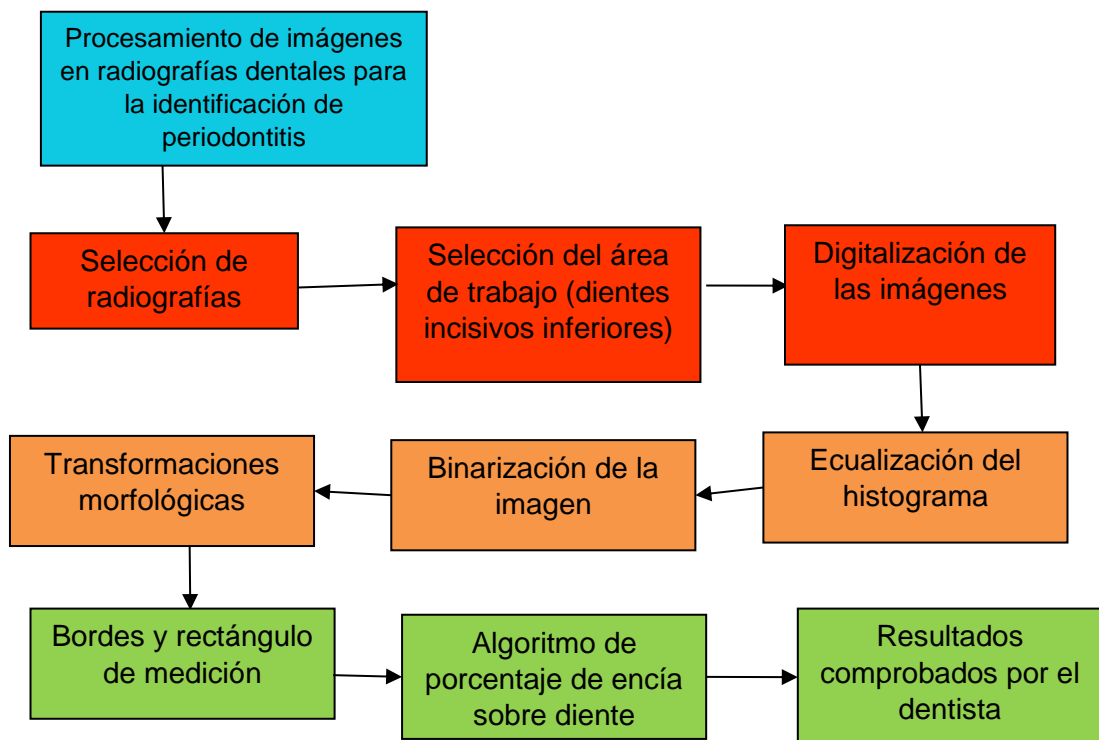
El proyecto que se describe en este artículo analiza diferentes ortopantomografías por medio del procesamiento de imágenes, utilizando las librerías del lenguaje de programación Python como Numpy y OpenCV. Con esto se busca procesar una imagen con el objetivo de obtener una dimensión del diente y una del espacio de la corona del diente hasta la cresta alveolar, permitiendo hacer una resta comparativa de resultados numéricos de un paciente sano con respecto a alguien que padezca la enfermedad. A continuación, se determina el porcentaje de retracción gingival gracias a los cálculos de longitud que hará el programa con respecto a la pérdida ósea obtenida, finalizando con una comparación de detección de periodontitis tradicional y con los resultados

visuales obtenidos por el procesamiento de imágenes, dando como resultado un apoyo de identificación de periodontitis para los especialistas periodontales.

## MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto, se hace necesario conocer acerca del padecimiento, en aras de planificar la metodología correcta a seguir. Para la investigación del problema se empleó el método descriptivo para entender el problema de la periodontitis. En la figura 1 se observa de manera gráfica los pasos que se siguieron.

Figura 1. Diagrama de flujo



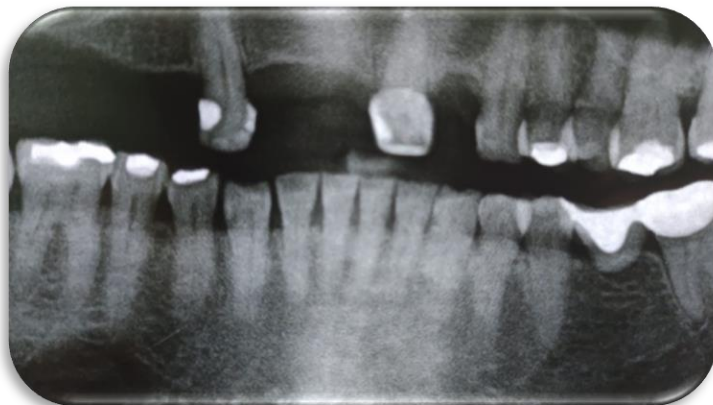
Nota La figura muestra el diagrama de flujo de la metodología del procesamiento de imágenes, extraída de la investigación.

Basándose en el diagrama de flujo mostrado en la figura 1, se observa que está dividido en sectores, en los recuadros en rojo se muestran los pasos iniciales del proyecto en los que se describe lo siguiente: se recolectaron 35 radiografías de dos diferentes consultorios, después se hizo una segmentación de ellas

teniendo en cuenta iluminación, claridad de visualización de la raíz de los incisivos y la saturación de las sombras, de forma que se hizo una clasificación de las imágenes para seleccionar las radiografías aptas para el procesamiento de imágenes. Las radiografías son del tipo panorámicas, también llamadas ortopantomografías, las cuales permiten observar todos los detalles de la estructura, es decir la digitalización de las imágenes.

Dentro de la radiografía se seleccionó el área donde se ubican los incisivos inferiores dado que es en donde se visualiza comúnmente la periodontitis. Las radiografías se encuentran de manera física por lo que se tienen que digitalizar. Para lograr este objetivo se tomaron fotografías de las radiografías a contraluz, creando un tipo de negatoscopio. Cada una de las digitalizaciones se sometió a un proceso de selección teniendo como referencia la iluminación, las raíces de los incisivos y la sombra de la encía, en la figura 2 se muestra la radiografía digitalizada.

Figura 2. Radiografía digitalizada



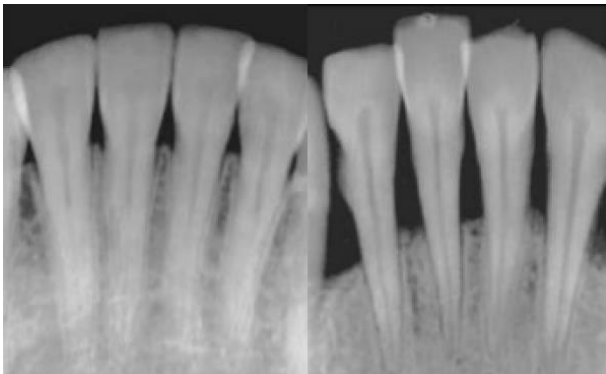
Nota. La figura muestra la ortopantomografía digitalizada, extraída de la investigación.

Siguiendo con el proceso mostrado en el diagrama de flujo de la figura 1, en el sector naranja es donde se explica el desarrollo de la programación del procesamiento de imágenes.

Una vez que se tiene la imagen del conjunto de dientes a analizar, se inició el procesamiento de imágenes con los filtros de tratado de imagen. Este procedimiento permite que la computadora resalte el área de trabajo, como es la

imagen de los dientes hasta la raíz y también la forma del hueso alveolar, para conseguir ese contraste en las imágenes primero se agranda la fotografía, con un ancho de 300 píxeles, después se agregó un contraste con los parámetros de  $\alpha=1$ , matriz 0,  $\beta=0$  y  $\gamma=9$ . Ahora para asegurar que la imagen tenga todos sus píxeles en escala de grises con una función de color cambiamos el parámetro de lectura a grises. En la figura 3 se observa la imagen procesada con los filtros recientes.

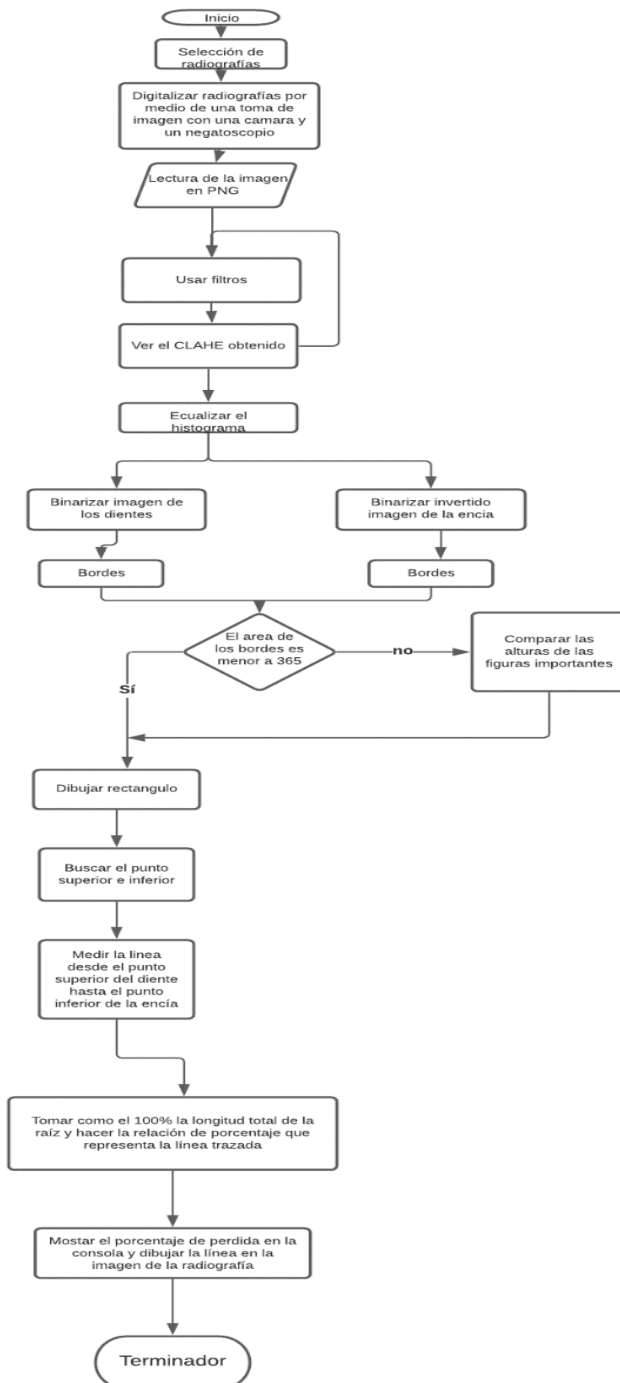
Figura 3. Imagen procesada con los filtros recientes.



Nota. La figura muestra las imágenes finales con el filtro de contraste, extraída de la investigación.

En la figura 4 se muestra el diagrama de flujo de la lógica de programación usada a lo largo del proyecto, incluso se describe el proceso de digitalización de las radiografías para poder obtener la imagen a realizar.

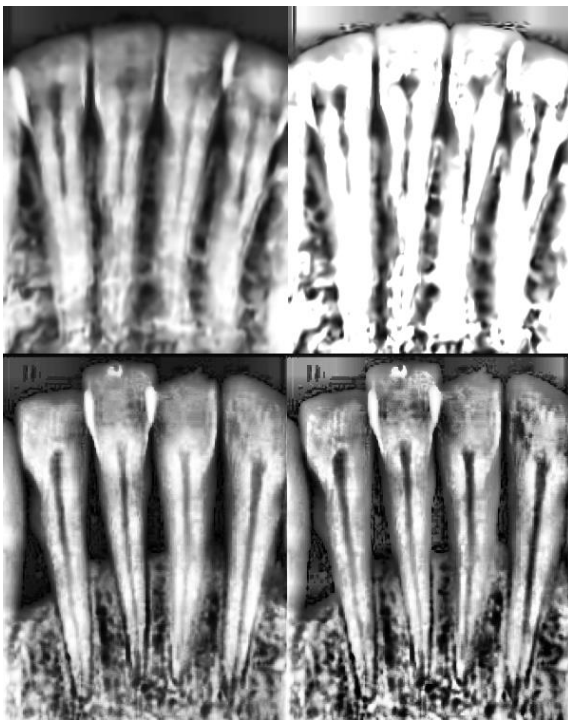
Figura 4. Diagrama de flujo del procesamiento de imágenes.



Nota. La figura muestra el diagrama de flujo del algoritmo de procesamiento de imágenes en radiografías dentales, extraída de la investigación.

El normalizado en el histograma de imagen es un proceso por el que se normaliza la imagen de tal forma que el valor de gris más pequeño es llevado a 0 y el máximo valor a 255. Dentro de la librería de OpenCV existe una herramienta de normalizado donde los valores de  $\alpha = 0$  y  $\beta = 255$ . Como se muestra en la figura 3, las raíces no se definen bien debido a la alta luminosidad de esa área, y también a la porosidad del hueso alveolar; dichas características hacen que los valores de los píxeles en grises estén dispersos. Para resolver esta dispersión se ecualiza el histograma que empareja los píxeles con la función de ecualización de OpenCV. Se crean 2 diferentes imágenes con el algoritmo de CLAHE ya que puede suprimir eficazmente la amplificación de ruido, y al acelerar el funcionamiento con el algoritmo de interpolación, se define una imagen para los dientes con un límite de clip de 6 y un tamaño de matriz de 9x9. Además, para las encías un límite de clip de 2 y un tamaño de matriz de 8x8. En la figura 5 se observa el resultado final para las imágenes de los dientes sanos y los dientes con periodontitis.

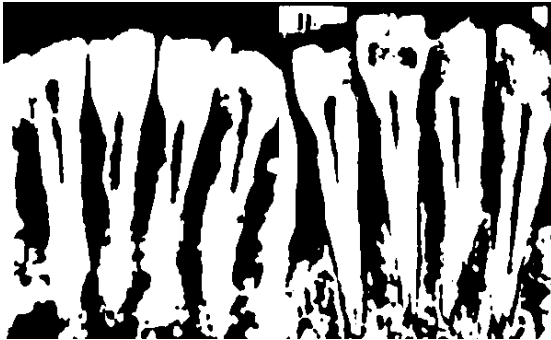
Figura 5. Resultados del CLAHE.



Nota. La figura muestra el resultado final del CLAHE para las radiografías, extraída de la investigación.

La binarización de las imágenes, es el proceso de hacer en blanco y negro la imagen tratada con los filtros, de esta forma se pueden aislar las formas de los dientes y de la encía para trabajarlos de forma independiente. De la librería de OpenCV, se importó el módulo cv2 el cual permite modificar el umbral de las imágenes, primero se aplicó un threshold del tipo truncado con un valor del umbral de 255, después se aplicó un suavizado del tipo Gaussiano para mejorar la calidad de la imagen truncada para finalizar con la función del umbral del tipo OTSU. Este tipo de función de binarización es muy útil para acomodar los píxeles en blanco y negro cuando la imagen procesada tiene mucha estática, es decir, que dentro de las zonas oscuras se encuentran manchas más claras. En la figura 6 se observa la binarización de las imágenes mostradas en la figura 5.

Figura 6. Binarización de los dientes



Nota. La figura muestra la binarización de los dientes de cada radiografía, extraída de la investigación.

También se hizo una binarización a la imagen de la encía, y como se puede ver la región de la cresta del hueso alveolar es negra, por tanto, con la función de binarización invertida, el valor máximo del umbral se cambia, lo que ocasionó que los píxeles blancos (255) ahora sean de color negro con un valor 0. Esto da como resultado la figura 7, donde se muestra la binarización del espacio entre la corona y la cresta alveolar de las imágenes de la figura 5.

Figura 7. binarización del espacio entre la corona y la cresta alveolar



Nota. La figura muestra la binarización para obtener la altura de la cresta alveolar, extraída de la investigación.

El siguiente paso es realizar las transformaciones morfológicas, esto permite limpiar el ruido de la imagen, logrando una figura en blanco totalmente lisa para que la binarización quede completa y trabajar sobre ella. En la figura 8 se muestra el resultado después de aplicar las transformaciones correspondientes los cuales fueron: apertura (para quitar todo el ruido de color blanco), cierre (ideal para eliminar ruido de color negro), erosión (disminuye el grosor de la región blanca) y dilatación (aumenta el grosor de la región blanca).

Figura 8. Resultado de las transformaciones morfológicas para dientes.



Nota. La figura muestra el resultado de las transformaciones morfológicas aplicadas en los dientes, extraída de la investigación.

Sin embargo, hay espacios blancos que no se pueden eliminar tan fácilmente con las transformaciones ya que si se siguen aplicando las transformaciones, también se deforma la figura de los dientes recortando la altura y el ancho. En radiografías es común que aún después de todo el procesamiento de imágenes aplicado, siguen quedando varios espacios blancos. También se hace el mismo proceso, pero con la figura 7 resultando la figura 9.

Figura 9. Resultado de las transformaciones morfológicas para encías.



Nota. La figura muestra el resultado de las transformaciones morfológicas aplicadas en las encías, extraída de la investigación.

Se hizo una detección de bordes con la función Canny donde se quedan guardados en una memoria con el comando de “findcontours”, pero esta función almacena todos los datos incluyendo el ruido, por ende, se tiene que limitar el tamaño de área del contorno y su altura, para después dibujarse en la imagen con “drawcontours”. OpenCV permite dibujar figuras en las imágenes con una función, para dibujar rectángulos, solo se tienen que especificar las coordenadas, las cuales se calculan a través del contorno, y se guardan las variables en “x”, “y”, “w” y “h” en una memoria, donde “x” y “y” son las coordenadas y “w” y “h” son la magnitud del ancho y alto del rectángulo dibujado, consiguiendo un rectángulo para cada contorno, como se observa en la figura 10.

Figura 10. Rectángulos de medición en OpenCV.



Nota. La figura muestra el Rectángulos de medición en OpenCV, extraída de la investigación.

Gracias a este rectángulo se consiguen las coordenadas de posición por cada cresta en el sistema de referencia con respecto de los dientes, los puntos importantes para el análisis son la arista superior izquierda del rectángulo rojo y la arista inferior derecha, que para este caso sólo se tomaron los 3 rectángulos en medio.

Los investigadores Eley, B., Soory, M. y Manson, J. (2012) indican que los parámetros para determinar la periodontitis localizada, son los siguientes:

- Precoz (leve) pérdida de hueso de 1-2 mm y PIC.
- Moderada: menos del 50% de pérdida ósea/3-4 mm PIC.
- Avanzada (grave):  $\geq 50\%$  de pérdida ósea/  $\geq 5$  mm PIC.

Donde PIC significa pérdida de inserción clínica. Con estas indicaciones se plantea la ecuación (1) para calcular la longitud de una línea entre dos puntos dada por los rectángulos de medición.

$$d = \sqrt{(Px2 - Px1)^2 + (Py2 - Py1)^2} \quad (1)$$

Pero la línea al ser vertical los punto Px2 y Px1 tienen el mismo valor, por ende, las únicas variables son los puntos en el eje coordinado de y. Como resultado queda la ecuación (2).

$$d = Pye2 - Pyd1 \quad (2)$$

d: longitud de la línea.

Pye2: coordenada "y" de la arista inferior izquierda de la encía.

Pyd1: coordenada “y” de la arista superior derecha de los dientes.

De igual manera se aplica la ecuación (2) para determinar la longitud total de la raíz, después se plantea que esa longitud es el 100% y por medio de una proporción directa, las distancias calculadas para la pérdida ósea se relacionan con la distancia de la raíz como se ve en la tabla 1.

Tabla 1. Distancias en pixeles de la pérdida ósea

<b>Diente</b>	<b>Distancia en pixeles de la raíz a la cresta alveolar de un diente sano</b>	<b>Distancia en pixeles de la raíz a la cresta alveolar de un diente enfermo</b>
Incisivo inferior lateral derecho	63	127
Incisivo inferior central derecho	88	124
Incisivo inferior central izquierdo	79	128
Incisivo inferior lateral izquierdo	84	153

Nota. La tabla muestra las distancias en pixeles de la pérdida ósea, datos extraídos de la investigación.

Las mediciones para la periodontitis se hacen diente por diente ya que determinan que la periodontitis localizada sucede cuando se presenta un 30% de dientes con periodontitis dentro de un espacio de estudio de 3 a 5 dientes.

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra los porcentajes de las mediciones para la periodontitis que se hace diente por diente en las radiografías analizadas. Los autores de la Universidad Complutense de Madrid (Escudero, N., Perea, M. y Bascones, A., 2008), determinaron que la periodontitis localizada sucede cuando se presenta un 30% de dientes con periodontitis dentro de un espacio de estudio de 3 a 5 dientes.

Tabla 2. Valores de pérdida ósea para radiografías diferentes.

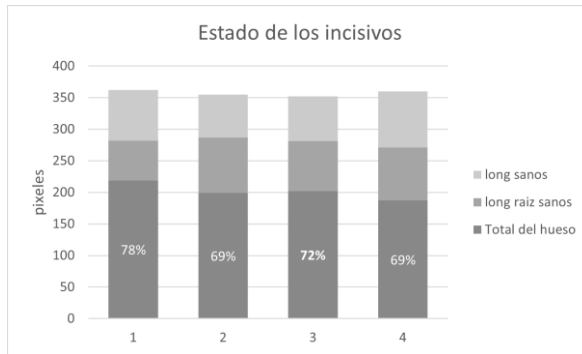
Posición del diente	Porcentaje para paciente de 31 años	Posición del diente	Porcentaje para paciente de 52 años
Incisivo inferior lateral derecho	22.34 %	Incisivo inferior lateral derecho	48.66 %
Incisivo inferior central derecho	30.66 %	Incisivo inferior central derecho	50.41 %
Incisivo inferior central izquierdo	28.11 %	Incisivo inferior central izquierdo	53.11 %
Incisivo inferior lateral izquierdo	31.0 %	Incisivo inferior lateral izquierdo	61.69 %

Nota. La tabla muestra los valores de pérdida ósea para radiografías diferentes, datos extraídos de la investigación.

Analizando las referencias, se puede determinar que el sujeto de la primera radiografía tiene tendencia a periodontitis localizada en comparación con el sujeto de la segunda radiografía, el cual cuenta con periodontitis agresiva localizada.

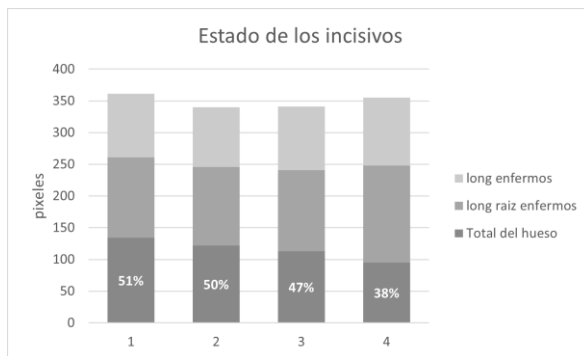
Estos resultados se pueden visualizar de mejor manera en la figura 11, donde se muestra el resultado del estado de los incisivos en un paciente sano. Mientras que la figura 12 sirve para mostrar el estado de los incisivos con periodontitis, luego se hace una comparación de las longitudes medidas desde la corona, la longitud medida desde la encía libre y la longitud del hueso alveolar.

Figura 11. Gráfica del porcentaje de hueso alveolar en dientes sin periodontitis.



Nota. La figura muestra el porcentaje de hueso alveolar en dientes sin periodontitis, datos extraídos de la investigación. Elaboración propia 2022.

Figura 12. Gráfica del porcentaje de hueso alveolar en dientes con periodontitis.



Nota. La figura muestra el porcentaje de hueso alveolar en dientes con periodontitis, datos, extraídos de la investigación. Elaboración propia 2022.

## DISCUSIÓN

Como se observa en la tabla 1, respecto a la forma en la que se llevó a cabo el diagnóstico de la periodontitis, los resultados estimados fueron los esperados, sin embargo, es necesario discutir algunos aspectos de gran importancia respecto a los parámetros estimados, relacionados con el desafío experimental utilizado en este estudio.

En primer lugar, la calidad de la digitalización de las radiografías y el algoritmo de preprocesamiento de imágenes fueron aplicados en radiografías del tipo digital, ya que, al digitalizar las radiografías físicas, debido a su forma de revelado, presentan muchas zonas iluminadas que complican el análisis de procesamiento de imágenes en estas fotografías, por lo que se decidió usar radiografías digitalizadas.

De esta forma, para los cálculos de las longitudes se tendría una sobreestimación de la precisión de los porcentajes calculados en comparación con los resultados de un examen periodontal. Incluso las radiografías digitales siguen presentando ruido de iluminación, pero se debe a que las radiografías de la zona bucal presentan este tipo de características ya que las estructuras que son densas (como las obturaciones de plata o restauraciones metálicas) bloquearán la mayor parte de la energía lumínica de los rayos X con lo que aparecerán de color blanco en la película revelada. Las estructuras que contienen aire aparecerán de color negro, y los dientes, tejido y líquidos aparecerán como sombras de color gris.

## CONCLUSIONES

El comportamiento del programa realizado fue el esperado ya que relaciona las longitudes desde la raíz con respecto a la disminución de la cresta alveolar en un porcentaje de reducción, de acuerdo con el estomatólogo Everardo Arellano Gutiérrez, los resultados arrojados por el programa son fiables para dar un diagnóstico y se pueden tomar como completo al examen periodontal como forma de monitoreo de la velocidad de pérdida ósea alveolar. Cabe destacar que los diagnósticos están a cargo del especialista en periodoncia y odontología a cargo, por lo que la interpretación de los resultados puede variar desde sus puntos de vista. El preprocesamiento de imágenes tomó alrededor de dos a tres meses para tener una imagen binarizada clara para analizar, este tiempo mayor a lo estimado abre el problema de mejorar la calidad de radiografías del tipo ortopantomografía. Siendo éste, un área de oportunidad para explotar los recursos tecnológicos y de mejora continua, con el propósito de mejorar los diagnósticos de prevención de enfermedades periodontales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardila C., Guzmán C. y Grisales H. (2012). Análisis Multinivel En Periodontitis. Revista Archivo Médico de Camagüey, Vol. 16. No 2. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1025-02552012000200014](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552012000200014)
- Benza, R. y Pareja, M. (2017). "Diagnosis and Treatment of Aggressive Periodontitis." Revista Odontoestomatología. vol. XIX, núm. 30, 2017, pp. 29-39  
doi: 10.22592/o2017n30a4. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4796/479654215004/479654215004.pdf>

- Eley, B., Soory, M. y Manson, J. (2012). *Periodoncia*. Disponible en [https://www.academia.edu/28362878/Periodoncia\\_Eley\\_6a\\_Ed](https://www.academia.edu/28362878/Periodoncia_Eley_6a_Ed).
- Escamilla, R. (1997). *Procesamiento de Imágenes Radiográficas Digitales*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/458/1/1020119037.PDF>
- Escudero, N., Perea, Ma. y Bascones, A. (2008). Revisión de la periodontitis crónica: Evolución y su aplicación clínica. *Revista Avances en Periodoncia e Implantología Oral*. vol.20 no.1, 20(4):27–37. doi: 10.1007/s10792-017-0634-z. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1699-65852008000100003](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-65852008000100003)
- Hirahara, D., Yuda, E., Takahara, T. y Kobayashi, Y. (2019). Fundamental study on preliminary image processing at time development of CNN using chest radiography, *IEEE 1st Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech)*, Osaka, Japan, pp. 102-104, doi: 10.1109/LifeTech.2019.8884064. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8884064>
- Leung, C., Yiu, K., Zee, K. y Tsui, W. (2005). Image Registration in Intra-Oral Radiography. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology - Proceedings 7 VOLS:3206–9*. doi: 10.1109/iembs.2005.1617158. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/6521670\\_Image\\_Registration\\_in\\_Intra-oral\\_Radiography](https://www.researchgate.net/publication/6521670_Image_Registration_in_Intra-oral_Radiography).
- Ostojic, V., Starcevic, D. y Petrovic, V. (2016). Low-Value Laplacian Pyramid Coefficient Prediction for Faster Radiography Image Processing. *24th Telecommunications Forum, TELFOR*. doi: 10.1109/TELFOR.2016.7818803. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7818803>