



Ciencias  
*de la*  
Computación

---

Ingeniantes

# Mapa de bits para compresión de imágenes médicas



## Colaboración

Miguel Angel Delgado López; Francisco Javier Luis Juan Barragán; Julio César Chávez Novoa, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henriquez Campus Chapala

**RESUMEN:** La cantidad de información crece de forma exponencial en todos los ámbitos y el área médica no es la excepción ya que actualmente los estudios como radiografías se realizan de forma digital requiriendo Gigabytes y Terabytes de espacio de almacenamiento; las primeras soluciones es almacenar dichas imágenes en formatos como JPG, sin embargo pierden información al utilizar algoritmos de compresión con pérdida, lo que las hace inservibles para análisis computacionales tales como detección de lesiones cancerígenas, por lo que el presente trabajo emplea una mecanismo que permite comprimir la imagen salvaguardando la información importante en la zona de interés y rellenando con un color sintético las partes que no afectan en los análisis, obteniendo así una reducción considerable; encontrando que en imágenes de prueba con peso de 16 MB se redujeron a tan solo 5.1 MB, lo que representa un ahorro casi del 70% de espacio de almacenamiento.

**PALABRAS CLAVE:** Compresión, Radiografía, Mapa de bits, Procesamiento de imágenes

**ABSTRACT:** The amount of information grows exponentially in all areas and the medical area is no exception since currently studies as radiographs are done digitally requiring Gigabytes and Terabytes of storage space; the first solutions is to store these images in formats such as JPG, however they lose information when using lossy compression algorithms, which makes them useless for computational analysis such as detection of carcinogenic lesions, so this work uses a mechanism that allows compress the image safeguarding the important information in the area of interest and filling with a synthetic color the parts that do not affect the analysis, thus obtaining a considerable reduction; finding that in test images with weight of 16 MB were reduced to only 5.1 MB, which represents a saving of almost 70% of storage space.

**KEYWORDS:** Compression, Radiography, Bitmap, Image processing.

## INTRODUCCIÓN

La compresión de datos se ha convertido en una ciencia dentro del área de los sistemas computacionales y aún cuando la idea es muy simple, pues tiene el principio de almacenar la mayor cantidad de datos en el menor espacio posible, sin embargo, se debe partir de la premisa de que no existe un algoritmo que sea capaz de comprimir cualquier conjunto de datos.

Actualmente se intenta obtener algoritmos de compresión especializados en datos específicos como música, videos o textos, por lo que las imágenes médicas no son la excepción, ya que muchos trabajos han intentado eliminar la información innecesaria y mantener solo la relevante, haciendo que el archivo ocupe menos espacio en dis-

co pero siga siendo funcional en análisis posteriores, así pues, el presente trabajo plantea un mecanismo que permite la compresión de imágenes médicas (mamografías) salvaguardando la información importante y rellenando los demás pixeles con un color sintético que mantenga el aspecto original de la imagen, (Noreña, 2013): destaca que hay trabajos donde se emplean algoritmos de compresión utilizando zonas de interés ROI (Region Of Interest), y que uno de los grande problemas es la detección de dichas zonas y el tratamiento que se da a cada una, (Ruedin, 2007): propone que se realice un corte asimétrico en la zona de interés a fin de rellenar con un color sintético todo el contenido que no esté en la zona, elevando las tasa de compresión de forma automática.

La compresión de imágenes médicas se hace importante si consideramos que el Instituto Jalisciense de Cancerología realizó en 2014 8043 mamografías, las cuales tomando en cuenta un peso promedio de 100 Mb, resulta en más de Medio Terabyte de almacenamiento anual, agravándose al obtener datos del reporte de Salud de Estados Unidos, donde se reportan más de 22 millones de estudios en 2016, necesitando Hexabytes de almacenamiento por año.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La metodología propuesta para realizar la compresión de datos se basa principalmente en 3 etapas, la primera permite identificar cuáles son los pixeles que se encuentran en la zona de interés (ROI - region of interest), que es la información que debe almacenarse sin cambios, para lo cual se emplea una matriz de bits que permite discretizar todos aquellos pixeles que pueden ser sustituidos por un color negro sintético ya que no aportan información relevante para análisis como detección de cáncer, ruptura, etc., de dichas imágenes, posteriormente se almacena la matriz de bits junto con la información obtenida de los pixeles que se encuentran en la ROI y finalmente, se procede a aplicar mecanismos de compresión sin perdida tradicionales para obtener una mejora en la tasa de compresión. La Figura 1 muestra el esquema propuesto de compresión.

Durante la primera etapa se emplea un esquema de conversión de color estandarizado de RGB (Red, Green, Blue) a escala de grises, mediante la fórmula que propone (MathWorks, 1994 -2017) en la formula a:

$$gris = (0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B) \tag{Ec 1}$$

Formula 1. Conversión escala de gris

Al obtener el tono de gris este es comparado con un umbral que puede ser un valor absoluto establecido por el usuario o calculado mediante la formula de la formula 2:

$$umbral = \frac{\sum_{x=0,y=0}^{n,m} gris(x,y)}{n + m} \tag{Ec 2}$$

Fórmula del umbral

Durante la construcción de la matriz de bits que representarán la máscara de recorte se puede observar que mediante la técnica propuesta se obtienen resultados favorables en comparación con recortes cuadrados, circulares o cortes asimétricos propuestos por otros investigadores, ya que este metodología pretende eliminar la mayor cantidad de información innecesaria, pudiendo quitar pixeles intermedios durante el recorrido por toda la imagen y construyendo la matriz de acuerdo a la premisa de la formula 3, tomando en cuenta que x representa el ancho de la imagen, mientras que y hace referencia a la altura de la misma:

$$umbral = \frac{\sum_{x=0,y=0}^{n,m} gris(x,y)}{n + m} \tag{Ec 3}$$

Construcción de la matriz

Un punto medular en en la segunda etapa es la representación de la matriz, ya que si contemplamos que el uso de memoria para el proceso es importante debe cuidarse, en la formula 4 de puede observar como se emplea un mecanismo que almacena en 1 byte 8 valores de la matriz obteniendo:

$$\begin{pmatrix} 243 & \dots \\ 12 & \dots \\ \vdots & \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 11110011 & \dots \\ 00001100 & \dots \\ \vdots & \vdots \end{pmatrix} \tag{Ec 4}$$

Representación numérica de la matriz

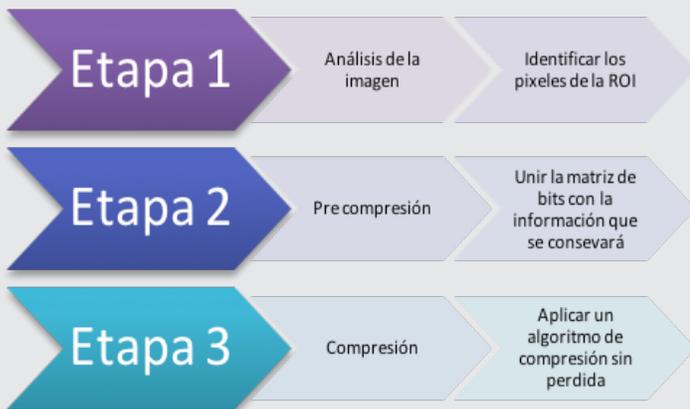


Figura 1. Esquema de trabajo

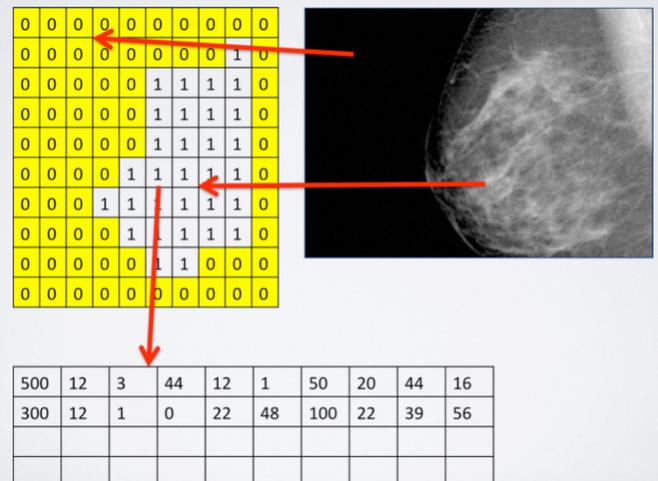


Figura 2. Proceso se compresión

Obteniendo así una compresión automática en la etapa tres del proceso, pues en lugar de almacenar la información perteneciente al pixel, solo es necesario almacenar 1 bit que indica si el pixel en cuestión es información que debemos conservar o podemos sustituir con un color sintético cuando se requiere leer la imagen comprimida, un ejemplo más claro se ve en la Figura 2.

**RESULTADOS**

Partiendo de los autores y premisas planteadas, se comenzó con la creación de un mecanismo que realice la matriz de bits que representen el mapa de bits de la imagen que se pretende comprimir, La Figura 3 muestra la imagen de prueba.

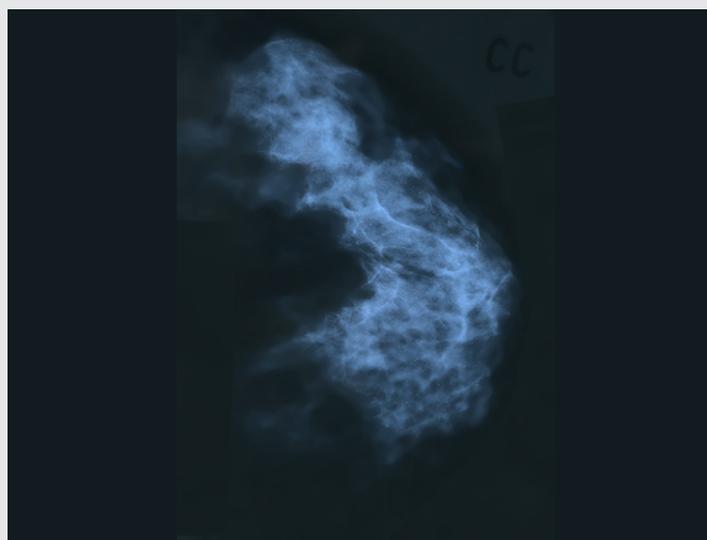


Figura 3. Imagen de prueba.

La Tabla 1 presenta las características de formato de la Figura 4:

Tabla 1. Características de la imagen de prueba

<b>Formato</b>	PNG
<b>Tamaño</b>	356x500 Pixeles
<b>Peso</b>	768KB
<b>Color</b>	RGBA

El mecanismo utilizado para la detección de bordes, es mediante la intensidad de color, tomando en cuenta las características de las mamografías y los análisis que se realizan, pues lo que se pretende conservar como zona de interés es el color blanco (tonalidades que tienden a blanco), dicho proceso permite tener una granularidad variable en la máscara de bits haciendo que la zona de interés no necesariamente sea continua en la imagen, logrando eliminar la mayor cantidad de pixeles no importantes en la imagen, en la Figura 9, se puede observar las zonas que serán conservadas y las que se eliminarán.

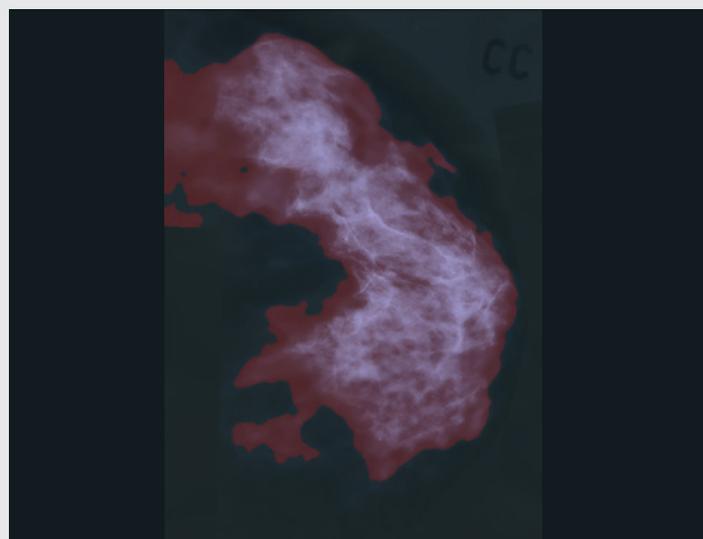


Figura 4. Detección de zonas de interés

Para lograr el resultado de compresión, se realizaron varias funciones de conversión y algoritmos que recorren la imagen creando la máscara de bits obteniendo una codificación donde se puede observar que solo tiene 0 y 1, correspondientes a las zonas de interés, y las que serán eliminadas y sustituidas por un color sintético, permitiendo que solo la información en la ROI sea almacenada en el nuevo archivo, reduciendo así el tamaño final de la imagen. La Figura 5, ilustra como el procedimiento planteado aplica la máscara de bits no continua eliminando así la mayor cantidad de información posible de la imagen.



Figura 5. Máscara de bits

Como resultado de esta fase de investigación se tiene un primer prototipo de la aplicación que realiza la codificación y decodificación de las imágenes médicas para probar que el mecanismo que se utili-

za realmente es funcional, encontrando que la imagen original tiene un peso aproximado de 768KB, y después del proceso de pasar por el mecanismo de compresión propuesto, la imagen solo requiere 7KB de almacenamiento. Sin embargo, se seguirá trabajando para aplicar mecanismos de compresión sin pérdida para reducir el peso sin afectar los diagnósticos de los exámenes en estas imágenes. En la Figura 6 se muestra de lado izquierdo la imagen original, mientras que en el derecho la resultante después de realizar el proceso de compresión y descompresión, además se puede observar como es que se conservaron los píxeles de la zona de interés.

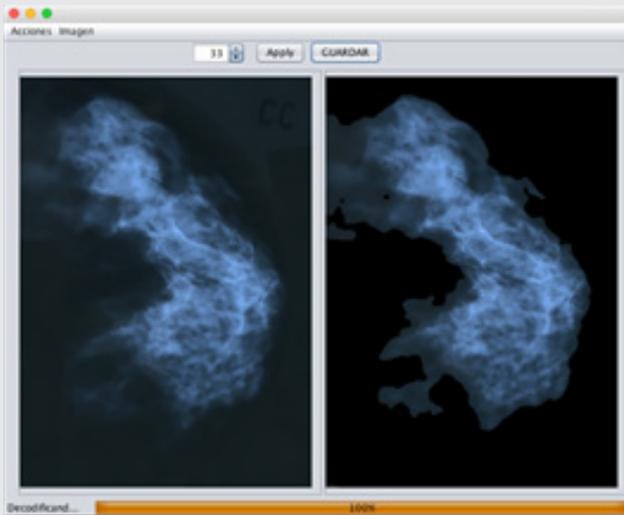


Figura 6. Imagen original y resultante

Las pruebas realizadas con diferentes imágenes y resoluciones en formato PNG arrojan resultados positivos en un 100% de los casos, pues se pueden comprimir las imágenes sin perder la información relevante ahorrando espacio como lo muestra Tabla 2.

Tabla 2. Pruebas de compresión

Formato	Color	Resolución	Peso Original	Peso Final
PNG	RGB	356x500	768KB	7KB
PNG	RGB	3392 x 4771	16MB	5.1MB
PNG	RGB	200 x 269	157KB	31KB
PNG	RGBA	496 x 496	1.1MB	28KB

El mecanismo de compresión también se aplicó en 100 mamografías de pacientes anónimos, las cuales fueron proporcionadas por el Instituto Jalisciense de Cancerología, los cuales arrojan resultados favorables, pues en todos los casos se obtiene una disminución en el peso de los archivos finales de entre un 30% y 70% sin afectar la información contenida en las regiones de interés como lo muestra la Figura 7.

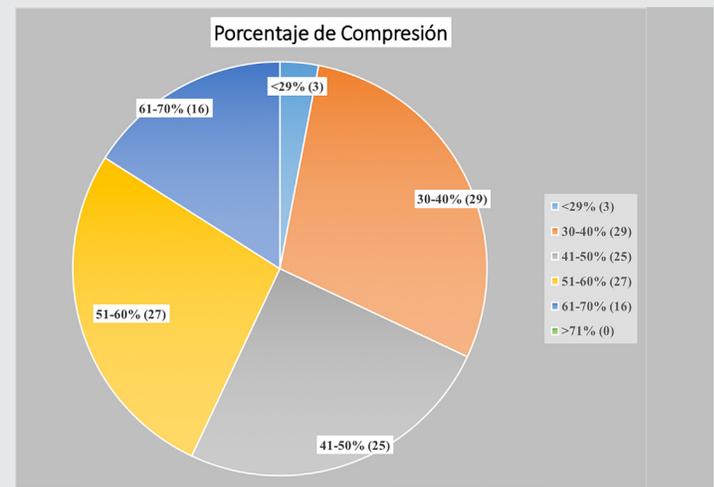


Figura 7. Gráfica de porcentaje de compresión de mamografías

## CONCLUSIONES

Tomando como referencia los resultados obtenidos, se puede observar que el ahorro de espacio es significativo por lo que este mecanismo se vuelve importante para aplicarse a fotografías médicas, sin embargo cabe mencionar que uno de los puntos que juega en contra del mecanismo planteado es el uso de memoria, así como el tiempo de procesamiento, por lo que en futuros desarrollos debe optimizarse para aprovechar el uso de tecnologías paralelas combinadas con el cómputo en la nube para lograr que el proceso se vuelva estandarizado y pueda aplicarse en un entorno de producción, beneficiando a un sin número de hospitales y centros radiológicos que precisan almacenar grandes cantidades de imágenes médicas sin pérdida de información en la región de interés que posteriormente pasarán por análisis computacionales.

El mecanismo propuesto brinda al sector salud no solo el ahorro de espacio de almacenamiento, pues actualmente muchos de los centros radiográficos envían mediante internet las radiografías (mamografías) a centros especializados de evaluación, por lo que al tener menor cantidad de información, el proceso requerirá de menor tiempo, tanto de transmisión, como de análisis.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] *Canónico, J. R. (02 de 2010). Transformacion de imagenes medicas basadas en transformada ondúcula (Wavelet) para aplicaciones en telemedicina. Recuperado el 8 de 05 de 2017, de Universidad Católica Andres Bello: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS1544.pdf>*

[2] *LOSSLES IMAGE COMPRESSION. (s.f.). Recuperado el 12 de 03 de 2017, de Univerity of florida: <https://www.cise.ufl.edu/~sahni/papers/encycloi-mage.pdf>*

- [3] Crespí, F. G. (2012). Implementación de algoritmos de compresión de imágenes en FPGAs. Recuperado el 19 de 09 de 2017, de Grupo de Arquitectura y Tecnología de COMputadores: <http://atc.umh.es/gatcom/Ficheros/Articulos/JCRA2012.pdf>
- [4] Aguilera, P. (s.f.). Comparison of different image compression formats. Recuperado el 23 de 05 de 2017, de University of Wisconsin-Madison: [https://homepages.cae.wisc.edu/~ece533/project/f06/aguilera\\_rpt.pdf](https://homepages.cae.wisc.edu/~ece533/project/f06/aguilera_rpt.pdf)
- [5] Bruna, A. (03 de 04 de 2008). Principles of Image Compression. Recuperado el 12 de 03 de 2017, de Università degli Studi di Catania: [http://www.dmi.unict.it/~battiato/EI\\_MOBILE0708/Image%20Compression%20\(Bruna\).pdf](http://www.dmi.unict.it/~battiato/EI_MOBILE0708/Image%20Compression%20(Bruna).pdf)
- [6] Dutta, S. (12 de 2012). An Efficient Image Compression Algorithm Based on Histogram Based Block Optimization and Arithmetic Coding. Recuperado el 03 de 01 de 2017, de International Journal of Computer Theory and Engineering: <http://www.ijcte.org/papers/614-A1049.pdf>
- [7] Jassim, F. A. (10 de 2012). FIVE MODULUS METHOD FOR IMAGE COMPRESSION. Recuperado el 10 de 02 de 2017, de Signal & Image Processing : An International Journal SIPIJ: <http://aircconline.com/sipij/V3N5/3512sipij02.pdf>
- [8] Jessier, M. (03 de 05 de 2017). Lossy vs Lossless Image Compression. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de Imagify: <https://imagify.io/blog/blog/2017/05/03/lossless-vs-lossy-image-compression/>
- [9] Mathworks. (s.f.). rgb2gray. Obtenido de Mathworks: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/rgb2gray.html>
- [10] Mertz, D. (11 de 05 de 2012). Un manual sobre compresión de datos. Recuperado el 9 de 08 de 2017, de IBM: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/l-compr/index.html>
- [11] Noreña, T. (2013). Compresión de imágenes médicas. Recuperado el 08 de 06 de 2017, de Biomedica: <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/804/1780>
- [12] Rodríguez, E. (2016). Necesidades de Almacenamiento en Radiología Digital. Recuperado el 23 de 04 de 2017, de Imagenologia: <http://imagenologia.robustiana.com/34-almacenamiento-radiologia-digital>
- [13] Ruedin, A. (18 de 10 de 2007). Compresión de imágenes de resonancia magnética sin pérdida en la región de interés. Recuperado el 12 de 02 de 2017, de Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37843032/CompresionMRI\\_RPIC\\_07.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U-L3A&Expires=1510778272&Signature=Tcf%2Fkl-V1MHs1yZkaUeWyMuDzThc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCompresion\\_de\\_imagenes\\_de\\_resonancia\\_mag.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37843032/CompresionMRI_RPIC_07.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53U-L3A&Expires=1510778272&Signature=Tcf%2Fkl-V1MHs1yZkaUeWyMuDzThc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DCompresion_de_imagenes_de_resonancia_mag.pdf)
- [14] Starosolski, R. (20 de 12 de 2016). Simple Fast and Adaptive Lossless Image Compression Algorithm. Recuperado el 21 de 03 de 2017, de inter-science.wiley.com: <http://sun.aei.polsl.pl/~rstaros/papers/s2006-spe-sfalic.pdf>
- [15] Tejedor, R. R. (06 de 2002). Desarrollo de Algoritmos de Optimización Visual en Imágenes Médicas. Recuperado el 16 de 08 de 2017, de UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID: <http://optica.csic.es/papers/pfc-rredondo.pdf>
- [16] Welstead, S. (1999). Fractal and Wavelet Image compression Techniques. Florida: SPIE.
- [17] González L. (2013) Un enfoque para la compresión de imágenes médicas basdo en regiones de interés y compensación de movimiento. Recuperado el 16 de 04 de 2018, de Facultad de Ciencias Exactas, UNICEN, Tandail, Argentina: <http://42jaiio.sadio.org.ar/proceedings/simpuestos/Trabajos/CAIS/15.pdf>
- [18] Arantza Bereciartua Pérez. (2016). Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imagen avanzado para interpretación de imágenes médicas, de Tecnalia Research and Innovation Sitio web: [http://www.computervisionbytecnalia.com/wp-content/uploads/2016/12/Tesis\\_Arantza-Bereciartua\\_Memoria\\_completa\\_FINAL.pdf](http://www.computervisionbytecnalia.com/wp-content/uploads/2016/12/Tesis_Arantza-Bereciartua_Memoria_completa_FINAL.pdf)
- [19] Adrián Peña Peñate. (Enero-Marzo 2016). Módulo de filtrado y segmentación de imágenes médicas digitales para el proyecto Vismedic. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 10, 13-27. <http://www.redalyc.org/html/3783/378343684002/>
- [20] Aparicio Pico. (Enero - Julio 2016). Compresión de imágenes, en el servicio radiológico como un componente de infraestructura en el modelo de salud colombiano. Igenium. 16-08-2018, De EBSCO Base de datos. <http://web.b.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authType=crawler&jrn-l=01247492&AN=116595999&h=1GODjyua7eOW%-2fe%2bPrNcHVgfukTpqXXIfO8wj418YH4hlf%2b4-0efYkiPlwpfcAEeAj2Q6D6cq8%2ffZNdo0cOWo-HPw%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=logIn>

aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26s-  
cope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%-  
3d01247492%26AN%3d116595999

[21] Espinosa Bermeo. (Dic-2015). *Compresión de imágenes médicas con formato DICOM mediante familias Wavelets basadas en funciones atómicas*, de Repositorio Universidad Técnica de Ambato Sitio web: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/19375>

[22] Encarnación Moyano Ávila. (2016). *Técnicas de compresión y codificación sobre imágenes médicas*. de Universidad de Castilla-La Mancha Sitio web: <https://documat.unirioja.es/download/articulo/2292695.pdf>