



UNA UNIVERSIDAD CON ALMA DE GUERRERO

COMPARACIÓN DE TÉCNICAS ESTEGANOGRÁFICAS DE DOMINIO ESPACIAL Y DOMINIO FRECUENCIAL EN IMÁGENES DIGITALES

Tesis para optar por el Título de Ingeniero De Sistemas, que presenta el bachiller.

AUTOR

Bach. FERNANDO ALEXIS SIALER AYALA

ASESOR

Ing. HEBER IVAN MEJIA CABRERA

CHICLAYO - PERÚ 2016



COMPARACIÓN DE TÉCNICAS ESTEGANOGRÁFICAS DE DOMINIO ESPACIAL Y DOMINIO FRECUENCIAL EN IMÁGENES DIGITALES

Aprobación de la tesis

Bach. Fernando Alexis Sialer Ayala
Autor

Ing. Mejia Cabrera, Heber Ivan
Asesor especialista

Dr. M.S.C. Ing. Ramos Moscol, Mario
Presidente del jurado de tesis

M.S.C. Ing. Chirinos Mundaca Carlos
Secretario del jurado de tesis

Ing. Mejia Cabrera, Heber Ivan
Vocal del jurado de tesis



Dedicatoria

A mis **Madre**, porque son parte esencial de mi formación, ya que gracias a su apoyo, amor y confianza he podido lograr las metas que me propuse, porque ella es un claro ejemplo de lucha y entrega y dedicación.

Mis **Familiares** quienes nunca dudaron de mi capacidad y siempre conté con su apoyo, ayudándome a lograr uno de mis primeros logros en la vida, obtener una carrera profesional.



Agradecimiento

Un agradecimiento especial a la **Universidad Señor de Sipán**, a la plana docente por sus conocimientos y experiencias transmitidas durante el transcurso de toda mi vida universitaria, de igual forma a mi asesor Ing. Heber Ivan Mejía Cabrera por brindarme su paciencia y dedicación para seguir con mi objetivo, sin olvidar a nuestros jurados de tesis los cuales nos ayudan a ver nuestros errores y a pulir nuestras ideas.

Finalmente a mis compañeros de la Universidad, con quienes he compartido años de aprendizaje, mereciendo mi gratitud por su apoyo en los buenos y malos momentos.



Contenido

RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XII
INTRODUCCION.....	XIV
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. Situación Problemática	16
1.1.1. A nivel internacional	16
1.1.2. A nivel nacional	17
1.1.3. A nivel local.....	17
1.2. Formulación del Problema	17
1.3. Delimitación de la investigación.....	17
1.4. Justificación e Importancia de la investigación	18
1.4.1. Aspecto Tecnológico	18
1.4.2. Aspecto Social.....	18
1.5. Limitaciones de la investigación	19
1.6. Objetivos de la investigación	19
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivo específicos	19
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	20
2.1. Antecedentes de Estudios.....	21
2.1.1. A nivel internacional.....	21
2.1.2. A nivel nacional	23
2.1.3. A nivel local.....	23
2.3. Base teórica científicas.....	26
2.3.1. Procesamiento digital	26
2.3.2. Imagen digital.....	26
2.3.3. Tamaño y resolución de imágenes.....	27
2.3.4. Sistema de coordenadas de imágenes.	28
2.3.5. Pixels.....	29
2.3.6. Formato de archivo de imagen.	32
2.3.7. Imágenes en color RGB.	40
2.3.8. El juego de caracteres.....	54
2.3.9. Código ASCII.	54
2.3.10. Código EBCDIC.....	56
2.3.11. Código universal Unicode para internet.	62
2.3.12. Esteganografía.....	63
2.4. Definición de terminología.	71



CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	72
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	73
3.1.1. Tipo de la investigación.....	73
3.1.2. Diseño de la investigación	73
3.2. Población y Muestra.....	73
3.3. Hipótesis.....	74
3.4. Variables.....	74
3.5. Operacionalización.....	75
3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	76
3.6.1. Métodos de investigación	76
3.6.2. Técnicas de recolección de datos.....	76
3.6.3. Instrumentos de recolección de datos.	77
3.7. Procedimiento de recolección de datos	77
3.8. Análisis Estadístico e Interpretación de los datos.....	78
3.9. Principios éticos	78
3.10. Criterios de rigor científico	79
CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	81
4.1. Descripción de resultados.....	82
4.2. Contrastación de hipótesis	103
4.3. Discusión de los resultados.....	120
CAPITULO V: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN	124
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	150
6.1. Conclusiones.	151
6.2. Recomendaciones	153
REFERENCIAS.....	154
ANEXOS.....	155



INDICE DE ILUSTRACION

Ilustración 1- Imagen de Lena. Tomada del curso de procesamiento de imágenes de la universidad de Vigo.....	27
Ilustración 2- Transformación de una función de intensidad continua $F(x,y)$ a una imagen digital discreta $I(u,v)$	28
Ilustración 3- Imagen de coordenadas, es común utilizar un sistema de coordenadas donde el origen ($u=0, v=0$) en la esquina superior izquierda. Las coordenadas u, v representa las columnas y filas de una imagen, respectivamente.	29
Ilustración 4- La representación del espacio de color RGB como un código de unidad tridimensional. El color primario rojo (R), verde (G) y azul (B) forman el sistema de coordenadas. Los tonos de gris, de los que K es un ejemplo, se encuentran en la diagonal.	41
Ilustración 5- Imagen RGB a color en el ordenamiento de los componentes. Las tres componentes de color están dispuestas en matrices independientes I_R, I_G, I_B del mismo tamaño.....	44
Ilustración 6- Imagen RGB color utilizando ordenamiento empaquetado. Los tres componentes de color R G y B se colocan juntos en un solo elemento de la matriz.	44
Ilustración 7- RGB imagen indexada. En lugar de un valor a todo color, cada píxel en $I_{idx}(u,v)$ contiene un índice k. El valor de color para cada k se define por una entrada en la tabla de colores o "paleta" $P [k]$	46
Ilustración 8- Sistema de esteganografía pura.	64
Ilustración 9- Sistema de esteganografía de clave secreta.	64
Ilustración 10- Esteganografía en una imagen de color aplicando LSB (Bit Menos Significativo), incrustando un mensaje:Tux.	68
Ilustración 11- Proceso de inserción del mensaje secreto aplicando compresión JPEG.	70
Ilustración 12- Proceso de extracción del mensaje secreto aplicando compresión JPEG.	70
Ilustración 13-Esquema de Esteganografía pura	125
Ilustración 14- Proceso de ocultamiento y recuperación del mensaje en imágenes digitales aplicando Dominio Espacial.....	127
Ilustración 15- Obtención de pixeles de la Imagen Digital en RGB	128
Ilustración 16- Conversión la Imagen Digital en RGB a Escala de Grises.	128
Ilustración 17- Obtención de pixeles de la Imagen Digital en Escala de grises..	128
Ilustración 18- Conversión la Imagen Digital en RGB a YCbCr.....	129
Ilustración 19-Obtención de pixeles de la Imagen Digital en YCbCr.	129
Ilustración 20-Conversión la Imagen Digital en RGB a YUV.....	130
Ilustración 21- Obtención de pixeles de la Imagen Digital en YUV.	130
Ilustración 22-Palabra binarizada según el código ASCII	131
Ilustración 23-Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en RGB.....	132
Ilustración 24-Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en Escala de grises	132
Ilustración 25- Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en YCbCr.....	132
Ilustración 26- Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en YUV	133



Ilustración 27- Proceso de ocultamiento y recuperación del mensaje en imágenes digitales aplicando Dominio Frecuencial 134

Ilustración 28- Convertir la Imagen Digital RGB en Escala de grises dividido en un canal 135

Ilustración 29- Convertir la Imagen Digital RGB en YCbCr dividido en tres canales..... 135

Ilustración 30- Convertir la Imagen Digital RGB en YUV dividido en tres canales 136

Ilustración 31-Dividir la imagen en bloques de 8x8 137

Ilustración 32-Matriz Standar JPEG 138

Ilustración 33-Matriz JPEG color 138

Ilustración 34-Escanear en Zig-zag 139

Ilustración 35-Diagrama de caso de uso del sistema 142

Ilustración 36--Diagrama de caso de uso del proceso de inserción del mensaje en el Dominio Espacial 143

Ilustración 37-Diagrama de caso de uso del proceso de inserción del mensaje en el Dominio Frecuencial 144

Ilustración 38-Diagrama de caso de uso del proceso de extracción del mensaje en el Dominio Espacial 145

Ilustración 39-Diagrama de caso de uso del proceso de extracción del mensaje en el Dominio Frecuencial..... 145

Ilustración 40-Proceso de la inserción del mensaje en la imagen digital 147

Ilustración 41- Proceso de inserción del mensaje codificado en la imagen seleccionando el espacio de color en el dominio frecuencial..... 148

INDICE DE TABLA

Tabla 1- Nivel de degradación de la imagen con texto oculto para una imagen de transporte de 256X256 píxeles con 8 bits por píxel y 256 niveles de grises.22

Tabla 2- Promedio color imagen derecha original (izquierda) y promedio color imagen con texto oculto.23

Tabla 3- Profundidades de bits de los tipos de imagen comunes y ámbitos de aplicación típicos.32

Tabla 4- Código ASCII básico de 128 caracteres, cada carácter es representado por 7 bits.....55

Tabla 5- Código EBCDIC de 255caracteres, cada carácter es representado por 8 bits.....56

Tabla 6- Código ASCII de la computadora IBM PC de 255 caracteres, cada carácter es representado por 8 bits.....59

Tabla 7-Análisis del número de elementos afectados por espacio de color del dominio Espacial y Frecuencial.....82

Tabla 8-Análisis del número de caracteres erróneos por espacio de color del dominio Espacial y Frecuencial.....87

Tabla 9- Análisis de la Detección Visual en el Dominio Espacial y en el Dominio Frecuencial en diferentes espacios de color92

Tabla 10-Análisis de la fidelidad de la imagen por espacio de color del dominio Espacial y Frecuencial97

Tabla 11-Detección visual en el dominio espacial por espacio de color RGB y en el dominio espacial por el espacio de color escala de grises 103

Tabla 12-Detección visual por espacio de color en Escala de grises en el dominio espacial y dominio Frecuencial 106



Tabla 13-Detección visual por espacio de color en YCrCb en el dominio espacial y dominio Frecuencial 108
Tabla 14-Detección visual por espacio de color en YUV en el dominio espacial y dominio Frecuencia..... 110
Tabla 15-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial por espacio de color RGB y en el dominio espacial por el espacio de color escala de grises..... 112
Tabla 16-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial y en el dominio espacial por el espacio de color escala de grises..... 114
Tabla 17-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial y en el dominio espacial por el espacio de color YCrCb..... 116
Tabla 18-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial y en el dominio espacial por el espacio de color YUV..... 118



RESUMEN

El presente trabajo de investigación, nos da a conocer que hoy la información es un activo importante para las empresas como para las personas, las cuales necesitan una protección adecuada. Por esa razón se fueron desarrollando técnicas y algoritmos que protejan estos activos. Uno de las muchas técnicas que se desarrollaron fue la esteganografía. El problema que afronta este trabajo de investigación es como identificar la mejor técnica esteganográfica en imágenes digitales, esto se hace con el fin de incentivar la aplicación de técnicas de seguridad como es la esteganografía en portadores digitales como son las imágenes, puesto que al aplicarla sufre algún cambio aparente en su aspecto y así puede considerarse una imagen sospechosa, para evitar esto se aplicara técnicas para ver cuál es mejor en imperceptibilidad ante la incrustación de información. El objetivo es aplicar en forma eficiente las técnicas esteganográficas para ver el grado de imperceptibilidad al camuflar un mensaje en imágenes digitales. El tipo de investigación que se realizará será experimental con una población 30607 imágenes y se tomara una muestra de 41 imágenes, para la obtención de los datos se aplicara técnicas análisis documental y observación. Para el procesamiento de datos se utilizara una medida de dispersión como es la desviación standard, Los resultados experimentales basados en imperceptibilidad en imágenes digitales, se les otorgo una clasificación de 0 a 2 donde 0 es bajo, 1 es medio y 2 es alto, mostrando que la técnica de dominio espacial en sus espacios de color en RGB teniendo un promedio de clasificación 2, escala de grises teniendo un promedio de clasificación 2, YCbCr teniendo un promedio de clasificación 2 e YUV teniendo un promedio de clasificación 2 es mejor, que la técnica de dominio frecuencial en sus espacios de color escala de grises teniendo un promedio de clasificación 1.39, YCbCr teniendo un promedio de clasificación 1.37, e YUV teniendo un promedio de clasificación 1.27. Y los resultados, basados en la fidelidad en imágenes digitales, muestran que la técnica de dominio espacial en sus espacios de color RGB, YCbCr e YUV, tienen un promedio no menor al



99% y en escala de grises, tiene un promedio del 90.74% considerando que es la mejor, en comparación a la técnica de dominio frecuencial en sus espacios de color en escala de grises con un promedio de 90.09%, YCbCr con un promedio de 97.13%, e YUV con un promedio de 96.62%. Por lo tanto en la investigación se concluye que la mejor técnica en lo que es fidelidad e imperceptibilidad de la imagen el dominio espacial es mejor, y se recomienda que el dominio frecuencial los caracteres sean menores de 500 caracteres.

Palabras claves:

Dominio frecuencial, dominio Espacial, Esteganografía.



ABSTRACT

This research, gives us to know that today is an important information for businesses and for people active, which need proper protection. For that reason they were developing techniques and algorithms that protect these assets. One of the many techniques that was developed steganography. The problem facing this research is to identify the best steganographic technique in digital images, this is done in order to encourage the implementation of security techniques such as steganography in digital carriers such as pictures, since when applied suffers any apparent change in appearance and thus can be considered a suspect image, to avoid this applied techniques to see which one is better in imperceptibility before embedding information. The aim is to implement efficiently the steganographic techniques to see the degree of imperceptibility to camouflage a message into digital images. The research to be conducted will be experimental with a population 30607 images and a sample of 41 pictures are taken, to obtain data document analysis and observation techniques were applied. For data processing a dispersion measure is used as it is the standard deviation, experimental results based on imperceptibility digital images, were awarded a rating of 0-2 where 0 is low, 1 is the middle and 2 is high, showing the technique of spatial domain in their areas of color in RGB having an average Tier 2, grayscale having an average Tier 2, YCbCr having an average Tier 2 and YUV with an average classification 2 is better than the frequency domain technique in their color spaces grayscale having a 1.39 average rating, YCbCr having a 1.37 average rating, and YUV having a 1.27 average rating. And the results, based on fidelity digital images, this study showed the spatial domain technique in their color spaces RGB, YCbCr and YUV, have not less than 99% and grayscale average, has an average of 90.74% Whereas it is the best, compared to the frequency domain technique in their color spaces grayscale with an average of 90.09%, YCbCr averaging 97.13% and YUV with an average of 96.62%. Therefore the investigation concluded that the best technique in what is imperceptibilidad fidelity and



image spatial domain is better, and it is recommended that the frequency domain characters are less than 500 characters.

Keywords:

Frequency domain, spatial domain, Steganography.

INTRODUCCION

El trabajo de investigación habla sobre la protección de la información aplicando técnicas de seguridad como es la esteganografía. Existen investigaciones con relación a esta técnica como la que realizó Ortega, Vázquez, y Santos (2011) con el nombre de Esteganogramas en BMP, que consistía en ocultar información en imágenes BMP sin levantar sospechas. Existe otra investigación realizada por Nils, Carranza, y Vaca (2010) con el nombre de Método Esteganográfico usando Recorrido de Grafos en Imágenes, que consistía en incrustar información en imágenes de forma aleatoria utilizando recorrida de grafos. El problema que estudia la presente investigación es como identificar la mejor técnica esteganográfica en imágenes digitales. La hipótesis de trabajo de investigación es si se identifica la mejor técnica Esteganográfica en imágenes digitales entonces se podrá ver el grado de imperceptibilidad, puesto que el objetivo es aplicar en forma eficiente las técnicas esteganográficas para ver el grado de imperceptibilidad al camuflar un mensaje en imágenes digitales. Esto se hace con el fin de incentivar la aplicación de técnicas de seguridad como es la esteganografía en portadores digitales como son las imágenes, puesto que al aplicarla sufre algún cambio aparente en su aspecto y así puede considerarse una imagen sospechosa, para evitar esto se aplicó técnicas para ver cuál es mejor en imperceptibilidad ante la incrustación de información. Los resultados se basaron en ver tu imperceptibilidad de la imagen en las técnicas de dominio espacial y dominio frecuencial en diferentes espacios de color. Y así poder cuál de ellas es mejor.



CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN



CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación Problemática

Hoy en día la información es un activo que como otros activos importantes del negocio, es esencial para las actividades de la organización y, en consecuencia, necesita una protección adecuada (NTP-ISO/IEC17799, 2007).

Por esa razón al pasar el tiempo se fueron desarrollando técnicas y algoritmos que protejan estos activos. Una de las muchas técnicas que se desarrollaron fue la esteganografía.

1.1.1. A nivel internacional

Según Ortega, Vázquez, y Santos (2011) en la investigación Esteganogramas en BMP, se enfrentaron con un problema, como poder ocultar información sin levantar sospechas, para poder resolver este problema, opto en aplicar esteganografía. La esteganografía, es un arte que nos permite camuflar información en un tipo de portador, este portador puede ser una imagen, audio o video, en la investigación eligió utilizar como portador una imagen de formato BMP sin ningún tipo de encriptación, a esto se le conoce como un sistema esteganográfico puro, quiere decir que para poder obtener la información camufla no es requerida una llave secreta para poder obtener su información. El proceso que se necesita para poder aplicar esteganografía, es tener un objeto portador en este caso una imagen y un mensaje que se incrustara dentro del portador, la información se almacenara dentro de los pixeles de la imagen; para poder extraer la información del portador es leer los pixeles en donde se almaceno la información y así poder reconstruir el mensaje. Los resultados que se obtuvieron fueron muy favorables, se pudo insertar un mensaje de 7660 bytes de longitud con una fidelidad de la imagen de 95.02% (Ortega et al., 2011).



1.1.2. A nivel nacional

Según Nils, Carranza, y Vaca (2010) en la investigación Método Esteganográfico usando Recorrido de Grafos en Imágenes, se le presento un problema, como hacer que la información incrustada en la imagen portadora no se incruste de forma secuencial sino de forma aleatoria siendo difícil detectar en que pixeles fueron incrustados, opto en emplear Estego-graf, que consiste en utilizar la esteganografía con recorrida de grafos. El proceso consiste en tener una imagen RGB y aplicar recorrida de grafos el movimiento que se utilizo fue el movimiento del caballo de un juego de ajedrez, se definen los operadores, las restricciones. Los nodos del grafo son la posiciones dentro de la matriz, las aristas son los posibles movimientos del caballo de esta forma la información la imagen alterada será difícil de analizar. Al aplicarla en una imagen de 361*241 y texto de 3000 caracteres los resultados fueron favorables, se pudo hacer un promedio de color Rojo, verde y azul con ayuda de un histograma y la imagen original y la imagen alterada no tiene mucha diferencia (Nils et al., 2010).

Los problemas antes mencionados se centra en ocultamiento de datos en imágenes, ver como aplicando ciertos técnicas y métodos se puede incrustar información sin que terceros se puedan percatar que en aquel portador haya alguna importante en ella.

1.1.3. A nivel local

No existe ninguna investigación con relación al tema.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo identificar la mejor técnica Esteganográfica en imágenes digitales?

1.3. Delimitación de la investigación

a. No se aplica a un caso de estudio.



- b. Se usara imágenes digitales en formato JPG y PNG
- c. Se insertara en las imágenes solo mensaje de texto más no imagen, audio, video, documentos u otro tipo de archivo.
- d. Se ocultara mensaje de texto.

1.4. Justificación e Importancia de la investigación

1.4.1. Aspecto Tecnológico

El presente proyecto de investigación se justifica en la necesidad de incentivar la aplicación de técnicas de seguridad como es la esteganografía, que es una técnica que ayuda ocultar información de manera segura en un portador. El portador es una imagen digital de formato JPG que se insertara la información, la imagen sufrirá ciertos cambios en su matriz que se harán visibles ante el ojo humano y hará a la imagen sospechosa que en su matriz tenga alguna información incrustada. Para poder evitar que la imagen sufra este tipo de cambios se aplicara técnicas que mejoren su imperceptibilidad ante la incrustación de la información. Se denominan dominio espacial y de dominio frecuencial; se hará uso de estas técnicas para poder observar cómo afecta a las imágenes digitales de formato JPG ante la incrustación de la información y evaluar la imperceptibilidad ante el ojo humano.

1.4.2. Aspecto Social

Este tema aportara conocimiento sobre cómo encubrir información en un formato digital (imagen digital), para poder dar protección a la información. Esta investigación será útil para aquellos en la comunidad investigadora que se dediquen a la rama de seguridad informática. La finalidad de este proyecto es incentivar a la investigación de nuevas técnicas de protección a la información, tanto sea mejorarlas como crear nuevas técnicas o nuevas algoritmos que la



protejan.

1.5. Limitaciones de la investigación

- a. Bajo nivel de conocimiento sobre el Framework OpenCv.
- b. Dificultad al encontrar libros relacionados con el tema de investigación.
- c. La técnica de dominio frecuencial no aplica el espacio de color RGB.
- d. La técnica de dominio espacial utilizara imágenes PNG, para que no haiga perdida de datos al momento de reconstruir la imagen.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

“Identificar la mejor técnicas esteganográficas para ver el nivel de imperceptibilidad al camuflar un mensaje en imágenes digitales”.

1.6.2 Objetivo específicos

- a. Seleccionar los métodos a implementar de cada técnica para el ocultamiento de información en imágenes digitales.
- b. Seleccionar los espacios de color para las imágenes digitales a camuflar.
- c. Implementar los métodos seleccionados para el ocultamiento de la información en imágenes digitales.
- d. Evaluar la imperceptibilidad de la imagen digital de las técnicas esteganográficas.
- e. Identificar la mejor técnica esteganográfica con relación a la imperceptibilidad en imágenes digitales.



CAPITULO II: MARCO TEORICO

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de Estudios

2.1.1. A nivel internacional

Según López, Velasco, Nakano, y Pérez (2013) de México, en su artículo de investigación **“Algoritmo Esteganográfico Robusto a Compresión JPEG Usando DCT”**, aplicaron un algoritmo esteganográfico en el cual usa una imagen digital como encubridora de datos, incluyendo una cuantificación de coeficientes a través de la transformada discreta de cosenos (DCT). Los resultados obtenidos se evaluaron con una matriz de cuantificación con un factor de calidad de 50 y una imagen de 256x256 pixeles. Esta imagen fue sometida a los siguientes ataques: Compresión JPEG, Ataque AWGN y Ruido impulsivo.

Compresión JPEG. Se observa que si el factor de calidad de la matriz es mayor o igual a 50 la calidad es mayor; ya que con un factor de calidad menor el número de errores en el mensaje extraído aumenta.

Ataque AWGN. Este algoritmo no es robusto a ataques de ruido Gaussiano con mayor valor de varianza. Sin embargo la imagen atacada con varianza mayor a 0.0001 tiene un PSNR menor a 30 dB, la imagen no se considera inocente.

Ataque de Ruido impulsivo. El algoritmo es vulnerable a los ataques de ruido impulsivo con mayor densidad (mayor a 0.1%) Sin embargo cuando la densidad de ruido impulsivo es 0.1%, la Calidad de imagen (PSNR) es menor a 30 dB y el BER del mensaje recuperado es 0.05. Por lo tanto el sistema propuesto es robusto cuando la distorsión del canal es moderado.

La investigación anteriormente mencionada solo se basa en la robustez ante compresiones. Lo que difiere a la investigación a realizar, es el estudio de la imperceptibilidad ante imágenes digitales JPG, se utilizara técnicas de dominio



espacial y frecuencial, en esta investigación el dominio frecuencial solo se utilizara para ver la imperceptibilidad y no la robustez ante compresiones (López, et al., 2013).

Según Ortega, Vázquez, y Santos (2011) de México, en su artículo de investigación **“Esteganografía en BMP’s”**, realizaron la implementación de un método para el ocultamiento de mensajes, en la imagen de transporte, que se define como un sistema esteganográfico puro, este tipo de sistema no quiere llave secreta cifrada para ver la información Se puede definir como un proceso de incrustación, que es descrito como un mapeo. $E: C \times M \rightarrow C'$ donde C es una serie de posibles archivos de transporte encubridores, M una serie de posibles mensajes y E la función de incrustación o función de combinación. El proceso de extracción consiste de igual forma de un mapeo $D: C' \rightarrow M$ donde D es la función de extracción, extrayendo el mensaje secreto fuera del archivo de transporte encubridor. Claramente, es necesario que $|C| \geq |M|$ (Ortega, et al., 2011). Los resultados que se obtuvieron con una imagen de 256x256 en escala de grises son los siguientes:

Tabla 1 - Nivel de degradación de la imagen con texto oculto para una imagen de transporte de 256X256 píxeles con 8 bits por píxel y 256 niveles de grises.

Figura	Longitud del mensaje (bytes)	ENA	IF	SNR
3	4	65520	99.99%	40.6587
4	941	62352	99.39 %	37.6273
5	1760	59483	98.84 %	27.2214
6	7660	39468	95.02 %	15.3176

Fuente: (Ortega, et al., 2011).

La investigación antes mencionada se basa en esteganografía en imágenes BMP. Lo que difiere en la investigación a realizar, es en la profundidad de bits



porque se utilizara imágenes a color en formato JPG y no escala de grises en formato BMP. (Ortega, et al., 2011).

2.1.2. A nivel nacional

Según Nils, Carranza, y Vaca (2010) de Trujillo, Perú en su artículo de investigación **“Método esteganográfico usando recorrido de grafos en imágenes”**, aplicaron el método Estegano-grafo, es la combinación de técnicas esteganográficas y recorrida de grafos. Los resultados se basaron en base a una foto de 361*241 pixeles de resolución y un mensaje 3000 caracteres, se hizo un promedio de color de la imagen original y la imagen alterada con ayuda de un histograma RGB (Nils et al., 2010).

Tabla 2- Promedio color imagen derecha original (izquierda) y promedio color imagen con texto oculto.

Hist	Original	Oculto
Histograma Rojo	134.9803	134.9256
Histograma Verde	104.939	104.8767
Histograma Azul	85.1796	85.1671

Fuente: (Nils et al., 2010)

En la investigación antes mencionada, solo se basa la incrustación del mensaje de forma no secuencial sino aleatoria utilizando recorrida de grafos. Lo que diferencia es que la investigación no se centra en la incrustación de forma aleatoria y no en la imperceptibilidad de la imagen.

2.1.3. A nivel local

No existen artículos de investigación relacionados con el tema.

2.2. Estado del arte

La forma de comunicación secreta más antigua consiste en lograr que el mensaje pase inadvertido para todo el mundo, excepto para su destinatario. Se trata de proteger la información ocultando la existencia de la propia comunicación. De



esa manera, si nadie sabe que se está enviando un mensaje, éste no podrá ser descubierto. Esta técnica se conoce como esteganografía, término derivado de las palabras griegas steganos, que significa “encubierto”, y graphein, que significa “escribir”. Existen infinidad de prácticas para ocultar un mensaje. Entregar una nota de amor entre las hojas de un libro, enviar los planos de la cárcel a un recluso en el interior de un bizcocho o hacer una bolita de papel con un mensaje y tirársela a tu amigo en mitad de la clase, son formas básicas de esteganografía.

En todos los casos, la clave del éxito radica en no levantar sospechas, para evitar que el mensaje sea interceptado. (Martin Reina, 2010, pág. 10)

Estado del arte de la Esteganografía.

Evolución de la Esteganografía: A continuación se ofrece una visión general de la trayectoria histórica del desarrollo de la Esteganografía en el mundo.

En los 400 a.c. fue en donde tuvo inicio la esteganografía, cuando Herodoto fue el primero en mencionarla en sus historias, en una de ellas menciona que Demarato, antiguo rey de Esparta envió una advertencia sobre un próximo ataque a Grecia, escribiendo directamente en madera, la cual se le pasaba cera y se podría ver el mensaje oculta en la tabilla (Martin Reina, 2010). En el año 1558, Giovanni de la Porta, fue otro personaje importante en la historia de la esteganografía, en su obra titulada Magia naturalis muestra una manera, como los prisioneros de la inquisición hacían llegar sus mensajes mediante huevos cocidos, el método se basa en preparar una tinta mezclada con alumbre y vinagre, y con ella escribir en la cascara (Martin Reina, 2010). El huevo al ser poroso, la solución penetra los pequeños agujeros y se pasa a la superficie de la clara del huevo cocido, al momento de pelar el huevo se podría apreciar el



mensaje (Martin Reina, 2010). En los años 1914-1918 y 1939-1945, para ser exactos en la primera y segunda guerra mundial los métodos que se utilizaron fueron muy diversos como tintas secretas, código Morse en hilos de puntos en piezas de ropa, Micropuntos las cuales eran un pequeños y se plasmaban en papel y proyectando una luz se podría apreciar el mensaje (Martin Reina, 2010). En el año de 1985, con el advenimiento de la computadora personal, la esteganografía clásica podría decir que se pasó a la esteganografía moderna, aunque su desarrollo fue lento hay algunos trabajos que si dieron buenos resultados, como ocultar mensajes en los bits más bajos de imágenes ruidosas o archivos de sonido, como ocultar datos dentro de los datos cifrados o dentro de los datos aleatorios, como ocultar mensajes en archivos ejecutables manipulados, como incrustar imágenes en material de video, y como aplicar esteganografía segura para las señales de audio (Martin Reina, 2010). En el año 2003, Krzysztof Szczypiorski propone la esteganografía de red, esta utiliza protocolos de comunicación de los elementos de control y su funcionalidad básica intrínseca, ya que estados métodos son difíciles de detectar y eliminar (Martin Reina, 2010). En el año 2010, Nils, Carranza, y Vaca (2010) consiguieron aplicar la esteganografía con algoritmos de grafos con la finalidad de incrustar los datos aleatoriamente sin dañar la imagen (Nils et al., 2010). En el año 2011, Ortega, Vázquez, y Santos (2011) consiguieron aplicar esteganografía en imágenes BMP en escala de grises, los resultados fueron satisfactorios logro incrustar 7660 Bytes en una imagen 256x256 (Ortega, et al., 2011). Y por último en el año 2013, López, Velasco, Nakano, y Pérez (2013) aplicaron esteganografía con imágenes con compresión JPEG usando DTC, logro que la imagen soportara ataques de compresión para evitar así la pérdida del mensaje



incrustado (López, et al., 2013).

2.3. Base teórica científicas

2.3.1. Procesamiento digital

Definición.

El procesamiento digital de imágenes se ha trabajado desde dos enfoques. Uno desde el punto de vista de procesamiento digital de señales, en el cual se trabaja en el dominio de las frecuencias con ayuda de la transformada de Fourier. El otro en el dominio espacial donde se considerando la imagen digital como una matriz, en este enfoque el procesamiento se realiza utilizando algebra matricial.

El procesamiento digital de imágenes tiene como finalidad producir una imagen de mejor calidad a partir de una imagen digital dada, se busca eliminar ruido o elementos que no permitan una imagen aceptable; para posteriormente extraer la información relevante. Esto se consigue manipulando en forma adecuada los niveles de gris de la imagen. (Esqueda y Palafox, 2005, pág. 2)

2.3.2. Imagen digital.

Definición.

Podemos considerar una imagen digital monocromática como una matriz donde el elemento denominado pixel (abreviatura del inglés picture elements) en la fila i columna j tiene un nivel de gris $f(i, j)$ que toma valores entre 0 (negro) y 255 (blanco). (Esqueda y Palafox, 2005, pág. 2)





Ilustración 1- Imagen de Lena. Tomada del curso de procesamiento de imágenes de la universidad de Vigo.

Fuente: (Esqueda y Palafox, 2005)

2.3.3. Tamaño y resolución de imágenes.

Definición.

En la siguiente, nosotros adoptamos una imagen rectangular, y mientras que es una suposición relativamente segura, existen excepciones. El tamaño de una imagen es determinada directamente por el Width M (número de columnas) y el height N (número de filas) de una imagen de matriz I .

La resolución de una imagen especifica la dimensión espacial de una imagen en el mundo real y es dada como el número de elementos de una imagen por medición. En muchos casos, la resolución de una imagen es lo mismo en las direcciones horizontal y vertical, lo que significa que los elementos de la imagen son cuadrados. (Burger y Burgue, 2009, pág. 8)





$F(x,y)$

148	123	52	107	123	162	172	123	...
147	130	92	95	98	130	171	171	...
141	118	121	148	117	107	144	137	...
82	106	93	172	149	131	138	134	...
57	101	72	54	109	111	104	76	...
138	102	128	159	168	147	116	129	...
...

$I(u,v)$

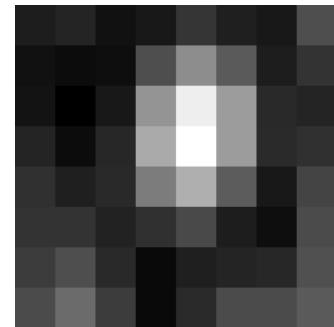


Ilustración 2- Transformación de una función de intensidad continua $F(x,y)$ a una imagen digital discreta $I(u,v)$.

Fuente: (Burger & Burgue, 2009)

2.3.4. Sistema de coordenadas de imágenes.

Definición.

Con el fin de saber a qué posición corresponde en la imagen y que elemento, necesitamos imponer un sistema de coordenadas. Al contrario de la matemática convencional, los sistemas de coordenadas en una imagen procesada es usualmente volteada en la dirección vertical; que es la coordenada Y que se extiende desde la parte superior a la inferior y el origen es la esquina superior izquierda. Mientras este sistema no tenga prácticamente o teóricamente ventaja



de hecho puede ser un poco confuso en el contexto de transformaciones geométricas. El sistema supuestamente tiene su origen el diseño original de sistema de emisión de televisión, donde las filas de la imagen son enumeradas a lo largo de deflexión vertical del electrón beam, que se mueve de arriba hacia debajo de la pantalla. Nosotros comenzamos la enumeración de las filas y columnas a cero para razones prácticas. (Burger y Burgue, 2009, pág. 9)

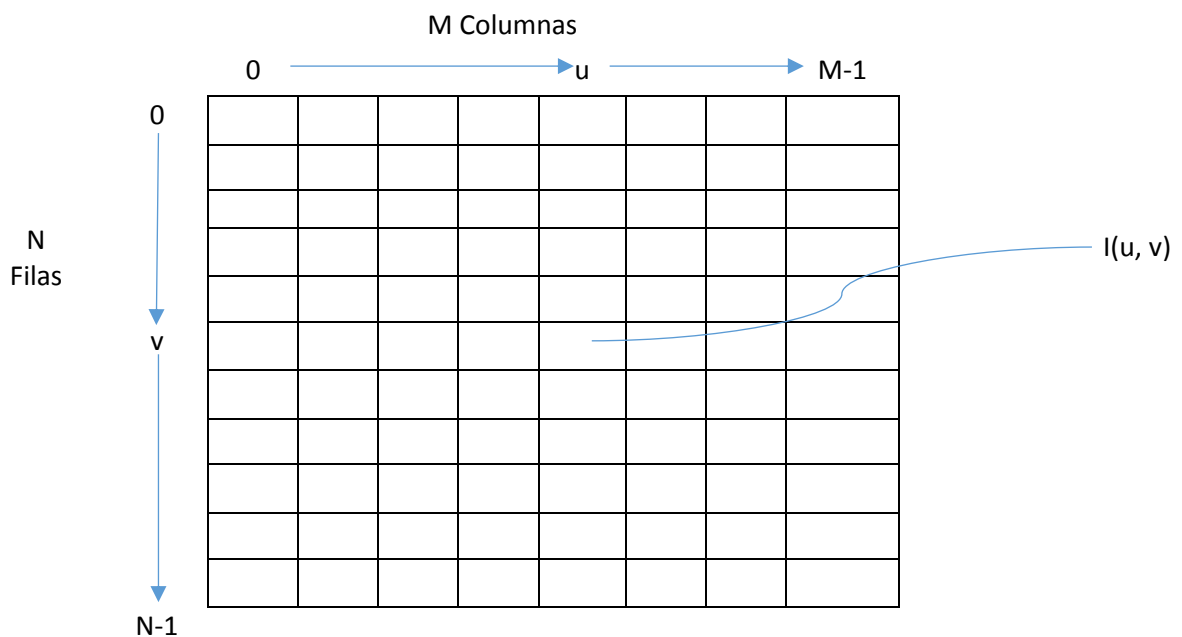


Ilustración 3- Imagen de coordenadas, es común utilizar un sistema de coordenadas donde el origen ($u=0, v=0$) en la esquina superior izquierda. Las coordenadas u, v representa las columnas y filas de una imagen, respectivamente.

Fuente: (Burger & Burgue, 2009)

2.3.5. Pixels.

Definición.

La información dentro de un elemento de la imagen depende del tipo de datos usados a representar. Los pixeles son prácticamente siempre palabras binarias de longitud k de manera que un pixel puede representar cualquier 2^k de valores



diferentes. El valor k es llamado el bit de profundidad de la imagen. El exacto nivel de bits disponibles de un pixel individual depende de la clase de imagen, por ejemplo, binario, escala de grises, o RGB color. Las propiedades de algunos tipos de imágenes comunes se resumen a continuación. (Burger y Burgue, 2009, pág. 10)

a. Imágenes en escala de grises (imágenes de intensidad).

Los datos de imagen en una escala de grises constan de un solo canal que representa la intensidad, brillo, o la densidad de la imagen. En la mayoría de los casos, sólo los valores positivos tienen sentido, ya que los números representan la intensidad de la energía de la luz o la densidad de la película y por lo tanto no puede ser negativo, por lo que se utilizan normalmente enteros en el rango de $[0 \dots 2^k - 1]$. Por ejemplo, una imagen en escala de grises típico utiliza $k = 8$ bits (1 byte) por valores de píxeles y la intensidad en el rango de $[0, \dots, 255]$, donde el valor 0 representa la luminosidad mínima (negro) y 255 el máximo brillo (blanco). (Burger y Burgue, 2009, pág. 11)

b. Imágenes binarias.

Imagen binaria son un tipo especial de imagen de intensidad de los píxeles sólo pueden tomar uno de dos valores, negro o blanco. Estos valores se codifican típicamente usando un solo bit (0/1) por píxel. Imágenes binarias se utilizan a menudo para representar gráficos de línea, archivar documentos, la codificación de las transmisiones de fax, y por supuesto en la impresión electrónica. (Burger y Burgue, 2009, pág. 11)

c. Imágenes en color.

La mayoría de las imágenes en color se basan en los colores primarios rojo, verde y azul (RGB), por lo que normalmente uso de 8 bits para cada componente



de color. En estas imágenes en color, cada píxel requiere $3 \times 8 = 24$ bits para codificar los tres componentes, y la gama de cada componente de color individual es [0... 255]. Como con imágenes de intensidad, imágenes de color con 30, 36, y 42 bits por píxel se utilizan comúnmente en aplicaciones profesionales. Por último, mientras que la mayoría de las imágenes en color contienen tres componentes, las imágenes con cuatro o más componentes de color son comunes en la mayoría de las aplicaciones de pre impresión, normalmente basado en la sustracción CMYK (Cian-Magenta-Amarillo-Negro) modelo de color.

Imágenes indexadas o paleta constituyen una clase muy especial de imágenes en color de. La diferencia entre una indexed de imagen y una true color de imagen es el número de diferentes colores (menos de una indexed de imagen) que se pueden utilizar en una imagen en particular. En una imagen indexada, los valores de los píxeles son sólo índices (con de 8 bits) sobre una tabla específica de los valores a todo color seleccionados. (Burger y Burgue, 2009, pág. 12)

d. Imágenes especiales.

Imágenes especiales son necesarios si ninguno de los formatos estándar por encima es suficiente para representar los valores de la imagen. Dos ejemplos comunes de imágenes especiales son aquellos con valores negativos y aquellos con valores de punto flotante. Imágenes con valores negativos surgen durante las etapas de procesamiento de imágenes, tales como el filtrado de detección de bordes, y las imágenes con valores de punto flotante se encuentran a menudo en aplicaciones médicas, biológicas o astronómicas, donde se requieren rango numérico ampliado y precisión. Estos formatos especiales son en su mayoría aplicación específica y por lo tanto puede ser difícil de utilizar con herramientas



de procesamiento de imagen estándar. (Burger y Burgue, 2009, pág. 12)

Tabla 3- Profundidades de bits de los tipos de imagen comunes y ámbitos de aplicación típicos.

Escala de Grises (Imágenes de intensidad)			
Canal	Bits/Pixel	Rango	Uso
1	1	0 ... 1	Imagen binaria: Documentos, ilustraciones, fax
1	8	0 ... 255	Universal: Foto, tomografía, impresión
1	12	0 ... 4095	Alta Calidad: Foto, tomografía, impresión
1	14	0 ... 16383	Profesional: Foto, tomografía, impresión
1	16	0 ... 65535	De la máxima calidad: Medicina, astronomía

Imágenes en Color			
Canal	Bits/Pixel	Rango	Uso
3	24	[0 ... 255] ³	RGB, Universal: Foto, tomografía, impresión
3	36	[0 ... 4095] ³	RGB, Alta Calidad: Foto, tomografía, impresión
3	42	[0 ... 16383] ³	RGB, Profesional: Foto, tomografía, impresión
3	32	[0 ... 255] ⁴	CMYK, pre impresión digital

Imágenes Especiales			
Canal	Bits/Pixel	Rango	Uso
1	16	-32768 ... 32767	Valores enteros pos / neg, mayor rango
1	32	$\pm 3.4 \cdot 10^{38}$	valores de punto flotante: medicina, astronomía
1	64	$\pm 1.8 \cdot 10^{308}$	valores de punto flotante: Procesamiento Interno

Fuente: (Burger y Burgue, 2009)

2.3.6. Formato de archivo de imagen.

Hoy existe una amplia gama de formato de archivo estándar, y los desarrolladores casi siempre se pueden encontrar al menos un formato existente que es adecuado para su aplicación.

A continuación se detallan los formatos de imágenes digitales, más comunes:



Tagged Image File Format (TIFF).

Esta es ampliamente utilizado y formato de archivo flexible, diseñado para satisfacer las necesidades de profesional de diversos campos. Fue desarrollado originalmente por Aldus y posteriormente ampliado por Microsoft y actualmente adobe. El formato TIFF es un formato de gráficos antiguo, que permite almacenar imágenes de mapas de bits (trama) muy grandes (más de 4 GB comprimidos) pero perdiendo calidad y sin considerar las plataformas o periféricos utilizados (Mapa de bits independiente del dispositivo, reconocido como DIB). El formato TIFF permite almacenar imágenes en blanco y negro, en colores verdaderos (hasta 32 bits por píxel) y también indexar imágenes utilizando una paleta.

Además, el formato TIF permite que se utilicen varios espacios de color:

- a. RGB (rojo, verde, azul)
- b. CMYK (cian, magenta, amarillo, negro)
- c. CIE L*a*b
- d. YUV / YCrCb

El principio del formato TIF consiste en definir etiquetas (de ahí el nombre Formato de archivo de imágenes con etiquetas) que describen las características de la imagen.

Las etiquetas permiten almacenar información acerca de las dimensiones de la imagen, la cantidad de colores utilizados, el tipo de compresión (pueden utilizarse varios algoritmos: LZW, ZIP, CCITT y JPEG) o la corrección de gama. Por lo tanto, una descripción de imagen que utiliza etiquetas simplifica la programación del software permitiendo guardar información en formato TIFF. Por otro lado, la cantidad de opciones es tan amplia que muchos editores de imágenes que admiten el formato TIFF no las integran todas. Por ende, algunas



veces, una imagen guardada que utiliza el formato TIFF no se puede leer por medio de otro editor. (Burger y Burgue, 2009, pág. 13)

Graphics Interchange Format (GIF).

El formato GIF fue diseñado originalmente por CompuServe en 1986 para codificar de manera eficiente los ricos gráficos de línea utilizados en su sistema de tablón de anuncios. Desde que se cultiva en uno de los formatos más utilizados para la representación de imágenes en la web. Esta popularidad se debe en gran parte a su temprano apoyo a color indexado en múltiples profundidades de bits, compresión LZW, carga imagen entrelazada, y la capacidad de codificar animaciones sencillas mediante el almacenamiento de una serie de imágenes en un solo archivo para visualización secuencial después. GIF es esencialmente un formato de archivo de imagen indexada diseñado para imágenes en color y en escala de grises con una profundidad máxima de 8 bits y por lo tanto no admite imágenes de color verdadero. Ofrece apoyo eficiente para codificar las paletas que contienen de 2 a 256 colores, uno de los cuales se pueden marcar para la transparencia. Gif apoya paletas de colores en la gama de 2... 256, lo que permite pixeles para ser codificado utilizando usando menos bits. (Burger y Burgue, 2009, pág. 15)

Portable Network Graphics (PNG).

PNG se desarrolló originalmente como un reemplazo para el formato de archivo GIF, cuando surgieron problemas de licencia por su uso de la compresión LZW. Fue diseñado como un formato de imagen universal especialmente para su uso en el Internet, y, como tal, PNG soporta tres tipos diferentes de imagen:

1. True color (con hasta 3 x 16 bits / pixel)
2. escala de grises (con hasta 16 bits / pixel)



3. indexados (con un máximo de 256 colores)

Además, PNG incluye un canal alfa para la transparencia con una profundidad máxima de los 16 bits. En comparación, el canal de transparencia de una imagen GIF es sólo un único bit de profundidad. Mientras que el formato sólo admite una sola imagen por archivo, es excepcional, ya que permite que las imágenes de hasta $2^{30} \times 2^{30}$ píxeles. (Burger y Burgue, 2009, pág. 15)

Joint Photographic Experts Group (JPEG).

El estándar JPEG define un método de compresión para escala de grises y en color imágenes continuas, tales como los que surgirían de la fotografía de naturaleza.

El formato fue desarrollado por el Joint Photographic Experts Group (JPEG) con el objetivo de lograr una reducción media de datos de un factor de 1:16 y se constituyó en 1990 como ES-10918 ISO estándar. Hoy en día es el formato de archivo de imagen más utilizado. En la práctica, JPEG logra, dependiendo de la aplicación, la compresión en el orden de 1 bit por píxel cuando la compresión de imágenes en color de 24 bits para una calidad aceptable para su visualización. En el caso de las imágenes RGB, el núcleo del algoritmo consta de allí pasos principales:

1. **Conversión de color y disminución de la resolución:** Una transformación de color de RGB en el espacio YCC se utiliza para separar los componentes reales de color de la componente de brillo Y. Dado que el sistema visual humano es menos sensible a los cambios rápidos en color, es posible comprimir los componentes de color más, resultando en una reducción significativa de datos, sin una pérdida en la calidad de imagen subjetiva. (Burger y Burgue, 2009, pág. 16)



2. Transformada de coseno y cuantificación en el espacio de frecuencia:

La imagen se divide en una cuadrícula regular de 8 bloques, y para cada bloque independiente, el espectro de frecuencia se calcula usando la transformación de coseno discreta. A continuación, los 64 coeficientes espectrales de cada bloque se cuantifican en una tabla de cuantificación. El tamaño de esta tabla determina en gran medida la relación de compresión eventual, y por lo tanto la calidad visual, de la imagen. En general, los coeficientes de alta frecuencia, que son esenciales para la "nitidez" de la imagen, se reducen más durante este paso. Durante la descompresión estos valores de alta frecuencia se aproximan mediante valores calculados. (Burger y Burgue, 2009, pág. 16)

3. Compresión sin pérdidas: Finalmente, el flujo de datos componentes espectrales cuantificados se comprime de nuevo utilizando un método sin pérdida, tal como aritmética o codificación Huffman, con el fin de eliminar el último redundancia que queda en el flujo de datos. (Burger y Burgue, 2009, pág. 16)

Windows Bitmap (BMP).

El formato BMP es un simple, debajo de las ventanas ampliamente utilizadas, el formato de archivo de escala de grises de apoyo, un índice, y los true color. También es compatible con imágenes binarias, pero no de una manera eficiente ya que cada pixel se almacena utilizando un byte entero. Opcionalmente, el formato compatible sencillo sin pérdida, compresión basada en la longitud de gestión. Mientras BMP ofrece almacenamiento para una gama similar de tipos de imagen como TIFF, es un formato mucho menos flexible.

La estructura es la siguiente:



- a. Encabezado del archivo
- b. Encabezado de información del mapa de bits (también llamado encabezado de información).
- c. Paleta (opcional)
- d. Cuerpo de la imagen

El encabezado del archivo proporciona información acerca del tipo de archivo (mapa de bits) y su tamaño, así como también indica dónde comienza realmente la información de la imagen. (Burger y Burgue, 2009, pág. 20)

El encabezado comprende cuatro campos:

1. La firma (en 2 bytes), que indica que se trata de un archivo BMP con dos caracteres
 - 1.1. BM, 424D en hexadecimal, que indica que se trata de un mapa de bits de Windows
 - 1.2. BA que indica que se trata de un mapa de bits OS/2
 - 1.3. CI que indica que se trata de un icono de color de OS/2
 - 1.4. CP indica que es un puntero de color de OS/2
 - 1.5. IC indica que es un icono de OS/2
 - 1.6. PT indica que es un puntero de OS/2
2. El tamaño total del archivo en bytes (codificado en 4 bytes)
3. Un campo reservado (en 4 bytes)
4. El desajuste de la imagen (en 4 bytes), es decir, la ubicación del comienzo de la información de la imagen en relación con el comienzo del archivo

El encabezado de información del mapa de bits proporciona información acerca de la imagen, en especial las dimensiones y los colores. (Burger y Burgue, 2009, pág. 20)



La información del mapa de bits comprende cuatro campos:

1. El tamaño del encabezado de información del mapa de bits en bytes (codificado en 4 bytes). Los siguientes valores hexadecimales son posibles según el tipo de formato BMP:
 - 1.1. 28 para Windows 3.1x, 95, NT
 - 1.2. 0C para OS/2 1.x
 - 1.3. F0 para OS/2 2.x
2. El ancho de la imagen (en 4 bytes), es decir, el número de píxeles contados de forma horizontal
3. La altura de la imagen (en 4 bytes), es decir, el número de píxeles contados de forma vertical
4. El número de planos (en 2 bytes). Este valor es siempre 1
5. La profundidad del modelo de color (en 2 bytes), es decir, el número de bits usados para codificar el color. Este valor puede ser equivalente a 1, 4, 8, 16, 24 ó 32
6. El método de compresión (en 4 bytes). Este valor es 0 cuando la imagen no está comprimida o 1, 2 ó 3 según el tipo de compresión usado:
 - 6.1. 1 para la codificación RLE de 8 bits por píxel
 - 6.2. 2 para la codificación RLE de 4 bits por píxel
 - 6.3. 3 para la codificación de campo de bits, lo que significa que el color fue codificado por una máscara triple representada por la paleta
7. El tamaño total de la imagen en bytes (en 4 bytes).
8. La resolución horizontal (en 4 bytes), es decir, el número de píxeles por metro contado de forma horizontal



9. La resolución vertical (en 4 bytes), es decir, el número de píxeles por metro contado de forma vertical
10. El número de colores de la paleta (en 4 bytes)
11. El número de colores importantes de la paleta (en 4 bytes). Este campo puede equivaler a 0 cuando todos los colores son importantes. (Burger y Burgue, 2009, pág. 20)

La paleta es opcional:

Cuando se define la paleta, ésta contiene 4 bytes de forma sucesiva para cada una de las entradas, que representan:

1. El componente azul (en un byte)
2. El componente verde (en un byte)
3. El componente rojo (en un byte)
4. Un campo reservado (en un byte)

La codificación de imágenes se realiza escribiendo en forma sucesiva los bits que corresponden a cada píxel, línea por línea, comenzando por el píxel del extremo inferior izquierdo.

1. Las imágenes de 2 colores usan 1 bit por píxel, lo que significa que un byte permite codificar 8 píxeles
2. Las imágenes de 16 colores usan 4 bits por píxel, lo que significa que un byte permite codificar 2 píxeles
3. Las imágenes de 256 colores usan 8 bits por píxel, lo que significa que se necesita un byte para codificar cada píxel
4. Las imágenes de colores reales usan 24 bits por píxel, lo que significa que se necesitan 3 bytes para codificar cada píxel, respetando la alternancia del orden de los colores para el azul, el verde y el rojo. Cada línea de la imagen



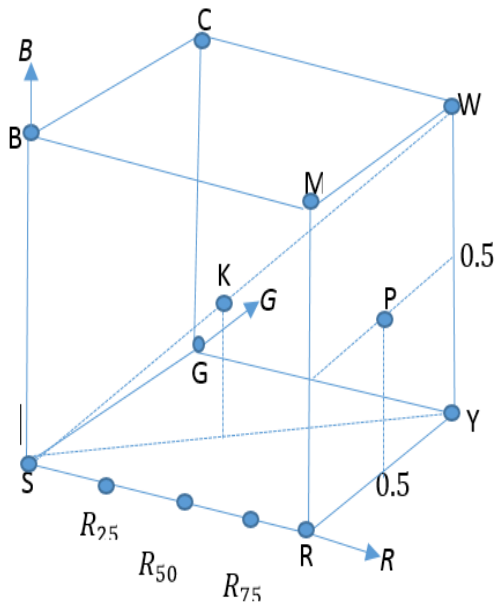
debe comprender un número total de bytes que sea múltiplo de 4; si este esquema no se cumple, la línea se debe completar con todos los 0 necesarios para respetar el criterio. (Burger y Burgue, 2009, pág. 20)

2.3.7. Imágenes en color RGB.

La combinación de colores RGB codifica colores como combinaciones de los tres colores primarios: rojo (R), verde (G) y azul (B). Este esquema se utiliza ampliamente para la transmisión, representación, y el almacenamiento de imágenes en color en ambos dispositivos analógicos, tales como televisores y dispositivos digitales, tales como computadoras, cámaras digitales y escáneres. Por esta razón, muchos de los programas de procesamiento de imágenes y gráficos utilizan el esquema RGB como su representación interna para imágenes en color, y la mayoría de los lenguajes de bibliotecas incluyendo las API de imagen de java, lo utilizan como su representación de imagen estándar.

RGB es un sistema de color aditivo, lo que significa que todos los colores inician con negro y se crean mediante la adición de los colores primarios. Usted puede pensar en la formación de color en este sistema como algo que ocurre en un cuarto oscuro donde se puede superponer tres haces de luz y uno rojo, uno verde y uno azul-en una hoja de papel blanco. (Burger y Burgue, 2009, pág. 185)





Valor RGB				
Punto	Color	R	G	B
S	Negro	0.00	0.00	0.00
R	Rojo	1.00	0.00	0.00
Y	Amarillo	1.00	1.00	0.00
G	Verde	0.00	1.00	0.00
C	Cian	0.00	1.00	1.00
B	Azul	0.00	0.00	1.00
M	Magenta	1.00	0.00	1.00
W	Blanco	1.00	1.00	1.00
K	50% gris	0.50	0.50	0.50
R ₇₅	75% rojo	0.75	0.00	0.00
R ₅₀	50% rojo	0.50	0.00	0.00
R ₂₅	25% rojo	0.25	0.00	0.00
P	Rosa	1.00	0.50	0.50

Ilustración 4- La representación del espacio de color RGB como un código de unidad tridimensional. El color primario rojo (R), verde (G) y azul (B) forman el sistema de coordenadas. Los tonos de gris, de los que K es un ejemplo, se encuentran en la diagonal.

Fuente: (Burger & Burgue, 2009)

Para crear diferentes colores, deberá modificar la intensidad de cada uno de estos haces de forma independiente. La distinta intensidad de cada haz de color primario controla la sombra y brillo del color resultante. Los colores gris y blanco se crean mediante la mezcla de los tres haces de colores primarios en la misma intensidad. El espacio de color RGB se puede visualizar como unidad de cubo tridimensional en la que los tres colores primarios forman el eje de coordenadas. Los valores RGB son positivos y se encuentran en el rango $[0, C_{max}]$; para la mayoría de las imágenes digitales, $C_{max} = 255$. Cada color posible C_i corresponde a un punto dentro del cubo de color RGB de la forma

$$C_i = (R_i, G_i, B_i)$$

Donde $0 \leq R_i, G_i, B_i \leq C_{max}$. Valores RGB a menudo se normalizaron para el intervalo $[0, 1]$ de modo que el espacio de color resultante forma un cubo unidad (Ilustra. 7). El punto $S = (0, 0, 0)$ se corresponde con el color negro, $W = (1, 1, 1)$



se corresponde con el color blanco, y todos los puntos que se encuentran en la diagonal entre S y W son tonos de gris creados a partir de igualdad de componentes de color $R = G = B$. (Burger y Burgue, 2009, pág. 186)

Organización de imágenes de color.

Las imágenes en color se representan de la misma manera como imágenes en escala de grises, mediante el uso de una matriz de píxeles en la que se utilizan diferentes modelos para ordenar los componentes de color individuales. En las siguientes secciones vamos a examinar la diferencia entre imágenes en **color verdadero (true color)**, que utilizan los colores seleccionados de manera uniforme de todo el espacio de color, y los llamados imágenes **paletizadas (palleted)** o **indexadas (indexed)**, en los que se utilizan sólo un conjunto selecto de colores distintos. Decidir qué tipo de imagen a utilizar depende de los requisitos de la aplicación. (Burger y Burgue, 2009, pág. 188)

Imágenes true color.

Un píxel en una imagen true color en puede representar cualquier color en su espacio de color, siempre y cuando se inscribe en el (discreto) gama de sus componentes de color individuales. True color son apropiadas cuando la imagen contiene muchos colores con sutiles diferencias, como ocurre en la fotografía digital y gráficos por ordenador foto realistas. Siguiendo nos fijamos en dos métodos de ordenamiento de los componentes de color en True colors: Ordenamiento de Componente y ordenamiento paquetes. (Burger y Burgue, 2009, pág. 185)

Ordenamiento de componentes.

En los componentes de ordenamiento (también referido como ordenación plana) los componentes de color se establecen en matrices independientes de



dimensiones idénticas. En este caso, la imagen de color $I = (I_R, I_G, I_B)$ puede ser pensado como un vector de imágenes de intensidades relacionadas I_R, I_G y I_B (Ilust.8), y los valores de los componentes RGB del color de la imagen I en la posición (u, v) se obtienen mediante el acceso a todas las tres imágenes de intensidad como sigue:

$$\begin{pmatrix} R_{u,v} \\ G_{u,v} \\ B_{u,v} \end{pmatrix} \leftarrow \begin{pmatrix} I_R(u, v) \\ I_G(u, v) \\ I_B(u, v) \end{pmatrix}$$

(Burger y Burgue, 2009, pág. 188)

Ordenamiento empaquetado.

En este ordenamiento empaquetado, los valores de los componentes que representan los colores de un pixel en particular son empaquetados juntos dentro de un elemento simple de la imagen de una matriz (Ilust.9) de manera que $I(u, v) = (R_{u,v}, G_{u,v}, B_{u,v})$.

El valor RGB de una imagen empaquetada I en la ubicación (u, v) es obtenido por el acceso de los componentes individuales del pixel del color como

$$\begin{pmatrix} R_{u,v} \\ G_{u,v} \\ B_{u,v} \end{pmatrix} \leftarrow \begin{pmatrix} Red(I(u, v)) \\ Green(I(u, v)) \\ Blue(I(u, v)) \end{pmatrix}$$

(Burger y Burgue, 2009, pág. 188)



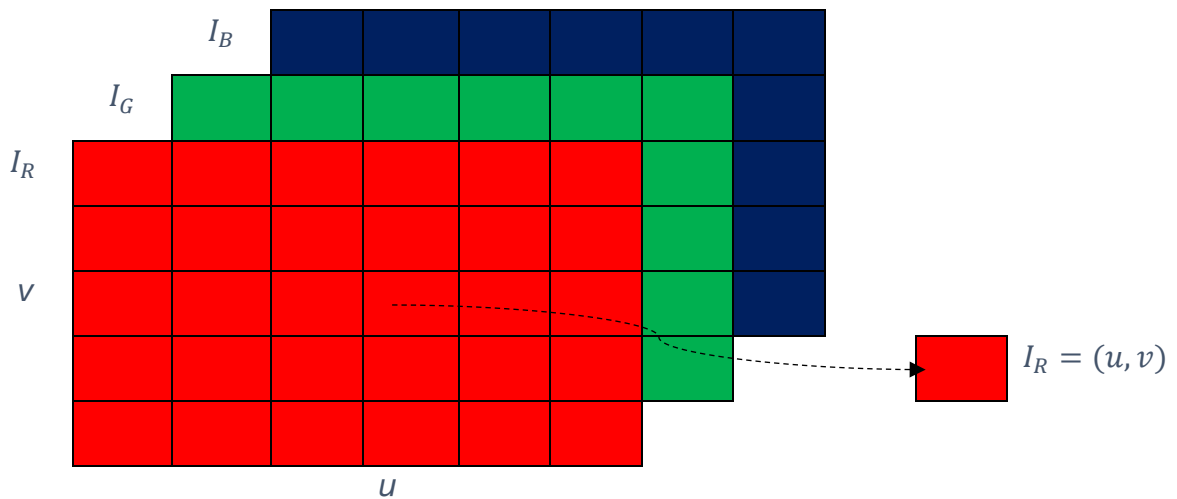


Ilustración 5- Imagen RGB a color en el ordenamiento de los componentes. Las tres componentes de color están dispuestas en matrices independientes I_R, I_G, I_B del mismo tamaño.

Fuente: (Burger y Burgue, 2009)

Matriz de pixel RGB

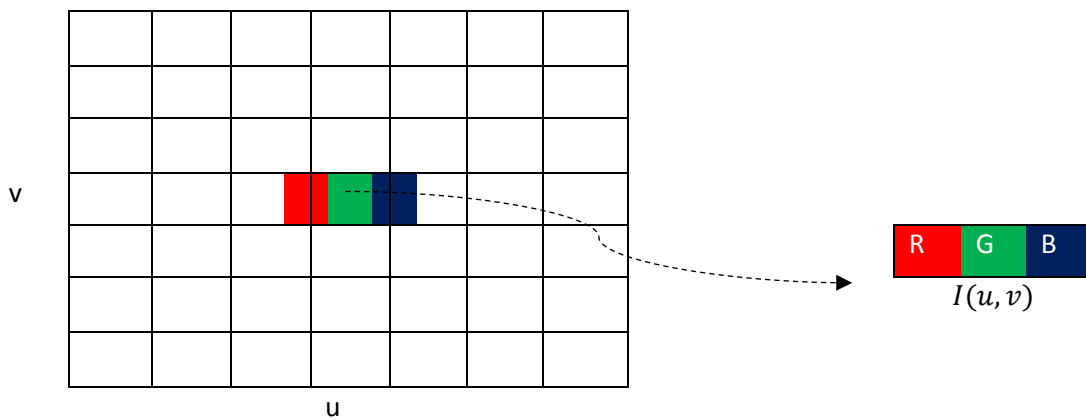


Ilustración 6- Imagen RGB color utilizando ordenamiento empaquetado. Los tres componentes de color R G y B se colocan juntos en un solo elemento de la matriz.

Fuente: (Burger & Burgue, 2009)

La función de acceso, Rojo (), Verde (), Azul (), dependerá de la aplicación específica utilizada para codificar los píxeles de color.



Imágenes Indexadas (indexed).

Imágenes indexadas permiten sólo un número limitado de colores distintos y, por tanto, se utilizan sobre todo para la gama ilustraciones y gráficos de píxeles que contiene grandes regiones del mismo color. A menudo este tipo de imágenes se almacenan en archivos GIF o PNG indexados para su uso en la Web. En estas imágenes indexadas, la matriz de pixels no contiene datos de color o de brillo, sino que se compone de números enteros k que se utiliza para indexar en una tabla de colores o "paleta"

$$P(k) = (r_k, g_k, b_k),$$

Para $k=0 \dots N-1$ (Ilust.). N es el tamaño de la tabla de colores y por lo tanto también el número máximo de colores de la imagen distintos (típicamente $n = 2$ a 256). Desde la tabla de colores puede contener cualquier valor de color RGB (r_k, g_k, b_k) , debe ser guardado como parte de la imagen. Los valores de los componentes RGB de una imagen indexada K en la posición (u, v) se obtienen como

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \leftarrow \begin{pmatrix} P_R(k) \\ P_G(k) \\ P_B(k) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_k \\ g_k \\ b_k \end{pmatrix}, \text{ con } k = I_{idx}(u, v).$$

Durante la transformación de una imagen de color verdadero de una imagen indexada (por ejemplo, de una imagen JPEG a una imagen GIF), el problema de la reducción de color óptimo, o cuantificación del color, levántate. Cuantificación del color es el proceso de determinar una tabla de colores óptima y luego mapear a los colores originales. (Burger y Burgue, 2009, pág. 189)



Imagen $I_{idx(u,v)}$

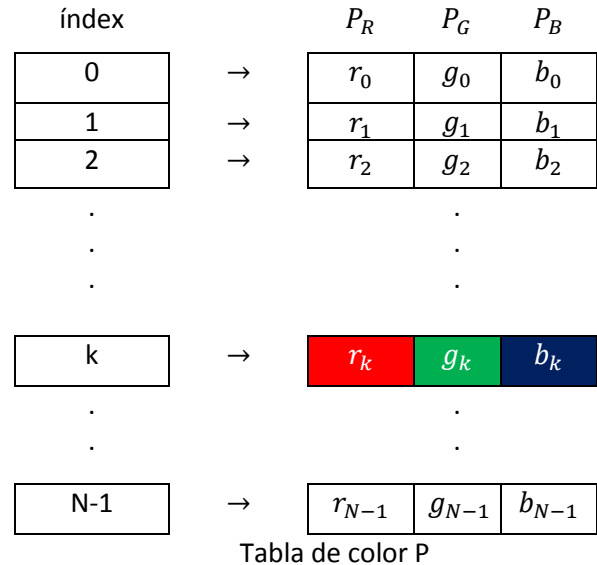
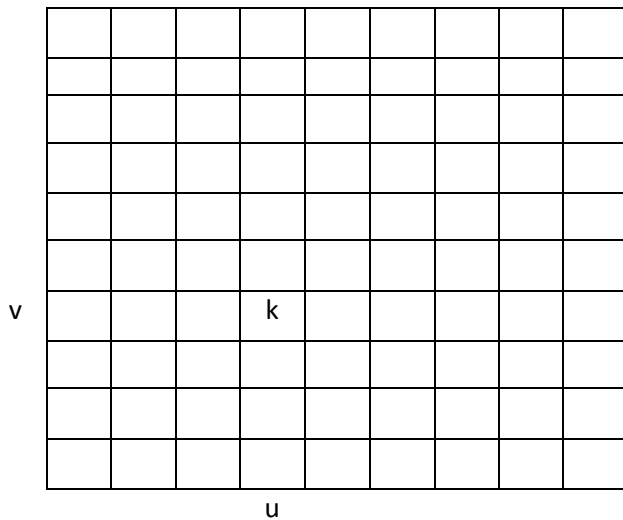


Ilustración 7- RGB imagen indexada. En lugar de un valor a todo color, cada píxel en $I_{idx(u,v)}$ contiene un índice k. El valor de color para cada k se define por una entrada en la tabla de colores o "paleta" P [k].

Fuente: (Burger & Burgue, 2009)

Espacio de color y conversión de color.

El sistema de color RGB es muy adecuado para su uso en la programación, ya que es fácil de manipular y asigna directamente al hardware de visualización típico. Al modificar colores dentro del espacio RGB, es importante recordar que el, o distancia medida métrica dentro de este espacio de color, no se corresponde proporcionalmente a nuestra percepción del color (por ejemplo, duplicando el valor de la componente rojo no necesariamente resultar en una el color que parece ser el doble de rojo). En general, en este espacio, modificando diferentes puntos de color por la misma cantidad puede causar muy diferentes cambios en el color. Además, los cambios de luminosidad en el espacio de color RGB también son percibidos como no lineal. (Burger y Burgue, 2009, pág. 200)



Conversión a escala de grises.

La conversión de una imagen de color RGB a una imagen en escala de grises procede calculando el valor de Y gris o luminancia equivalente para cada píxel RGB. En su forma más simple, Y podría ser calculado como la media

$$Y = Avg(R, G, B) = \frac{R + G + B}{3}$$

de los tres componentes de color R, G y B. Puesto que percibimos tanto rojo y verde como sustancialmente más brillante que el azul, la imagen resultante parece ser demasiado oscuro en el rojo y zonas verdes una muy brillante en los azules. Por lo tanto, una suma ponderada de los componentes de color

$$Y = Lum(R, G, B) = w_R \cdot R + w_G \cdot G + w_B \cdot B$$

se utiliza normalmente para calcular el valor de luminancia equivalente. Las ponderaciones utilizadas con mayor frecuencia fueron desarrolladas originalmente para las señales analógicas de televisión en color de codificación.

$$w_R = 0.299, w_G = 0.587, w_B = 0.114$$

(Burger y Burgue, 2009, pág. 202)

Espacio de color HSV/HSB and HLS.

En el espacio de color HSV, los colores son especificados por los componentes de tono, saturación y valor. A menudo, como en los productos de Adobe y la API de Java, el espacio HSV se llama HSB. Mientras que el acrónimo es diferente (en este caso B = brillo), denota el mismo espacio de color. El espacio de color HSV se muestra tradicionalmente como un revés, pirámide de seis lados, donde el eje vertical representa el (brillo) valor V, la distancia horizontal desde el eje de la S (Saturación) valor, y el ángulo de la H (Hue) valor. El espacio de color HLS (matiz, luminancia, saturación) es muy similar al espacio HSV, y el componente de matiz es, de hecho, completamente idéntica en ambos espacios. (Burger y



Burgue, 2009, pág. 205)

RGB a HSV.

Para convertir de RGB al espacio de color HSV, primero encontrar la saturación del RGB componentes de color $R, G, B \in [0, C_{max}]$, donde C es el valor del componente máximo (normalmente 255), como

$$S_{HSV} = \begin{cases} \frac{C_{rng}}{C_{high}}, & \text{para } C_{high} > 0 \\ 0, & \text{de lo contrario,} \end{cases}$$

y la luminancia (valor)

$$V_{HSV} = \frac{C_{high}}{C_{max}}$$

Con C_{high}, C_{low} , y C_{rng} definido como

$$C_{high} = \max(R, G, B), C_{low} = \min(R, G, B), C_{rng} = C_{high} - C_{low}$$

Por último, tenemos que especificar el valor de matiz H . Cuando los tres componentes de color RGB tienen el mismo ($R = G = B$), entonces se trata de un (gris) pixel acromático. En este caso particular, $c = 0$ y por lo tanto el valor de saturación $S = 0$, en consecuencia, la tonalidad es indefinido. Para calcular H cuando primero normalizar cada componente utilizando

$$R' = \frac{C_{high} - R}{C_{rng}}, G' = \frac{C_{high} - G}{C_{rng}}, B' = \frac{C_{high} - B}{C_{rng}}$$

Luego, dependiendo de cuál de los tres componentes de color original tenía el valor máximo, se calcula una tonalidad H' preliminar como

$$H' = \begin{cases} B' - G', & \text{si } R = C_{high} \\ R' - B' + 2, & \text{si } G = C_{high} \\ G' - R' + 4, & \text{si } B = C_{high} \end{cases}$$

Dado que el valor resultante para H se encuentra en el intervalo $[-1... 5]$, se obtiene el valor final tonalidad normalizando al intervalo $[0,1]$ como



$$H_{HSV} = \frac{1}{6} \cdot \begin{cases} (H' + 6) & \text{para } H' < 0 \\ H' & \text{de otra manera} \end{cases}$$

Por lo tanto todos los tres componentes H_{HSV} , H_{HSV} , y V_{HSV} se encuentran dentro del intervalo $[0,1]$. El valor de matiz H, naturalmente, también puede ser calculada en otro intervalo de ángulo, por ejemplo en el intervalo de 0 a 360 ° usando

$$H^{\circ}_{HSV} = H_{HSV} \cdot 360$$

(Burger y Burgue, 2009, pág. 207)

HSV a RGB.

Para convertir una tupla HSV ($H_{HSV}, H_{HSV}, V_{HSV}$), donde H_{HSV}, H_{HSV} , y $V_{HSV} \in [0,1]$, en el correspondiente (R, G, B) los valores de color, el sector color apropiado

$$H' = (6 \cdot H_{HSV}) \text{ mod } 6$$

($0 \leq H' < 6$) Se determina primero, seguido por el cálculo de los valores intermedios

$$\begin{aligned} c_1 &= [H], & x &= (1 - S_{HSV}) \cdot v_1 \\ c_2 &= H' - c_1, & y &= (1 - (S_{HSV} \cdot c_2)) \cdot V_{HSV} \\ & & z &= (1 - (S_{HSV} \cdot (1 - c_2))) \cdot V_{HSV} \end{aligned}$$

Dependiendo del valor de c_1 . el RGB normalizado los valores de R', G', B' $\in [0,1]$

a continuación, se calculan a partir $v = V_{HSV}, x, y, e z$ de la siguiente manera:

$$(R', G', B') = \begin{cases} (v, z, x), & \text{si } c_1 = 0 \\ (y, v, x), & \text{si } c_1 = 1 \\ (x, v, z) & \text{si } c_1 = 2 \\ (x, y, v) & \text{si } c_1 = 3 \\ (z, x, v) & \text{si } c_1 = 4 \\ (v, x, y) & \text{si } c_1 = 5 \end{cases}$$

El escalado entre los componentes RGB a números enteros en el rango $[0, N-1]$

(típicamente $N = 256$) se lleva a cabo como sigue:



$$\begin{aligned} R &= \min(\text{round}(N \cdot R'), N - 1), \\ G &= \min(\text{round}(N \cdot G'), N - 1), \\ B &= \min(\text{round}(N \cdot B'), N - 1) \end{aligned}$$

(Burger y Burgue, 2009, pág. 212)

RGB a HLS.

En el modelo HLS, el hue de valor H se calcula de la misma manera como en el modelo HSV,

$$H_{HLS} = H_{HSV}.$$

Los otros valores, L_{HLS} y S_{HLS} , se calculan de la siguiente (para C_{high} , C_{low} y C_{rng}):

$$L_{HLS} = \frac{C_{high} + C_{low}}{2},$$

$$S_{HLS} = \begin{cases} 0 & \text{para } L_{HLS} \\ 0.5 \cdot \frac{C_{rng}}{L_{HLS}} & \text{para } 0 < L_{HLS} \leq 0.5 \\ 0.5 \cdot \frac{C_{rng}}{1 - L_{HLS}} & \text{para } 0.5 < L_{HLS} < 1 \\ 0 & \text{para } L_{HLS} = 1 \end{cases}$$

(Burger y Burgue, 2009, pág. 213)

HLS a RGB.

Al convertir de HLS al espacio RGB, suponemos que $H_{HLS}, S_{HLS}, L_{HLS} \in [0, 1]$.

En el caso en que $L_{HLS}=0$ o $L_{HLS} = 1$, el resultado es

$$(R', G', B') = \begin{cases} (0,0,0) & \text{para } L_{HLS} = 0 \\ (1,1,1) & \text{para } L_{HLS} = 1. \end{cases}$$

De lo contrario, volvemos a determinar el sector color apropiado

$$H' = (6 \cdot H_{HLS}) \text{mod } 6,$$

Donde ($0 \leq H' < 6$), y, a continuación, basado en el sector resultante,

determinamos los valores



$$\begin{aligned}
 c_1 &= [H'] \\
 c_2 &= H' - c_1 \\
 d &= \begin{cases} S_{HLS} \cdot L_{HLS} & \text{para } L_{HLS} \leq 0.5 \\ S_{HLS} \cdot (L_{HLS} - 1) & \text{para } L_{HLS} > 0.5 \end{cases} \\
 w &= L_{HLS} + d & y &= w - (w - x) \cdot c_2 \\
 x &= L_{HLS} - d & z &= x + (w - x) \cdot c_2
 \end{aligned}$$

La asignación de los valores RGB se realiza de manera similar

$$(R', G', B') = \begin{cases} (w, z, x) & \text{si } c_1 = 0 \\ (y, w, x) & \text{si } c_1 = 1 \\ (x, w, z) & \text{si } c_1 = 2 \\ (x, y, w) & \text{si } c_1 = 3 \\ (z, x, w) & \text{si } c_1 = 4 \\ (w, x, y) & \text{si } c_1 = 5 \end{cases}$$

Por último, la ampliación de los $([0, 1])$ R' , G' , B' componentes de color RGB normalizados de nuevo en el rango $[0, 255]$. (Burger y Burgue, 2009, pág. 213)

Espacio de color en tv YUV e YCbCr

Estos espacios de color son una parte integral de las normas que rodean la grabación, almacenamiento, transmisión y visualización de las señales de televisión. YUV y YIQ son los métodos de codificación de colores fundamentales para los sistemas NTSC y PAL analógicas y YCbCr, forma parte de las normas internacionales que rigen la televisión digital. Todos estos espacios de color tienen en común la idea de separar el componente de luminancia Y a partir de dos componentes de crominancia y, en lugar de directamente codifica colores, la codificación de las diferencias de color. De esta manera, se mantiene la compatibilidad con sistemas heredados en blanco y negro, mientras que al mismo tiempo los anchos de banda para el brillo y los componentes de color. Dado que el sistema visual humano no es capaz de percibir detalle en los componentes de color, así como lo hace en la parte intensidad de una señal de vídeo, la cantidad de información, y en consecuencia el ancho de banda, que se utiliza en el canal de color puede ser reducido a aproximadamente $1 / 4$ de la



utilizada para el componente de intensidad. Este hecho también se utiliza cuando la compresión de imágenes fijas digitales y es por eso, por ejemplo. el codec JPEG convierte las imágenes RGB a YCbCr. Es por ello que estos espacios de color son importantes en el procesamiento digital de imágenes, aunque YIQ cruda o YUV imágenes se encuentran raramente en la práctica. (Burger y Burgue, 2009, pág. 213)

YUV

YUV es la base para la codificación de color utilizado en la televisión analógica, tanto en la American NTSC Norte y los sistemas PAL europeos. La componente de luminancia Y se calcula, a partir de los componentes RGB como

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

bajo la suposición de que los valores RGB ya se han corregido según el estándar de codificación de TV (NTSC y PAL = 2,2 = 2,8), para la reproducción. los componentes UV se calculan a partir de una diferencia ponderada entre la luminancia y los componentes azules o rojas como

$$U = 0.492 * (B - Y) \text{ y } V = 0.877 * (R - Y)$$

y toda la transformación de RGB a YUV es

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

La transformación de YUV a RGB se encuentra invirtiendo la matriz

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.000 & 0.000 & 1.140 \\ 1.000 & -0.395 & -0.581 \\ 1.000 & 2.032 & 0.000 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix}$$

(Burger y Burgue, 2009, pág. 213)



YCbCr

El espacio de color YCbCr es una variante internacionalmente estandarizado de YUV que se utiliza tanto para la televisión digital y la compresión de imágenes (por ejemplo, JPEG). Los componentes de croma Cb, Cr son (similar a la U, V) diferentes valores entre la luminancia y los componentes azul y rojo, respectivamente. En contraste con YUV, los pesos de los componentes RGB para la luminancia Y dependen explícitamente de los coeficientes utilizados para los valores de croma Cb y Cr. (Burger y Burgue, 2009, pág. 213)

Para pesos arbitrarios w_B , w_R la transformación se define como

$$Y = w_R * R + (1 - w_B - w_R) * G + w_B * B$$

$$C_b = \frac{0.5}{1 - w_B} * (B - Y)$$

$$C_r = \frac{0.5}{1 - w_R} * (R - Y)$$

Y la transformación inversa de YCbCr, RGB es

$$R = Y + \frac{1 - w_R}{0.5} * C_r$$

$$G = Y - \frac{w_B(1 - w_B) * C_b - w_R * (1 - w_R) * C_r}{0.5 * (1 - w_B - w_R)}$$

$$B = Y + \frac{1 - w_B}{0.5} * C_b$$

La recomendación BT.601 UIT especifica los valores $w_R = 0,299$ y el $w_B = 0,114$ ($w_G = 1 - w_B - w_R = 0,587$). Usando estos valores, la transformación se convierte

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

Y la transformación inversa se convierte



$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.000 & 0.000 & 1.403 \\ 1.000 & -0.344 & -0.714 \\ 1.000 & 1.773 & 0.000 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix}$$

2.3.8. El juego de caracteres.

Los lenguajes de programación utilizan juegos de caracteres “alfabeto” para comunicarse con las computadoras. Las primeras computadoras solo utilizaban información numéricas digitales mediante el código o alfabeto digital, y los primeros programas se escribieron en ese tipo de código, denominado código máquina-basado en dos dígitos 0 y 1, por ser inteligible directamente por la máquina (computadora). La enojona tarea de programar en código maquina hizo que el alfabeto evolucionase y los lenguajes de programación comenzaran a utilizar códigos o juegos de caracteres similares al utilizado en los lenguajes humanos. Así, hoy en día la mayoría de las computadoras trabajan con diferentes tipos de juegos de caracteres de los que se destacan el código ASCII y el EBCDIC.

De este modo, una computadora a través de los diferentes lenguajes de programación utiliza un juego o código de caracteres que serán fácilmente interpretados por la computadora y que pueden ser programados por el usuario. Tres son los código más utilizados actualmente en computadoras, ASCII (American Standard Code for Information Interchange), EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) y Unicode. (Joyanes, 2008, pág. 286)

2.3.9. Código ASCII.

Definición.

El código ASCII básico utiliza 7 bits (dígitos binarios, 0 ,1) para cada carácter a representar, lo que supone un total 2^7 (128) caracteres distintos. El código ASCII ampliado utiliza 8 bits y, en ese caso, consta de 256 caracteres. Este código



ASCII ha adquirido una gran popularidad, ya que es el estándar de todas las familias de computadoras personales. (Joyanes, 2008, pág. 286)

Tabla 4- Código ASCII básico de 128 caracteres, cada carácter es representado por 7 bits.

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
0	00	NULL	32	20	Espacio
1	01	SOH	33	21	!
2	02	STX	34	22	"
3	03	ETX	35	23	#
4	04	EOT	36	24	\$
5	05	ENQ	37	25	%
6	06	ACK	38	26	&
7	07	BEL	39	27	'
8	08	BS	40	28	(
9	09	HT	41	29)
10	0A	LF	42	2A	*
11	0B	VT	43	2B	+
12	0C	FF	44	2C	,
13	0D	CR	45	2D	-
14	0E	SO	46	2E	.
15	0F	SI	47	2F	/
16	10	DEL	48	30	0
17	11	DC1	49	31	1
18	12	DC2	50	32	2
19	13	DC3	51	33	3
20	14	DC4	52	34	4
21	15	NAK	53	35	5
22	16	SYN	54	36	6
23	17	ETB	55	37	7
24	18	CAN	56	38	8
25	19	EM	57	39	9
26	1A	SUB	58	3A	:
27	1B	ESC	59	3B	;
28	1C	FS	60	3C	<
30	1E	RS	62	3E	>
31	1F	US	63	3F	?

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
64	40	@	96	60	'
65	41	A	97	61	a
66	42	B	98	62	b
67	43	C	99	63	c
68	44	D	100	64	d
69	45	E	101	65	e
70	46	F	102	66	f
71	47	G	103	67	g



72	48	H	104	68	h
73	49	I	105	69	i
74	4A	J	106	6A	j
75	4B	K	107	6B	k
76	4C	L	108	6C	l
77	4D	M	109	6D	m
78	4E	N	110	6E	n
79	4F	O	111	6F	o
80	50	P	112	70	p
81	51	Q	113	71	q
82	52	R	114	72	r
83	53	S	115	73	s
84	54	T	116	74	t
85	55	U	117	75	u
86	56	V	118	76	v
87	57	W	119	77	w
88	58	X	120	78	x
89	59	Y	121	79	y
90	5A	Z	122	7A	z
91	5B	[123	7B	{
92	5C	\	124	7C	
94	5E	^	126	7D	}
95	5F	_	127	7F	DEL

Fuente: (Joyanes, 2008)

2.3.10. Código EBCDIC.

Definición.

El código EBCDIC utiliza 8 bits por carácter y, por consiguiente, consta de 256 caracteres distintos. Su notoriedad reside en ser el utilizado por la firma de IBM (sin embargo, en las computadoras personales PC, XT, AT y PS/2 IBM ha seguido el código ASCII). (Joyanes, 2008, pág. 287)

Tabla 5- Código EBCDIC de 255caracteres, cada carácter es representado por 8 bits.

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
0	00	NULL	32	20	€
1	01	SOH	33	21	SOS
2	02	STX	34	22	FS
3	03	ETX	35	23	WUS
4	04	SEL	36	24	EXC/INP
5	05	TAB	37	25	LF
6	06	RNL	38	26	ETB
7	07	DEL	39	27	ESC



8	08	GE	40	28	SA
9	09	SPS	41	29	SFE
10	0A	RPT	42	2A	SM/SW
11	0B	Vermont	43	2B	CSP
12	0C	FF	44	2C	MFA
13	0D	CR	45	2D	ENQ
14	0E	SO	46	2E	ACK
15	0F	SI	47	2F	BEL
16	10	DEL	48	30	
17	11	DC1	49	31	
18	12	DC2	50	32	SYN
19	13	DC3	51	33	IR
20	14	RES/PEV	52	34	PP
21	15	NL	53	35	TRN
22	16	BS	54	36	NBS
23	17	POC	55	37	EOT
24	18	CAN	56	38	SBS
25	19	EM	57	39	IT
26	1 A	UBS	58	3A	RFF
27	1B	CU1	59	3B	CU3
28	1C	IFS	60	3C	DC4
30	1E	IRS	61	3D	NAK
31	1F	ITB/IUS	63	3F	SUB

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
64	40	Espacio	96	60	-
65	41	RSP	97	61	/
66	42	â	98	62	Â
67	43	ä	99	63	Ä
68	44	à	100	64	À
69	45	á	101	65	Á
70	46	ã	102	66	Ã
71	47	ä	103	67	Ä
72	48	ç	104	68	Ç
73	49	ñ	105	69	Ñ
74	4A	c	106	6A	¡
75	4B	.	107	6B	,comma
76	4C	<	108	6C	%
77	4D	(109	6D	_
78	4E	+	110	6E	>
79	4F	,	111	6F	?
80	50	&	112	70	ø
81	51	É	113	71	É
82	52	ê	114	72	Ê
83	53	ë	115	73	Ë
84	54	è	116	74	È
85	55	í	117	75	Î
86	56	î	118	76	Ï
87	57	ï	119	77	Ì
88	58	ì	120	78	¸



89	59	ß	121	79	:
90	5A	!	122	7A	#
91	5B	\$	123	7B	@
92	5C	*	124	7C	'
94	5E	;	126	7D	=
95	5F	-	127	7F	"
Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
128	80	Ø	169	A9	z
129	81	a	173	AD	Ý
130	82	b	175	AF	®
131	83	c	176	B0	^
132	84	d	177	B1	£
133	85	e	178	B2	¥
134	86	f	180	B4	©
135	87	g	186	A3	[
136	88	h	187	A4]
137	89	i	192	C0	{
141	8D	ý	193	C1	A
144	90	DLE	194	C2	B
145	91	j	195	C3	C
146	92	k	196	C4	D
147	93	l	197	C5	E
148	94	m	198	C6	F
149	95	n	199	C7	G
150	96	o	200	C8	H
151	97	p	201	C9	I
152	98	q	203	CB	ô
153	99	r	204	CC	ö
156	9C	Æ	205	CD	ò
158	9E	æ	206	CE	ó
161	A1	~	207	CF	õ
162	A2	s	208	D0	}
163	A3	t	209	D1	J
164	A4	u	210	D2	K
165	A5	v	211	D3	L
166	A6	w	212	D4	M
167	A7	x	213	D5	N
168	A8	y	214	D6	O

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
215	D7	P	249	F9	9
216	D8	Q	251	FB	Û
217	D9	R	252	FC	Ü
219	DB	û	253	FD	Û
220	DC	ü	254	FE	Ú
221	DD	ù	255	FF	ÿ
222	DE	ú			
223	DF	ÿ			
224	E0	\			



226	E2	S
227	E3	T
228	E4	U
229	E5	V
230	E6	W
231	E7	X
232	E8	Y
233	E9	Z
235	EB	Ô
236	EC	Ö
237	ED	Û
238	EE	Û
239	EF	Ö
240	F0	0
241	F1	1
242	F2	2
243	F3	3
244	F4	4
245	F5	5
246	F6	6
247	F7	7
248	A8	8

Fuente: (Joyanes, 2008)

Tabla 6- Código ASCII de la computadora IBM PC de 255 caracteres, cada carácter es representado por 8 bits.

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
0	00	NULL	32	20	SP
1	01	☺	33	21	!
2	02	☹	34	22	"
3	03	♥	35	23	#
4	04	♦	36	24	\$
5	05	♣	37	25	%
6	06	♠	38	26	&
7	07	•	39	27	'
8	08	▣	40	28	(
9	09	○	41	29)
10	0A	◼	42	2A	*
11	0B	♂	43	2B	+
12	0C	♀	44	2C	,
13	0D	♪	45	2D	-
14	0E	♫	46	2E	.
15	0F	☀	47	2F	/
16	10	▶	48	30	0
17	11	◀	49	31	1
18	12	↕	50	32	2
19	13	!!	51	33	3
20	14	¶	52	34	4



21	15	§	53	35	5
22	16	—	54	36	6
23	17	↓	55	37	7
24	18	↑	56	38	8
25	19	↓	57	39	9
26	1A	→	58	3A	:
27	1B	←	59	3B	;
28	1C	L	60	3C	<
30	1E	↔	61	3D	=
31	1F	▲	62	3E	&

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
63	3F	?	94	5E	^
64	40	@	95	5F	_
65	41	A	96	60	̀
66	42	B	97	61	a
67	43	C	98	62	B
68	44	D	99	63	C
69	45	E	100	64	D
70	46	F	101	65	E
71	47	G	102	66	F
72	48	H	103	67	G
73	49	I	104	68	H
74	4A	J	105	69	I
75	4B	K	106	6A	J
76	4C	L	107	6B	K
77	4D	M	108	6C	L
78	4E	N	109	6D	M
79	4F	O	110	6E	N
80	50	P	111	6F	O
81	51	Q	112	70	P
82	52	R	113	71	Q
83	53	S	114	72	R
84	54	T	115	73	S
85	55	U	116	74	T
86	56	V	117	75	U
87	57	W	118	76	V
88	58	X	119	77	W
89	59	Y	120	78	X
90	5A	Z	121	79	y
91	5B	[122	7A	Z
92	5C	\	123	7B	{
93	5D]	124	7C	\

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
125	7D	}	156	9C	z
126	7E	~	157	9D	Y
127	7F	△	158	9E	Pts



128	80	Ç	159	9F	f
129	81	ü	160	A0	á
130	82	é	161	A1	í
131	83	â	162	A2	ó
132	84	ä	163	A3	ú
133	85	à	164	A4	ñ
134	86	â	165	A5	Ñ
135	87	ç	166	A6	a
136	88	ê	167	A7	o
137	89	ë	168	A8	¿
138	8A	è	169	A9	Г
139	8B	ï	170	AA	¬
140	8C	î	171	AB	½
141	8D	ì	172	AC	¼
142	8E	Ä	173	AD	¡
143	8F	Å	174	AE	«
144	90	É	175	AF	»
145	91	æ	176	B0	•
146	92	Æ	177	B1	•
147	93	ô	178	B2	•
148	94	ö	179	B3	•
149	95	ò	180	B4	•
150	96	û	181	B5	•
151	97	ù	182	B6	•
152	98	ÿ	183	B7	•
153	99	Ö	184	B8	•
154	9A	Ü	185	B9	•
155	9B	ç	186	BA	•

Valor ASCII	Valor Hex	Carácter	Valor ASCII	Valor Hex	Carácter
187	BB	⌋	224	E0	α
188	BC	⌌	225	E1	β
189	BD	⌍	226	E2	Г
190	BE	⌎	227	E3	π
191	BF	⌏	228	E4	Σ
192	C0	⌐	229	E5	σ
193	C1	⌑	230	E6	μ
194	C2	⌒	231	E7	τ
195	C3	⌓	232	E8	φ
196	C4	⌔	233	E9	θ
197	C5	⌕	234	EA	Ω
198	C6	⌖	235	EB	δ
199	C7	⌗	236	EC	∞
200	C8	⌘	237	ED	∅
201	C9	⌙	238	EE	€
202	CA	⌚	239	EF	∩
203	CB	⌛	240	F0	≡
204	CC	⌜	241	F1	±
205	CD	⌝	242	F2	≥
206	CE	⌞	243	F3	≤



207	CF	±	244	F4	∫
208	D0	∥	245	F5	∫
209	D1	≠	246	F6	÷
210	D2	∞	247	F7	≈
211	D3	∞	248	F8	°
212	D4	⊥	249	F9	.
213	D5	∞	250	FA	.
214	D6	∞	251	FB	√
215	D7	∞	252	FC	n
216	D8	∞	253	FD	2
217	D9	∞	254	FE	■
218	DA	∞	255	FF	NBSP
219	DB	■			
220	DC	■			
221	DD	■			
222	DE	■			
223	DF	■			

Fuente: (Joyanes, 2008)

2.3.11. Código universal Unicode para internet.

Definición.

El código estándar Unicode es un estándar internacional que define la representación de caracteres de una amplia gama de alfabetos. Tradicionalmente, como ya se ha comentado, los lenguajes de programación utilizaban el código ASCII cuyo juego de caracteres es de 127 (o 256 para el código ASCII ampliado) que se almacena en 7 (o en 8) bits y que básicamente incluían aquellos caracteres que aparecían en el teclado estándar (QWERTY). Sin embargo, la aparición de Java y posteriormente de C# como lenguajes universales requieren que estos puedan ser utilizados en lenguajes internacionales, como el español, alemán, francés, chino, etc. Esta característica requiere más de 256 caracteres diferentes. La representación Unicode que admite hasta 65536 resuelve estos problemas. (Joyanes, 2008, pág. 287)



2.3.12. Esteganografía.

Definición.

La palabra <<esteganografía>>, procedente del griego y cuyo significado es <<escrito protegido>>, se utiliza para denominar a la ciencia que estudia para denominar a la ciencia que estudia la ocultación de información en otra información. También se emplea este término al referirse a los procedimientos prácticos derivados de esta ciencia. El propósito de la esteganografía es establecer una vía de comunicación secreta entre dos partes, de modo que una tercera parte ubicada entre ambas no será capaz de detectar la existencia de tal comunicación.

En contraste con la criptografía, focalizada en la transformación de los mensajes originales en otros ininteligibles para las personas no autorizadas que puedan interceptarlos, la esencia de la esteganografía reside en ingeniar métodos indetectables de ocultar los propios mensajes. (Contretas Pinochet, 2014, pág. 234)

Tipo de técnicas esteganográficas.

Dentro del modelo general de la esteganografía, básicamente se pueden derivar tres tipos de técnicas esteganográficas:

Esteganografía pura: Un sistema de esteganografía pura se caracteriza porque no requiere un intercambio previo de información como por ejemplo, claves compartidas, por lo tanto no se necesita información para iniciar el proceso de comunicación y la seguridad de este sistema, solo depende de la discreción. A continuación un esquema de como funcionaria este sistema: (Morocho Checa, Implementación del algoritmo esteganográfico f5 para imágenes JPEG a color, 2014, pág. 6)



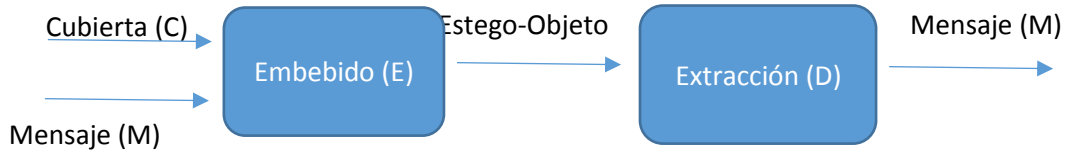


Ilustración 8- Sistema de esteganografía pura.

Fuente: (Morocho Checa, Implementación del algoritmo esteganográfico f5 para imágenes JPEG a color, 2014)

Esteganografía de clave secreta: Un sistema de esteganografía de clave secreta es muy parecido a un sistema de cifrado simétrico, en el cual el emisor selecciona una cubierta e incrusta el mensaje secreto en la cubierta haciendo uso de una clave secreta. Si el receptor conoce la clave secreta, este puede obtener el mensaje oculto. (Morocho Checa, Implementación del algoritmo esteganográfico f5 para imágenes JPEG a color, 2014, pág. 6)

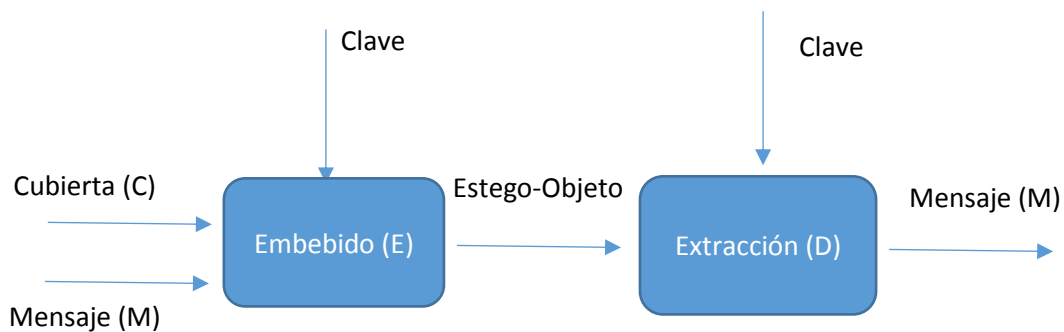


Ilustración 9- Sistema de esteganografía de clave secreta.

Fuente: (Morocho Checa, Implementación del algoritmo esteganográfico f5 para imágenes JPEG a color, 2014)

Esteganografía de clave pública: Un sistema de esteganografía de clave pública no requiere del intercambio de una clave secreta. Este sistema requiere de dos claves, una privada (secreta), la cual es usada en el proceso de inserción del mensaje secreto y la otra pública, la cual es almacenada en una base de



datos pública. La clave secreta es usada para reconstruir el mensaje. (Morocho Checa, Implementación del algoritmo esteganográfico f5 para imágenes JPEG a color, 2014, pág. 7)

Clasificación de las técnicas esteganográficas.

Existen varias formas de clasificar los sistemas esteganográficos. Se pueden dividir de acuerdo al tipo de cubierta utilizada para la comunicación secreta, o bien clasificar de acuerdo a las modificaciones aplicadas a la cubierta en el proceso de inclusión. (Torres Maya, 2005, pág. 21)

Las clasificaciones son las siguientes:

Sistema de Dominio Espacial: El sistema matricial de coordenadas de una imagen es lo que se denomina dominio espacial, sin embargo, la misma imagen puede ser considerada, como una función no periódica y definirse en otro espacio bidimensional, cuyos ejes vengán determinados por la amplitud y la frecuencia para cada dirección de la imagen. Este nuevo espacio de referencia para la descripción de la imagen se conoce como dominio de la frecuencia. En la aplicación de la esteganografía en el dominio espacial, los algoritmos son usados para la manipulación de los píxeles y la inserción de datos secretos en los bits menos significativos o bien de mayor redundancia; en el dominio de la frecuencia está asociada a los cambios de las frecuencias altas y bajas de la imagen, de ello bajas frecuencias en la imagen son producidas por los cambios graduales en el brillo de la imagen, sin embargo las altas frecuencias como los bordes, las líneas y ciertos tipos de ruido son usados para la ocultar mensajes secretos. (Torres Maya, 2005, pág. 21)

Sistema Dominio Frecuencial: Recientemente se ha notado en el sistema de desarrollo de esteganografía que, insertar información en el dominio frecuencial



de una señal puede ser mucho más robusto que insertar información en el dominio del tiempo, los sistemas robustos de esteganografía más conocidos actualmente, realmente operan en alguna clase de dominio de la transformada. Los métodos de transformación de dominio que ocultan mensajes en áreas significativas de la imagen contenedora lo hacen más robusto ante ataques, tales como compresión, recortamiento de esta forma mientras ellos son más robustos a varios tipos de procesamiento de señales, los hace imperceptibles ante el sistema visual humano.

Existen variaciones de transformación de dominio, la transformación puede ser aplicada sobre la imagen entera, por bloques de la imagen o en otras variaciones, un método es utilizar la DCT (Discrete Cosine Transform) como una forma para insertar información en un contenedor o cubierta, otro es el uso de la transformada de Wavelet, sin embargo la compensación entre el monto de información oculta y la robustez obtenida difiere. (Torres Maya, 2005, pág. 22)

Métodos de la técnicas esteganográficas

Existen varios métodos para ocultar información entre ellos tenemos:

Least Significant Bit (LSB): En el método LSB, consiste en sustituir x-bits de información secreta, por los x-bits, menos significativos, usados para representar el valor de un pixel de la imagen que se utilizara para la cubierta. En el proceso de extracción, se toman los x-bits menos significativos de cada pixel de la imagen y se reconstruye la información secreta. Como se puede apreciar el método, la calidad de la imagen, luego de ocultar información, puede degradarse mucho con respecto a la imagen original, si el valor de x aumenta. Se dice que el bit menos significativo LSB (bit menos significativo) es el bit que se encuentra derecho de la cadena binaria, y al ser invertido el valor del bit que es entero será

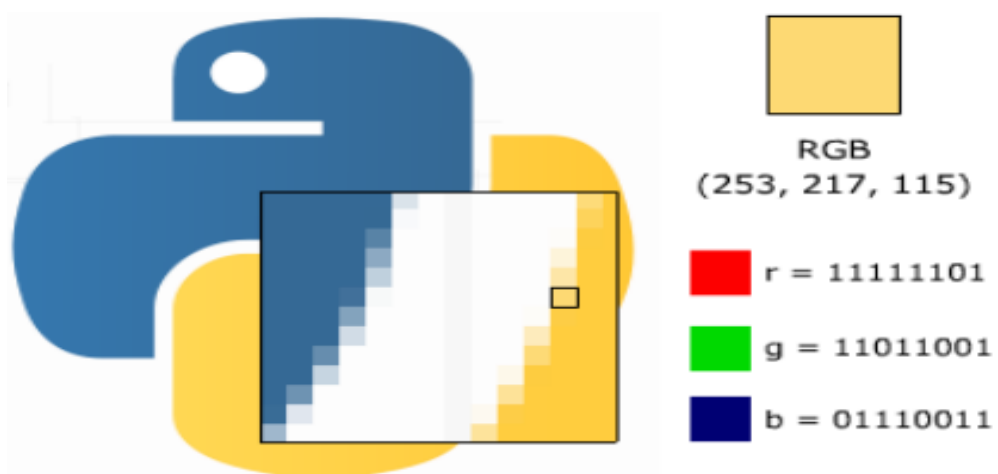


apenas una unidad y por eso produce alteraciones mínimas en los colores de la imagen, llegando a ser imperceptible, por eso, es lo más indicado para ser utilizado por la esteganografía.

RGB tiene tres tonos de colores: Rojo (Red), Green (Verde) y azul (azul). La técnica de esteganografía LSB consiste básicamente en ocultar los bits de la información en los bits menos significativos de cada una de estas 3 tonalidades, de esa forma cada pixel de una imagen comparte 3 bits de información. Mediante ese método, el tamaño de la imagen no es alterado, pues ningún bit más es adicionado, una vez que solamente los bits menos significativos irán para ser modificados.

Una desventaja de este proceso es que a veces el bit de la capa alfa, que proporciona la transparencia, pueden ser modificados y en ese caso es bien posible que el proceso sea notado y la técnica descubierta. Al usar la técnica LSB si se respeta la relación de imagen (Aspecto) de la información serán insertadas, es posible ocultar documentos de texto, imágenes y hasta audios. (Pereira Pinto, 2010, pág. 2)

Imagen Digital



Procesamiento del mensaje de una cadena a binario

Información	
Mensaje	Tux
Código ASCII	T=84
	u=117
	x=120
Código Binario	T=01010100
	u=01110101
	x=01111000
Información	010101000111010101111000

Esteganografía en la imagen digital en su correspondiente pixel

Píxeles		Información	Píxeles esteganografiados	
	r=1111110 1	0		r=1111110 0
	g=1101100 1	1		g=1101100 1
	b=0111001 1	0		b=0111001 0
	r=1111111 1	1		r=1111111 1
	g=1100110 1	0		g=1100110 0
	b=0011111 0	1		b=0011111 1
	.	.		.
	.	.		.
	.	.		.

Ilustración 10- Esteganografía en una imagen de color aplicando LSB (Bit Menos Significativo), incrustando un mensaje:Tux.

Fuente: (Pereira Pinto, 2010)



Discrete Cosine Transform (DCT): En el procesamiento de imagen digital, la DCT en dos dimensiones está definida por las siguientes ecuaciones.

$$S(u, v) = \frac{2}{N} C(u)C(v) \sum_{X=0}^{N-1} \sum_{Y=0}^{N-1} s(x, y) \cos\left(\frac{\pi u(2x+1)}{2N}\right) \cos\left(\frac{\pi v(2y+1)}{2N}\right).. \quad (1)$$

$$s(u, v) = \frac{2}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} C(u)C(v)S(u, v) \cos\left(\frac{\pi u(2x+1)}{2N}\right) \cos\left(\frac{\pi v(2y+1)}{2N}\right).. \quad (2)$$

La DCT de dos dimensionales es el corazón de los más populares sistemas de pérdidas de compresión de imágenes usados en la actualidad. JPEG primero convierte la imagen para ser comprimida, en tres colores YCbCr, para después romper cada plano de color en bloques de 8x8 pixeles, después todos los bloques son transformados en DCT. En un paso de cuantización todos los coeficientes DCT son divididos por una predefinida cuantización de valores y redondeados al entero más cercano (acordando para un factor de calidad, la cuantización de valores que pueden ser escalados por una constante). El propósito de este proceso es modular la influencia de los diferentes componentes espectrales sobre una imagen.

En el particular, la influencia de los coeficientes más altos de la DCT es reducida, estos son probables para ser dominados por el ruido y no se espera que contribuyan a los detalles significativos de la imagen. Los coeficientes DCT resultantes son comprimidos usando la codificación entrópica (Huffman o codificación aritmética). En el paso de la decodificación JPEG se descuantizan todos los coeficientes para luego aplicar la DCT inversa y reconstruir los datos. La imagen reconstruida podría ser cerrada pero no idéntica a la original. (Torres Maya, 2005)



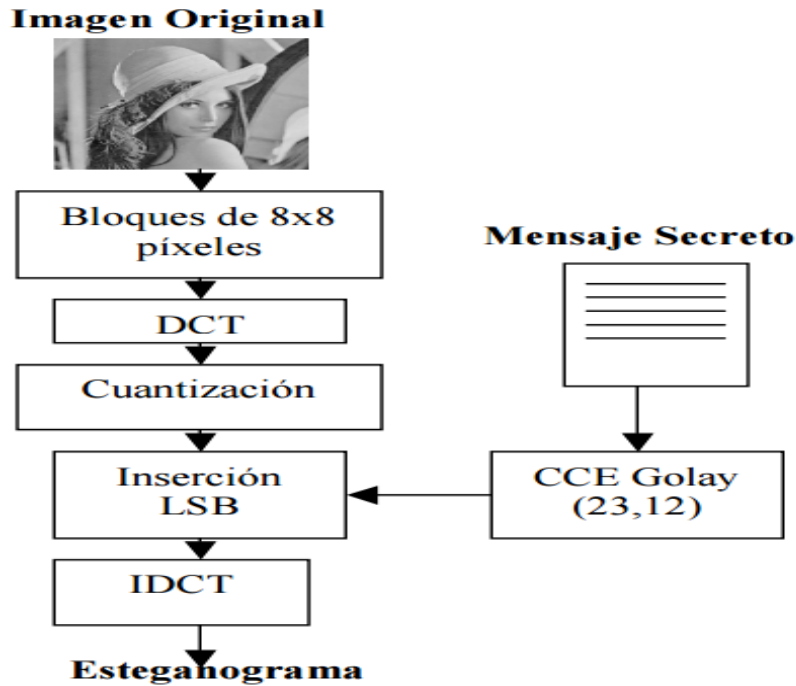


Ilustración 11- Proceso de inserción del mensaje secreto aplicando compresión JPEG.

Fuente: (López Hernández & otros, 2013)

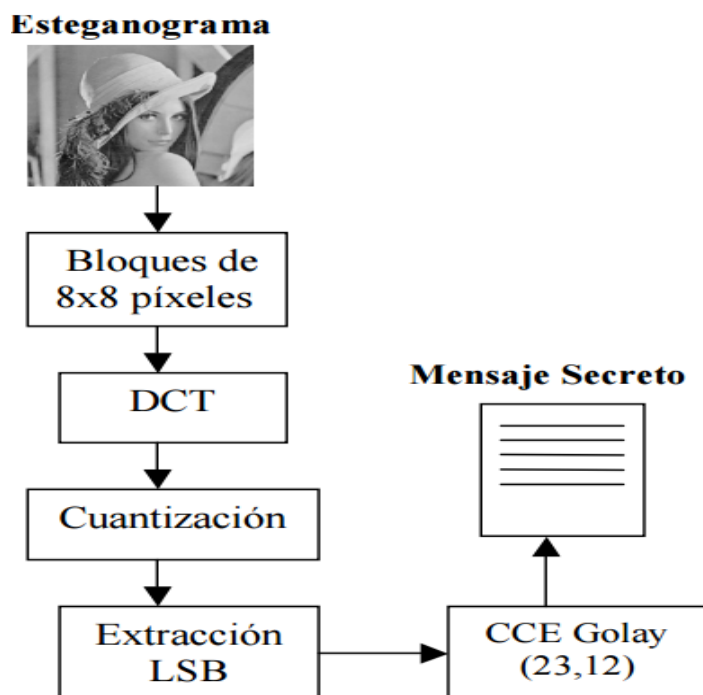


Ilustración 12- Proceso de extracción del mensaje secreto aplicando compresión JPEG.

Fuente: (López Hernández & otros, 2013)



2.4. Definición de terminología.

2.4.1. Imagen. Arreglo bidimensional de pixeles con diferentes intensidad luminosa (escala de gris). (Esqueda y Palafox, 2005)

2.4.2. Pixel. Elemento básico de una imagen. (Esqueda y Palafox, 2005)

2.4.3. DCT. Discrete Cosine Transform - Transformada discreta de cosenos. (López, et al., 2013)

2.4.4. LSB. Least Significant Bit – Bit menos significativo. (Pereira, 2010)

2.4.5. Bit. . El concepto se utiliza en la informática para nombrar a una unidad de medida de información que equivale a la selección entre dos alternativas que tienen el mismo grado de probabilidad. (Burger y Burgue, 2009)

2.4.6. Byte. Un byte es la unidad fundamental de datos en los ordenadores personales, un byte son ocho bits contiguos. El byte es también la unidad de medida básica para memoria, almacenando el equivalente a un carácter. (Burger y Burgue, 2009)

2.4.7. LWZ. Toma su nombre de sus desarrolladores (Lempel, Ziv y Welch), LZW es un algoritmo de compresión general, capaz de trabajar en casi cualquier tipo de datos. En general, es rápido tanto en la compresión y descompresión de datos y no requiere el uso de operaciones de punto flotante. LZW se conoce como una sustitución o algoritmo de codificación basado en diccionario. El algoritmo construye un diccionario de datos (también llamada una tabla de traducción o tabla de cadenas) de los datos que se producen en un flujo de datos sin comprimir. Los patrones de datos (subseries) se identifican en el flujo de datos y se hacen coincidir con las entradas en el diccionario. Si la sub-cadena no está presente en el diccionario, una frase código se crea basándose en el contenido de datos de la sub-cadena, y se almacena en el diccionario. (Voutssás, 2006)



CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO



CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación que se aplicara será Experimental.

3.1.2. Diseño de la investigación

Según Campbell y Stanley nuestra investigación es un diseño experimental cuasi experimental.

El diseño pre experimental “solamente después”

GRUPO EXPERIMENTAL (A) X O1

Donde (A es una asignación no controlada) X es el tratamiento y O1 es la observación al grupo

También podría ser el siguiente

Pre Experimental “Antes-Después”

GRUPO EXPERIMENTAL (A) O1 X O2

Donde (A es una asignación no controlada) x es tratamiento

O1 es la observación al grupo

O2 observación después del experimento.

3.2. Población y Muestra

Población: La población está determinada por la cantidad de imágenes otorgadas por el repositorio Visión que consta de 30.607 imágenes.

Muestra: La muestra está determinada en función a la población, para ello se ha utilizado la presente formula:

$$n = \frac{NZ^2PQ}{NE^2 + Z^2PQ}$$



Donde:

n: es el tamaño de la muestra;

Z: es el nivel de confianza;

P: es la variabilidad positiva;

Q: es la variabilidad negativa;

N: es el tamaño de la población;

E: es la precisión o el error.

Calcular muestra de imágenes.

$$n = \frac{NZ^2PQ}{NE^2 + Z^2PQ}$$

$$n = \frac{306077 * (1,28)^2 * (0,5) * (0,5)}{40 * (0,1)^2 + (1,28)^2 * (0,5) * (0,5)}$$

$$n = \frac{12536,6272}{306,4796}$$

$$n = 40,9052583$$

$$n = 41 \text{ imágenes}$$

3.3. Hipótesis

Si se identifica la mejor técnica Esteganográfica en imágenes digitales entonces se podrá ver el grado de imperceptibilidad.

3.4. Variables

Independiente: Técnicas esteganográficas

Dependiente: Imperceptibilidad



3.5. Operacionalización

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	TECNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Técnicas esteganográficas	Capacidad de ocultamiento	Número de elementos afectados por espacio de color	$EA = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N I(X_i, Y_j)$ EA=Elementos afectados I=Pixel de la imagen	Ficha de registro
		Numero de caracteres erróneos	$CE = \sum_{i=0}^n c(X_i)$ CE=Caracteres erróneos C= cantidad caracteres	Ficha de registro

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	FORMULA	TECNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Imperceptibilidad	Aspecto de la imagen digital	Detección visual	Para poder clasificar la detección visual se indicaron las siguientes grados de imperceptibilidad: B=0 M=1 A=2 B: Bajo M: Medio A: Alto	Guía de observación
		Fidelidad de la imagen	$FI = 1 - \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (I(m,n) - \hat{I}(m,n))^2}{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N I(m,n)^2}$ FI: Fidelidad de la imagen I=pixel de la Imagen \hat{I} =pixel de la Imagen alterada	Ficha de registro



3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Métodos de investigación

Los métodos adecuados para el desarrollo de la investigación son: La Observación, medición y experimental.

- a. **Observación:** Este método nos ayudara hacer un análisis mediante la sensopercepción.
- b. **Medición:** Este método nos ayudara a obtener información numérica acerca de la imperceptibilidad de la imagen ante las técnicas esteganográficas.
- c. **Experimental:** Este método nos ayudara evaluar el objeto de estudio bajo ciertas situaciones, abordándose en evaluar la imperceptibilidad de la imagen digital ante técnicas esteganográficas.

3.6.2. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas empleadas en la investigación ha sido la siguiente: La observación, análisis documental.

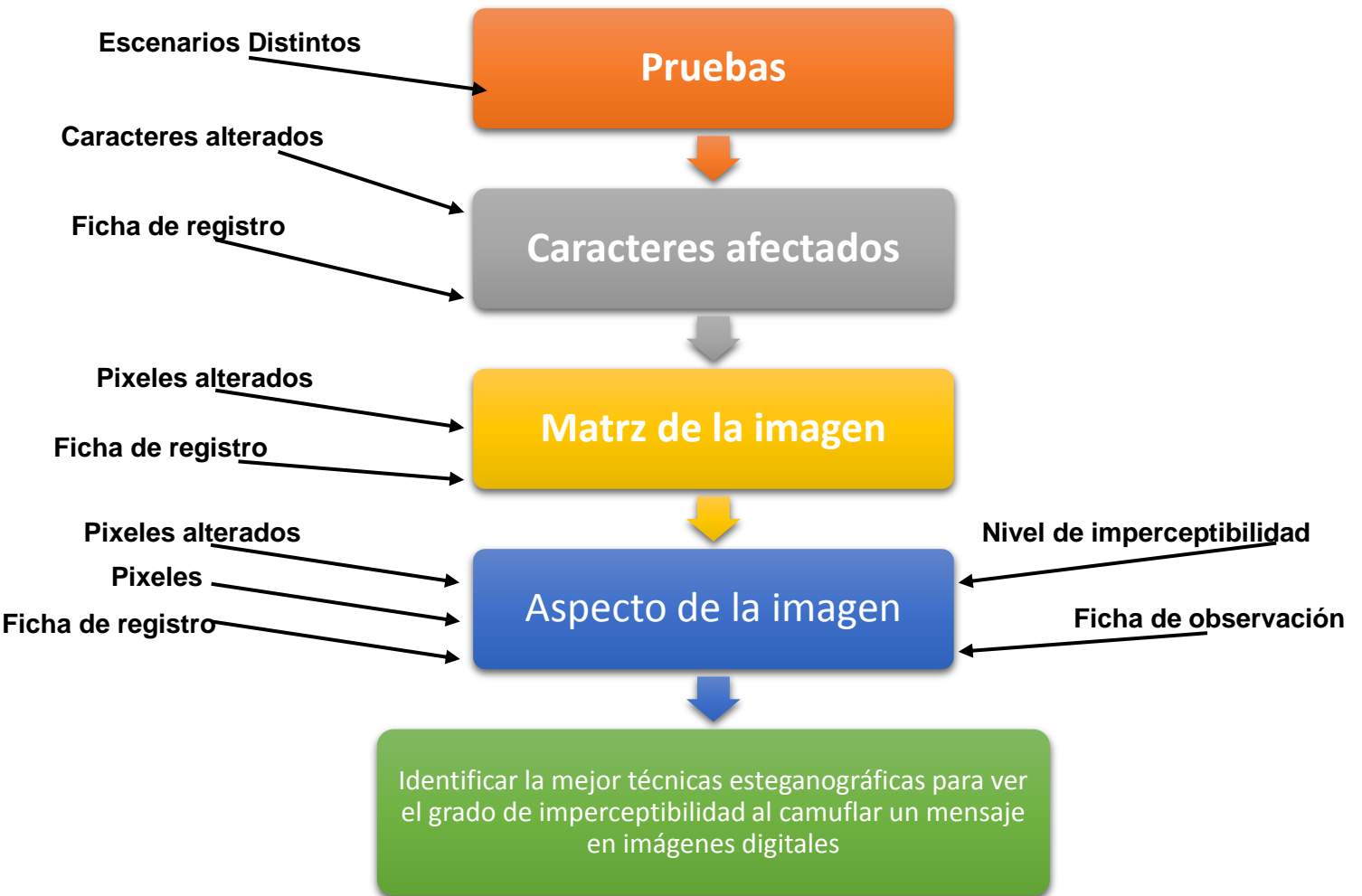
- a) **Análisis documental:** Consiste en extraer la información de los distintos documentos consultados, donde presentan teorías, formulas, técnicas, métodos para dar solución al problema planteado. Esto Servirá para determinar los métodos requeridos y así analizar los resultados obtenidos después de su implementación.
- b) **La observación:** Porque se realizará un registro visual para captar la realidad sin distorsionar información sobre los acontecimientos de la situación en la que se encuentra el objeto de estudio, captando hechos relevantes para plasmarlo y tomarlos en cuenta en los resultados de la investigación a realizar.



3.6.3. Instrumentos de recolección de datos.

El instrumento que se usara en esta investigación será una **ficha de registro** y una **guía de observación** en cual se llegara un registro de todas las incidencias ocurridas.

3.7. Procedimiento de recolección de datos



3.8. Análisis Estadístico e Interpretación de los datos

Para procesamiento estadístico de los datos se utilizara las técnicas estadísticas siguientes:

Medidas de dispersión.

En la medida de dispersión se contemplan varios cálculos para la interpretación de los datos, en este caso optaremos por la **Desviación Media**, su fórmula es la siguiente:

$$DM = \frac{|X_i - \bar{X}|}{n}$$

Donde:

DM: Desviación media

x_i : Valores de la variable x

\bar{X} : Media aritmética

N: tamaño de la muestra

Esta técnica nos servirán para procesar los datos y así obtener los resultados, y como se analizaran para llegar a las conclusiones.

3.9. Principios éticos

Los criterios éticos que se respetan en el presente proyecto de tesis es el Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú en su Capítulo III “Faltas Contra la Ética Profesional y Sanciones” y su Sub Capítulo II “De la Relación con El Público” en su Artículo 106 expresa:

Los ingenieros, al explicar su trabajo, méritos o emitir opiniones sobre temas de ingeniería, actuarán con seriedad y convicción, cuidando de no crear conflictos de intereses, esforzándose por ampliar el conocimiento del público a cerca de la ingeniería y de los servicios que presta a la sociedad.



El presente proyecto de investigación se expresara lo más claro y conciso su contenido con el fin de generar un aporte a la seguridad informática en la Aplicación eficiente de las técnicas esteganográficas para ocultar la información, al estar disponible para el público en general el presente proyecto.

3.10. Criterios de rigor científico

Criterios	Acciones o Estrategias
Validez	En la Operacionalización de las variables y la definición de las dimensiones están escritas de una manera clara y concisa, teniendo en cuenta el objetivo general de la investigación. Estas dimensiones se evaluarán según los indicadores establecidos y las técnicas de recolección de datos definidas, de esa manera poder validar los resultados obtenidos.
Generalizabilidad	La muestra es representativa a la población, ya que se procedió hallar la muestra finita definida en la página 60
Fiabilidad	La muestra calculada es suficiente, puesto que la muestra es equivalente a la muestra de los artículos de investigación consultados
Replicabilidad	Los resultados de la siguiente investigación no se pueden contradecir si es que se vuelve a repetir, porque los métodos a aplicar están establecidos, por los autores de los artículos de investigación



consultados, lo que puede diferenciar en los resultados si se toma un enfoque diferente.

CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS



CAPITULO IV: ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Descripción de resultados

Indicador 1: Número de elementos afectados

Para poder obtener los datos referentes al indicador se calculó con al siguiente formula:

$$EA = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N I(X_i, Y_j)$$

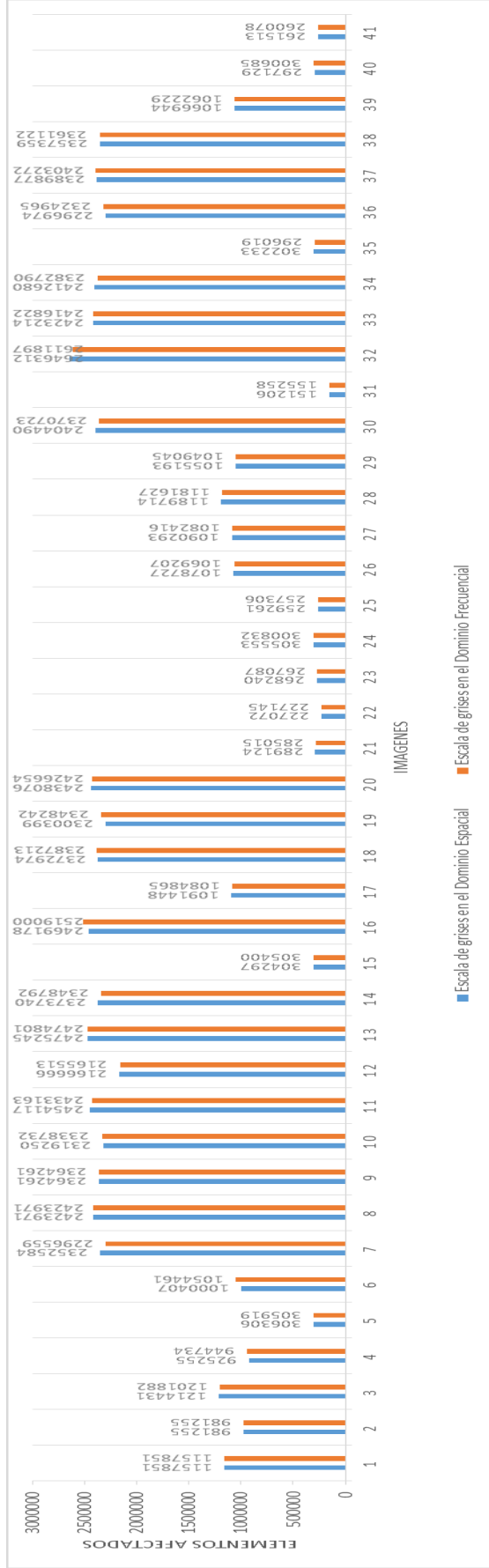
Tabla 7-Análisis del número de elementos afectados por espacio de color del dominio Espacial y Frecuencial

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Cantidad de elementos afectados de espacio de color escala de grises del dominio Espacial	41	151206	2646312	1469873,63	921047,537
Cantidad de elementos afectados de espacio de color RGB del dominio Espacial	41	865	143635	5256,29	22159,799
Cantidad de elementos afectados de espacio de color YCrCb del dominio Espacial	41	61306	1170065	611693,24	373020,174
Cantidad de elementos afectados de espacio de color YUV del dominio Espacial	41	56028	1176505	581420,73	377593,917
Cantidad de elementos afectados de espacio de color escala de grises del dominio Frecuencial	41	155258	2611897	1431408,32	910779,247
Cantidad de elementos afectados de espacio de color YCrCb del dominio Frecuencial	41	148850	2204808	1172631,63	745480,934
Cantidad de elementos afectados de espacio de color YUV del dominio Frecuencial	41	148799	2206441	1172213,02	738650,686
N válido (según lista)	41				

Fuente: Elaboración propia



Grafico 1-Análisis del número elementos afectados en el espacio de color Escala de grises en el Dominio Espacial y Frecuencial



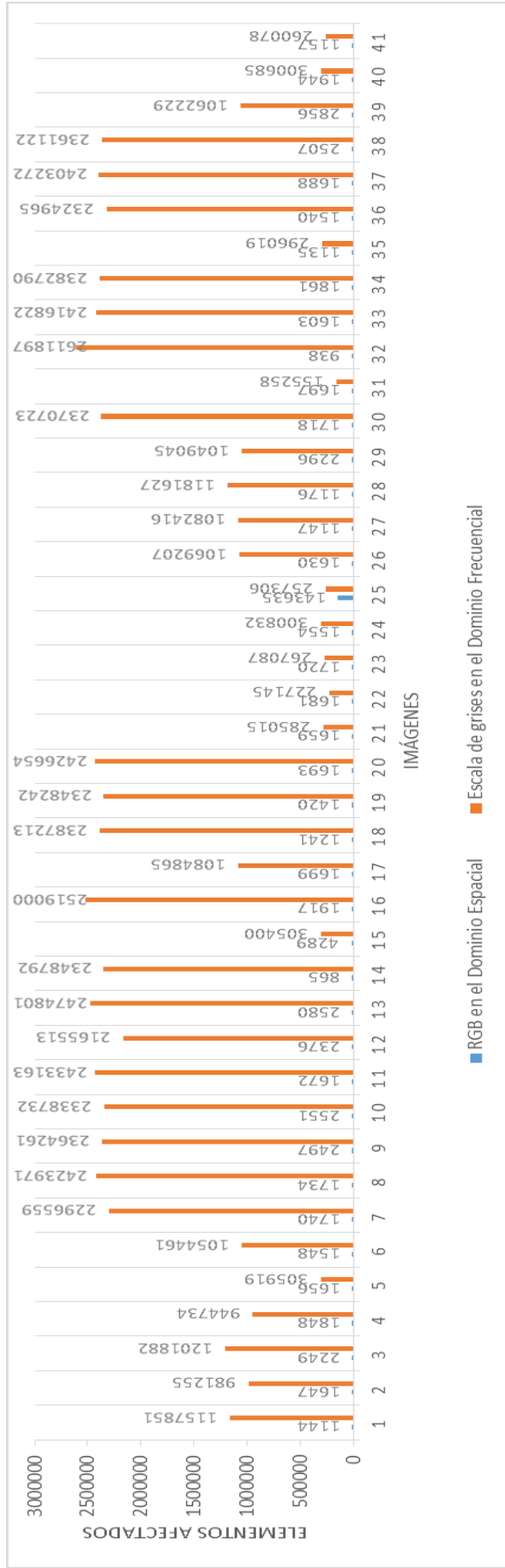
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el grafico 1, puede apreciarse que la cantidad de elementos afectados varían dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color en donde se aplica. Podemos observar que en todas las imágenes la cantidad de elementos afectados no tienen mucha diferencia. El promedio de los elementos afectados es de 1469873.63 en la técnica de Dominio Espacial en escala de grises a comparación del Dominio Frecuencial en escala de grises que su promedio es 1431408.32. Siendo así el Dominio Frecuencial en Escala de grises el que tiene menos elementos afectados.



Grafico 2-Análisis del número elementos afectados en el espacio de color RGB en el Dominio Espacial y en escalas de grises en el Dominio Frecuencial



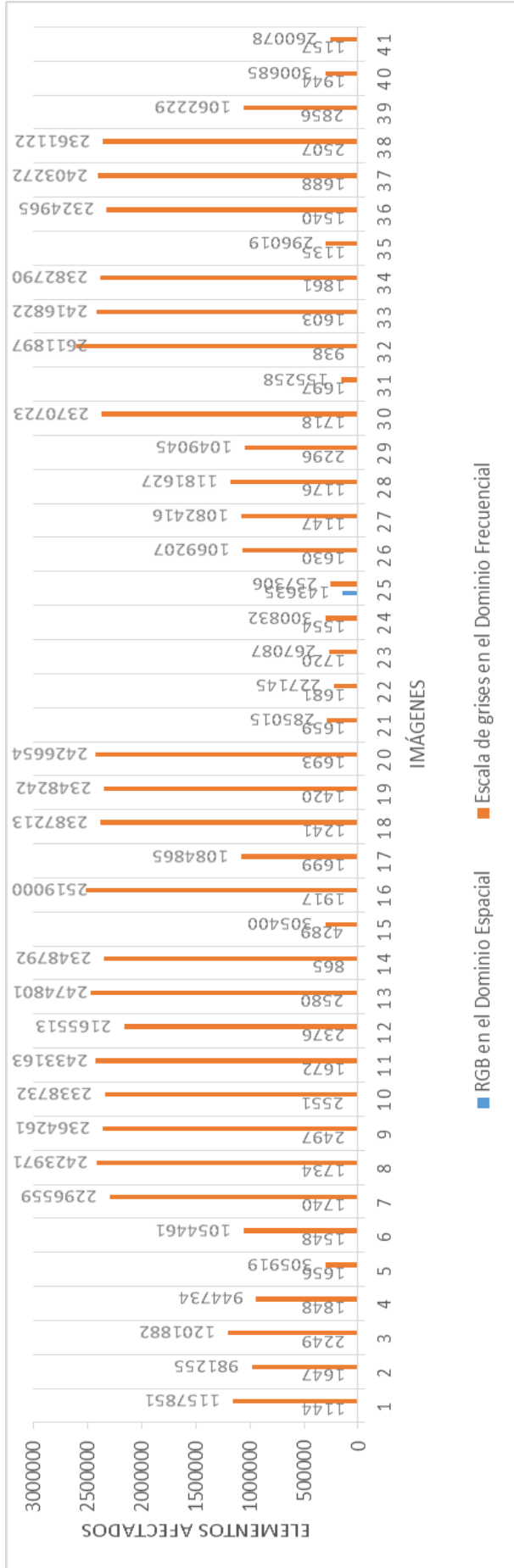
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el grafico 2, puede apreciarse que la cantidad de elementos afectados varían dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color en donde se aplica. Podemos observar que en todas las imágenes la cantidad de elementos tienen mucha diferencia. El promedio de los elementos afectados es de 5256.29 en la técnica de Dominio Espacial en RGB a comparación del Dominio Frecuencial en escala de grises que su promedio es 1431408.32. Siendo así el Dominio Espacial en RGB el que tiene menos elementos afectados.



Grafico 3-Análisis del número elementos afectados en el espacio de color YCbCr en el Dominio Espacial y en el Dominio Frecuencial



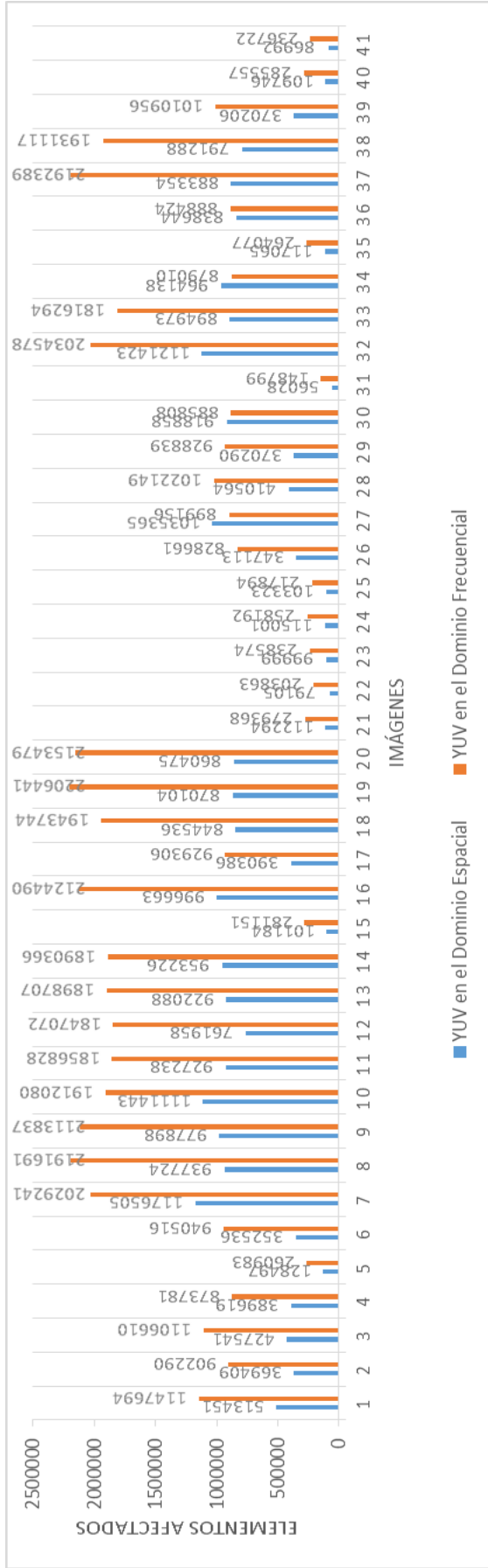
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el grafico 3, puede apreciarse que la cantidad de elementos afectados varían dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color en donde se aplica. Podemos observar que en todas las imágenes la cantidad de elementos tienen mucha diferencia. El promedio de los elementos afectados es de 611693.24 en la técnica de Dominio Espacial en YCbCr a comparación del Dominio Frecuencial en YCbCr que su promedio es 1172631,63. Siendo así el Dominio Espacial en YCbCr el que tiene menos elementos afectados



Grafico 4-Análisis del número elementos afectados en el espacio de color YUV en el Dominio Espacial y en el Dominio Frecuencial



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el grafico 4, puede apreciarse que la cantidad de elementos afectados varían dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color en donde se aplica. Podemos observar que en todas las imágenes la cantidad de elementos tienen mucha diferencia. El promedio de los elementos afectados es de 581420.73 en la técnica de Dominio Espacial en YUV a comparación del Dominio Frecuencial en YUV que su promedio es 1172213,02. Siendo así el Dominio Espacial en YUV el que tiene menos elementos afectados.



Indicador 2: Numero de caracteres erróneos por espacio de color

Para poder obtener los datos referentes al indicador se calculó con al siguiente

formula:

$$CE = \sum_{i=0}^n c(X_i)$$

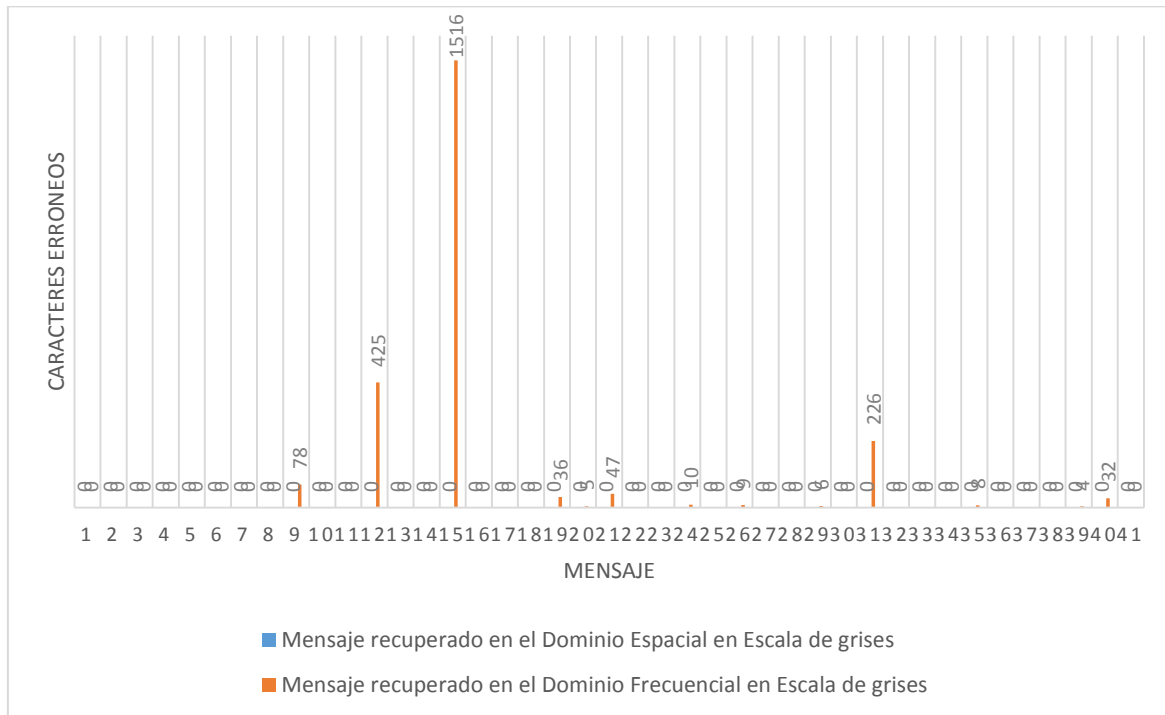
Tabla 8-Análisis del número de caracteres erróneos por espacio de color del dominio Espacial y Frecuencial

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
cantidad de caracteres erróneos RGB Dominio Espacial	41	0	0	,00	,000
cantidad de caracteres erróneos gris Dominio Espacial	41	0	0	,00	,000
cantidad de caracteres erróneos YCrCb Dominio Espacial	41	0	963	57,46	187,379
cantidad de caracteres erróneos YUV Dominio Espacial	41	0	364	28,63	75,635
cantidad de caracteres erróneos gris Dominio Frecuencial	41	0	1516	58,59	244,958
cantidad de caracteres erróneos YCrCb Dominio Frecuencial	41	0	1460	80,20	251,858
cantidad de caracteres erróneos YUV Dominio Frecuencial	41	0	1488	122,10	291,112
N válido (según lista)	41				

Fuente: Elaboración propia



Grafico 5-Análisis del número de caracteres erróneos en el espacio de color en Escalas de grises en el Dominio Espacial y el Dominio Frecuencial



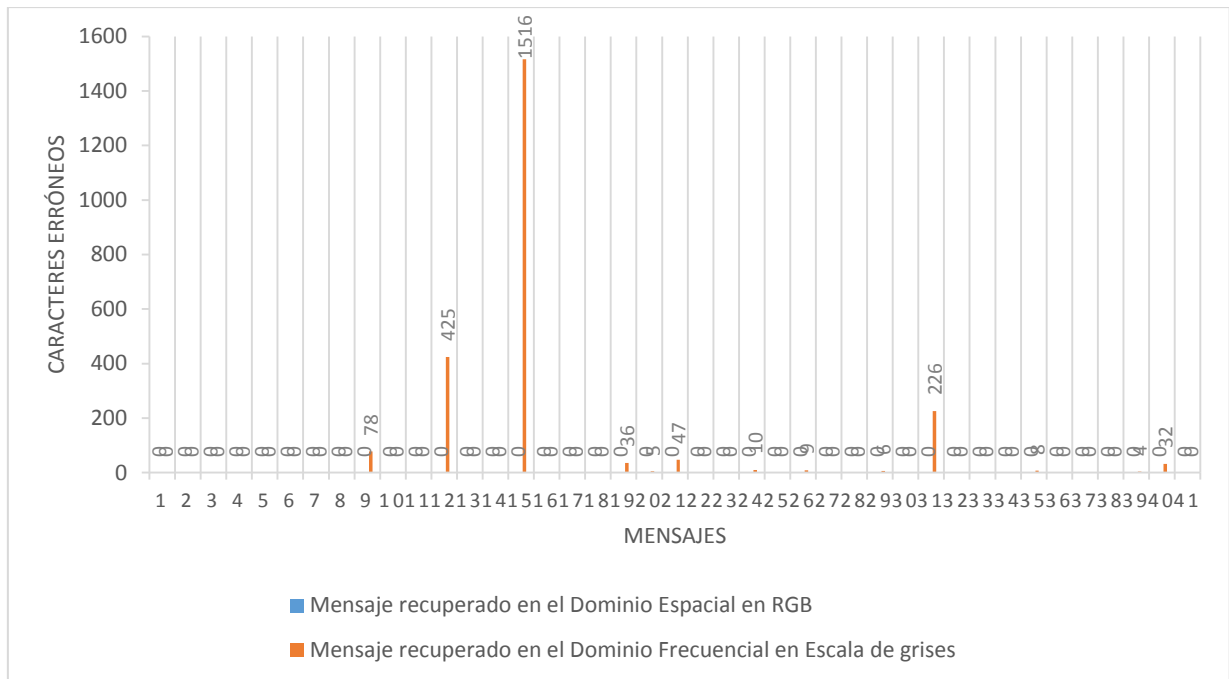
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el grafico 5, puede apreciarse que la cantidad de caracteres erróneos afectados varían dependiendo si hubo alguna perdida de datos al momento de insertar el mensaje en la imagen digital y del espacio de color. Podemos observar que en todos los mensajes recuperados la cantidad de caracteres erróneos tienen mucha diferencia. El promedio de los caracteres erróneos es de 0 en la técnica de Dominio Espacial en Escala de grises a comparación del Dominio Frecuencial en Escala de grises que su promedio es 58.59. Siendo así el Dominio Espacial en Escala de grises el que tiene menos caracteres erróneos.



Grafico 6-Análisis del número de caracteres erróneos en el Dominio Espacial en el espacio de color RGB y el Dominio Frecuencial en el espacio de color Escala de grises



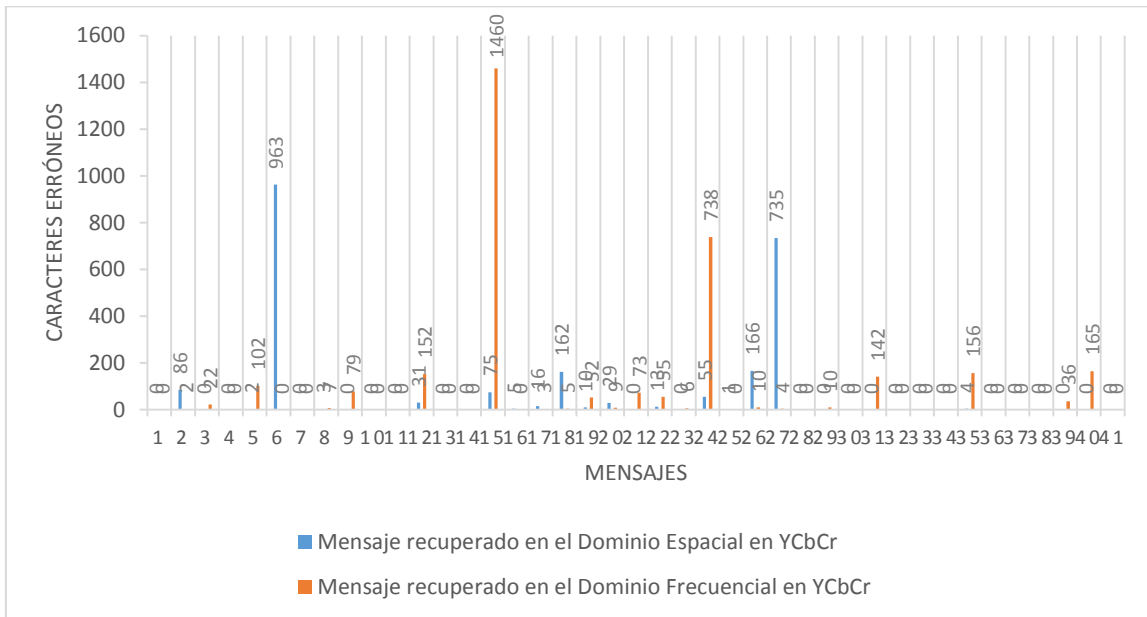
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 6, puede apreciarse que la cantidad de caracteres erróneos afectados varían dependiendo si hubo alguna pérdida de datos al momento de insertar el mensaje en la imagen digital y del espacio de color. Podemos observar que en todos los mensajes recuperados la cantidad de caracteres erróneos tienen mucha diferencia. El promedio de los caracteres erróneos es de 0 en la técnica de Dominio Espacial en RGB a comparación del Dominio Frecuencial en Escala de grises que su promedio es 58.59. Siendo así el Dominio Espacial en RGB el que tiene menos caracteres erróneos.



Grafico 7- Análisis del número de caracteres erróneos en el espacio de color en YCbCr en el Dominio Espacial y el Dominio Frecuencial



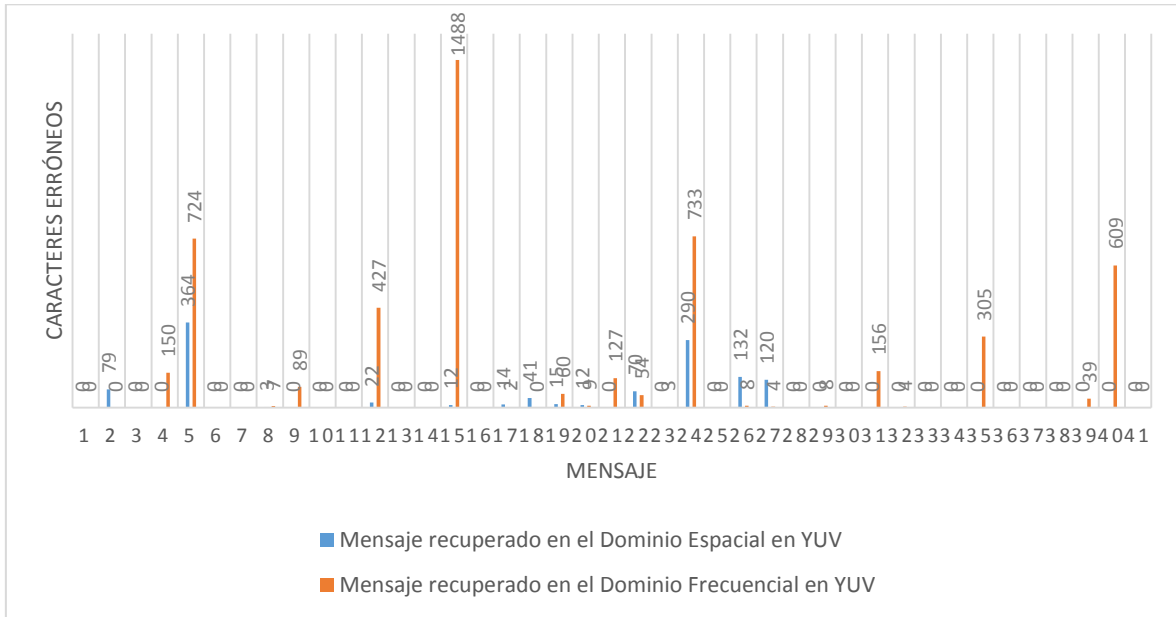
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 7, puede apreciarse que la cantidad de caracteres erróneos afectados varían dependiendo si hubo alguna perdida de datos al momento de insertar el mensaje en la imagen digital y del espacio de color. Podemos observar que en todos los mensajes recuperados la cantidad de caracteres erróneos tienen mucha diferencia. El promedio de los caracteres erróneos es de 57.46 en la técnica de Dominio Espacial en YCbCr a comparación del Dominio Frecuencial en YCbCr que su promedio es 80.20. Siendo así el Dominio Espacial en YCbCr el que tiene menos caracteres erróneos.



Grafico 8- Análisis del número de caracteres erróneos en el espacio de color en YUV en el Dominio Espacial y el Dominio Frecuencial



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 8, puede apreciarse que la cantidad de caracteres erróneos afectados varían dependiendo si hubo alguna perdida de datos al momento de insertar el mensaje en la imagen digital y del espacio de color. Podemos observar que en todos los mensajes recuperados la cantidad de caracteres erróneos tienen mucha diferencia. El promedio de los caracteres erróneos es de 28.63 en la técnica de Dominio Espacial en YUV a comparación del Dominio Frecuencial en YUV que su promedio es 122.10. Siendo así el Dominio Espacial en YUV el que tiene menos caracteres erróneos.



Indicador 3: Detección visual

Para poder obtener los datos referentes al indicador se hizo una clasificación por grado de imperceptibilidad:

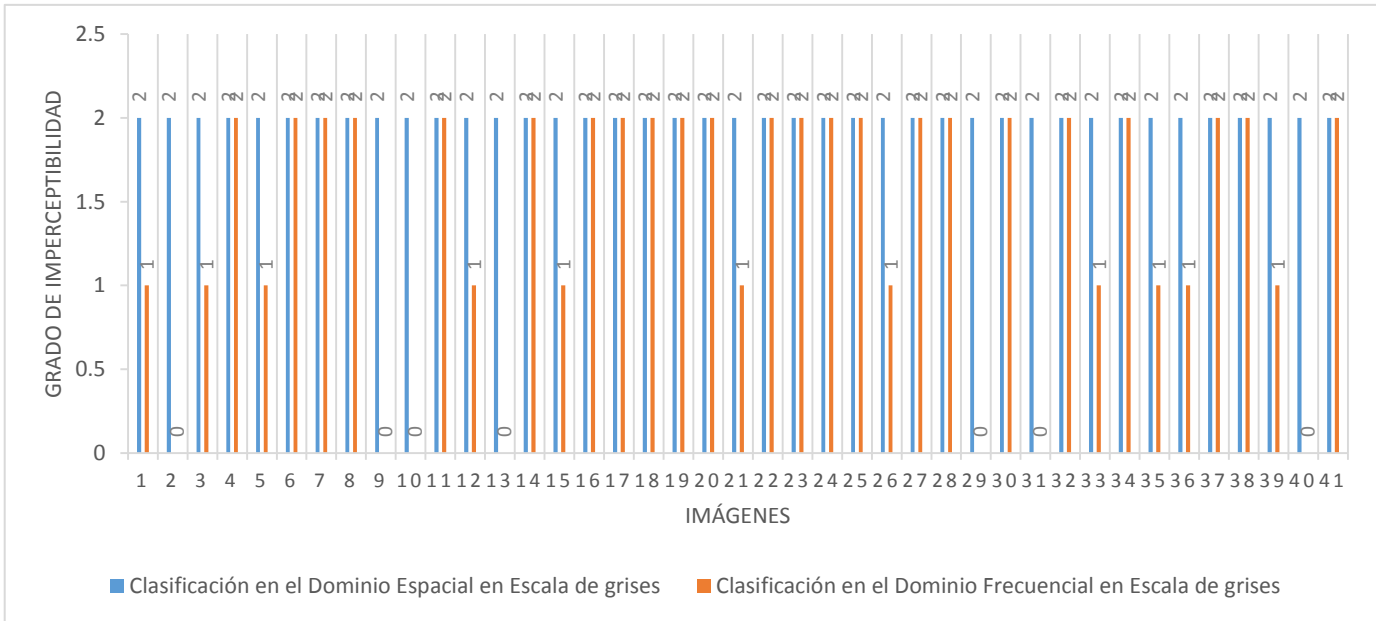
Tabla 9- Análisis de la Detección Visual en el Dominio Espacial y en el Dominio Frecuencial en diferentes espacios de color

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
clasificación de imperceptibilidad en el espacio de color en RGB del Dominio Espacial	41	2	2	2,00	,000
clasificación de imperceptibilidad en el espacio de color en escala de grises del Dominio Espacial	41	2	2	2,00	,000
clasificación de imperceptibilidad en el espacio de color en YCrCb del Dominio Espacial	41	2	2	2,00	,000
clasificación de imperceptibilidad en el espacio de color en YUV del Dominio Espacial	41	2	2	2,00	,000
clasificación de imperceptibilidad en el espacio de color en escala de grises del Dominio Frecuencial	41	0	2	1,39	,771
clasificación de imperceptibilidad en el espacio de color en YCrCb del Dominio Frecuencial	41	0	2	1,37	,829
clasificación de imperceptibilidad en el espacio de color en YUV del Dominio Frecuencial	41	0	2	1.27	.837
N válido (según lista)	41				

Fuente: Elaboración propia



Grafico 9- Análisis de detección visual por espacio de color en Escala de grises en el dominio Espacial y frecuencial.



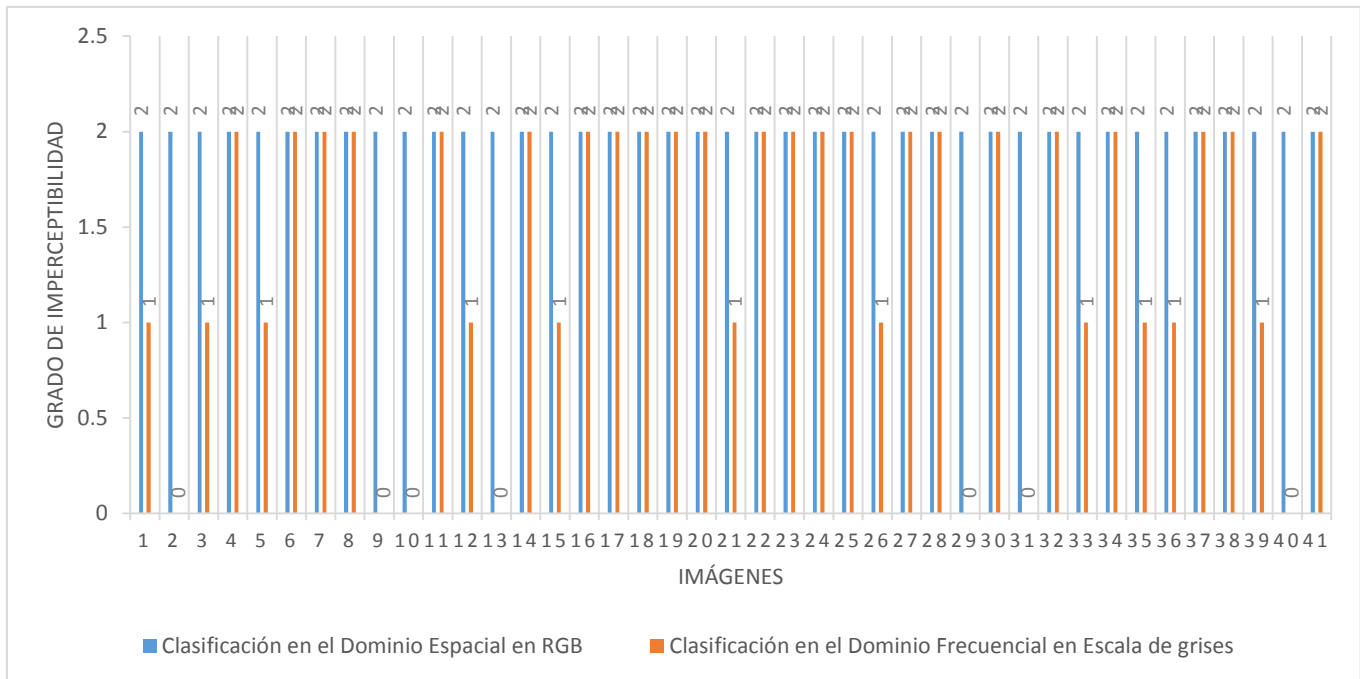
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 9, puede apreciarse que el grado de imperceptibilidad varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes clasificadas por el ojo humano tienen diferencias, teniendo en cuenta el grado de clasificación que es 0 bajo, 1 medio y 2 alto. El promedio del grado de imperceptibilidad es de 2,00 en la técnica de Dominio Espacial en Escala de grises a comparación del Dominio Frecuencial en Escala de grises que su promedio es 1,39. Siendo así el Dominio Espacial en Escala de grises el que tiene más grado de imperceptibilidad.



Grafico 10- Análisis de detección visual en RGB en el Dominio Espacial y en Escala de grises en el Dominio Frecuencial



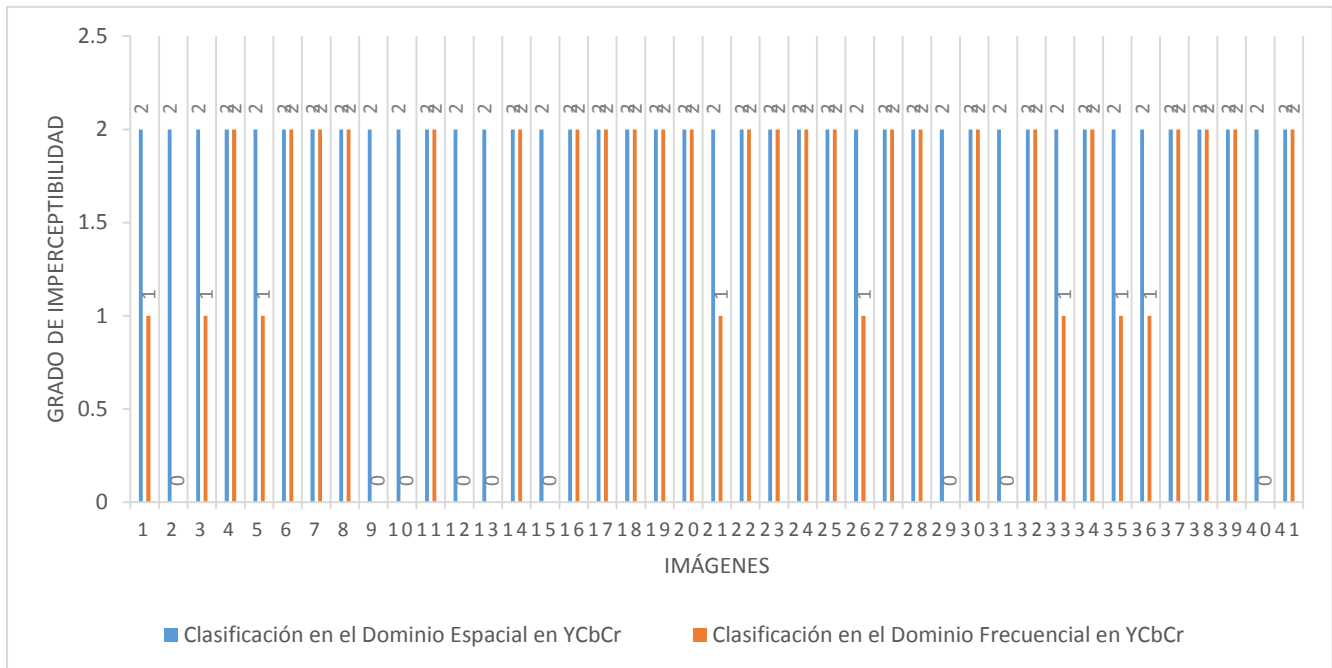
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 10, puede apreciarse que el grado de imperceptibilidad varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes clasificadas por el ojo humano tienen diferencias, teniendo en cuenta el grado de clasificación que es 0 bajo, 1 medio y 2 alto. El promedio del grado de imperceptibilidad es de 2,00 en la técnica de Dominio Espacial en RGB a comparación del Dominio Frecuencial en Escala de grises que su promedio es 1,39. Siendo así el Dominio Espacial en RGB el que tiene más grado de imperceptibilidad.



Grafico 11- Análisis de detección visual por espacio de color en YCbCr en el dominio Espacial y frecuencial.



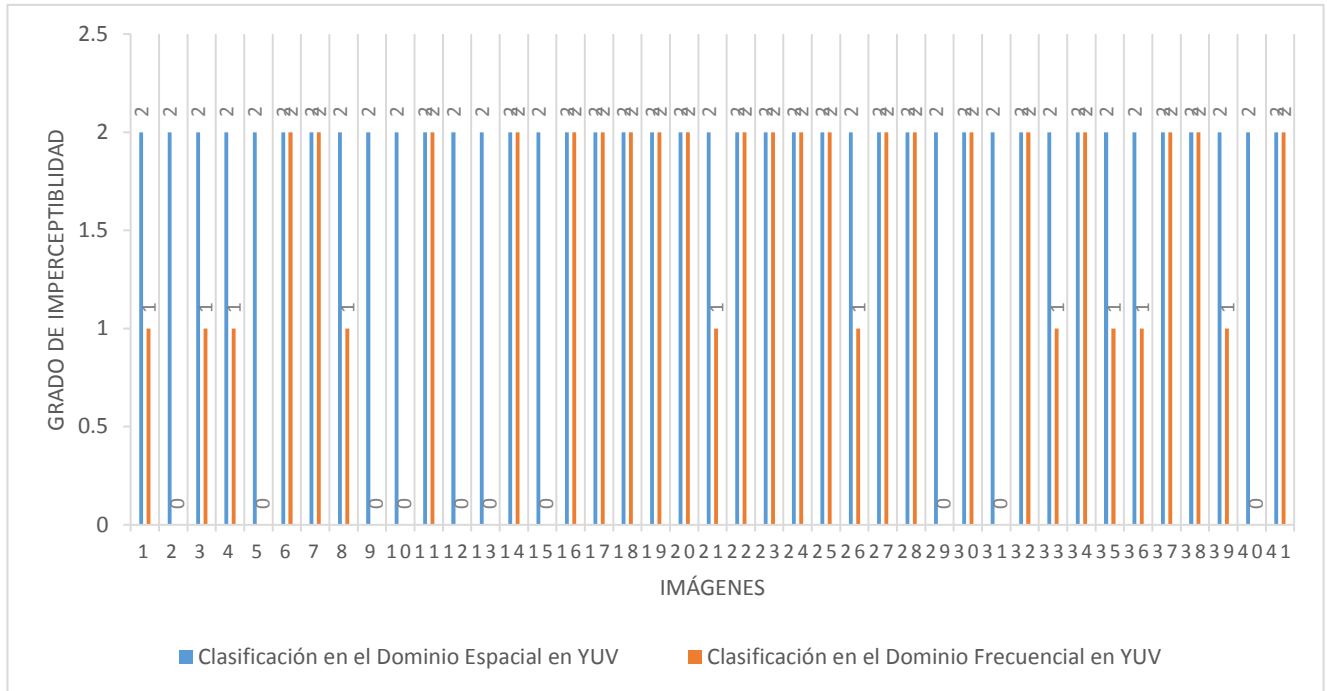
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 11, puede apreciarse que el grado de imperceptibilidad varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes clasificadas por el ojo humano tienen diferencias, teniendo en cuenta el grado de clasificación que es 0 bajo, 1 medio y 2 alto. El promedio del grado de imperceptibilidad es de 2.00 en la técnica de Dominio Espacial en YCbCr a comparación del Dominio Frecuencial en YCbCr que su promedio es 1.37. Siendo así el Dominio Espacial en YCbCr el que tiene más grado de imperceptibilidad.



Grafico 12- Análisis de detección visual por espacio de color en YUV en el dominio Espacial y frecuencial.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 12, puede apreciarse que el grado de imperceptibilidad varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes clasificadas por el ojo humano tienen diferencias, teniendo en cuenta el grado de clasificación que es 0 bajo, 1 medio y 2 alto. El promedio del grado de imperceptibilidad es de 2.00 en la técnica de Dominio Espacial en YUV a comparación del Dominio Frecuencial en YUV que su promedio es 1.27. Siendo así el Dominio Espacial en YUV el que tiene más grado de imperceptibilidad.



Indicador 4: Fidelidad de la imagen

Para poder obtener los datos referentes al indicador se calculó con al siguiente

formula:

$$FI = 1 - \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (I(m, n) - \hat{I}(m, n))^2}{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N I(m, n)^2}$$

Fuente: (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011, pág. 6)

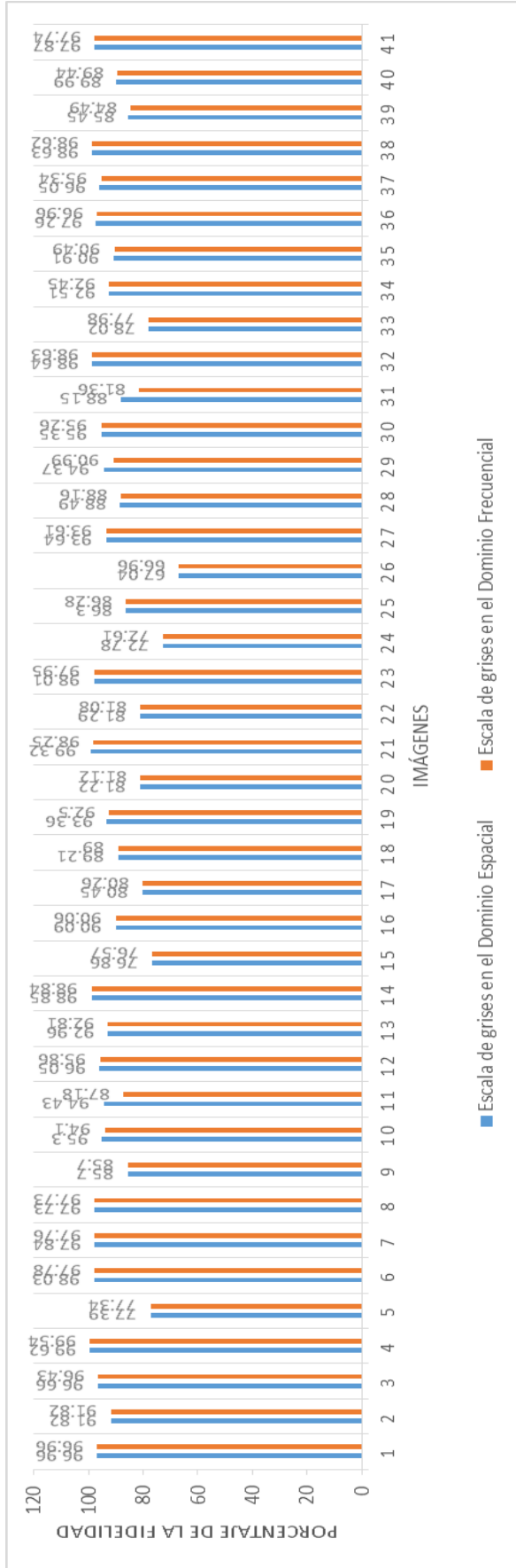
Tabla 10-Análisis de la fidelidad de la imagen por espacio de color del dominio Espacial y Frecuencial

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Fidelidad por espacio de color Escala de grises del Dominio Espacial	41	67,04	99,62	90,7463	8,14855
Fidelidad por espacio de color RGB del Dominio Espacial	41	99,99	100,00	99,9985	,00358
Fidelidad por espacio de color YCrCb del Dominio Espacial	41	98,30	99,99	99,9473	,26387
Fidelidad por espacio de color YUV del Dominio Espacial	41	98,30	99,99	99,9485	,26390
Fidelidad por espacio de color Escala de grises del Dominio Frecuencial	41	66,96	99,54	90,0978	8,20693
Fidelidad por espacio de color YCrCb del Dominio Frecuencial	41	34,39	99,99	97,1361	10,74432
Fidelidad por espacio de color YUV del Dominio Frecuencial	41	34,61	99,99	96,6239	11,03911
N válido (según lista)	41				

Fuente: Elaboración propia



Grafico 13-Análisis de la fidelidad de la imagen por el espacio de color en Escala de grises en el Dominio Espacial y Dominio Frecuencial



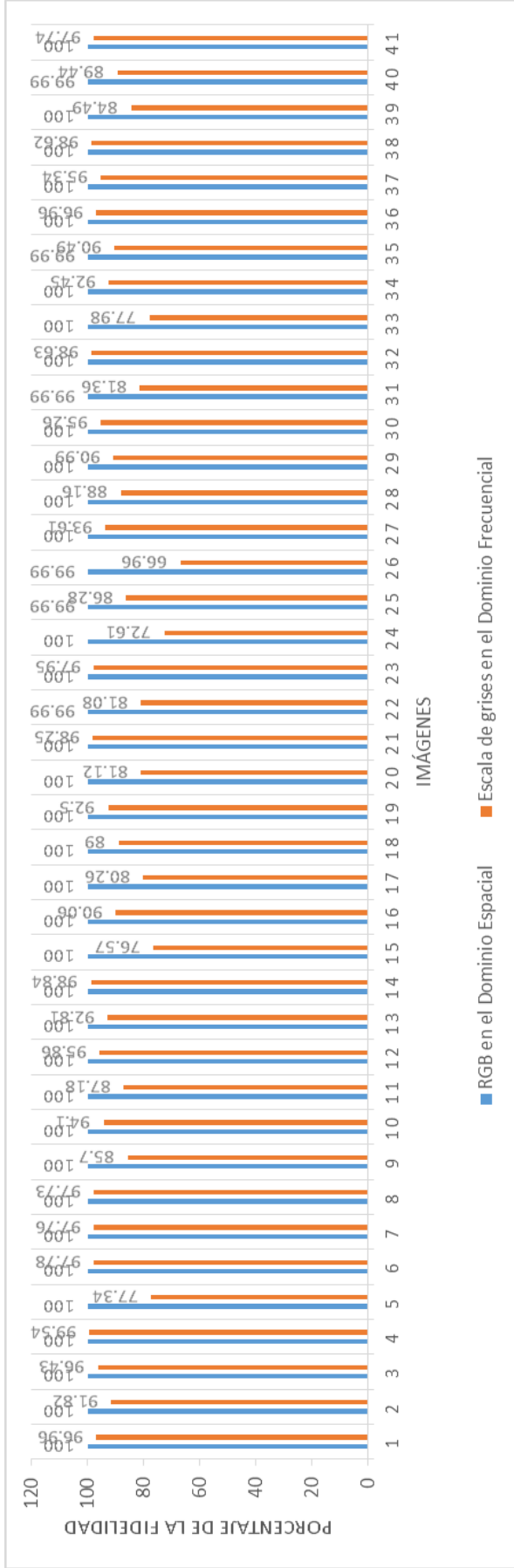
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 13, puede apreciarse que el porcentaje de fidelidad de la imagen varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes tienen diferencias no muy notables. El promedio de la fidelidad es de 90.7463 en la técnica de Dominio Espacial en Escala de grises a comparación del Dominio Frecuencial en Escala de grises que su promedio es 90.0978. Siendo así el Dominio Espacial en Escala de grises el que tiene mayor fidelidad.



Grafico 14-Análisis de la fidelidad de la imagen en el Dominio Espacial en RGB y en el Dominio Frecuencial en Escala de grises

grises



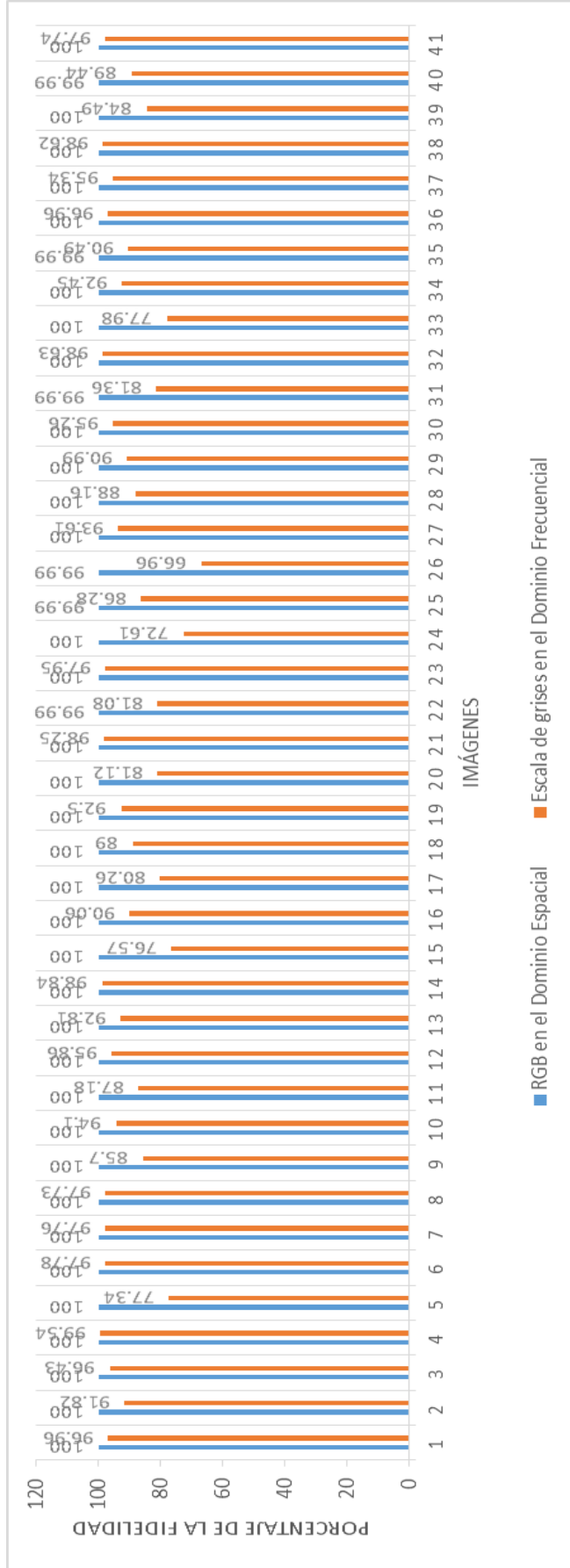
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 14, puede apreciarse que el porcentaje de fidelidad de la imagen varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes tienen diferencias muy notables. El promedio de la fidelidad es de 99.9985 en la técnica de Dominio Espacial en RGB a comparación del Dominio Frecuencial en Escala de grises que su promedio es 90.0978. Siendo así el Dominio Espacial en RGB el que tiene mayor fidelidad.



Grafico 14-Análisis de la fidelidad de la imagen en el Dominio Espacial en RGB y en el Dominio Frecuencial en Escala de grises



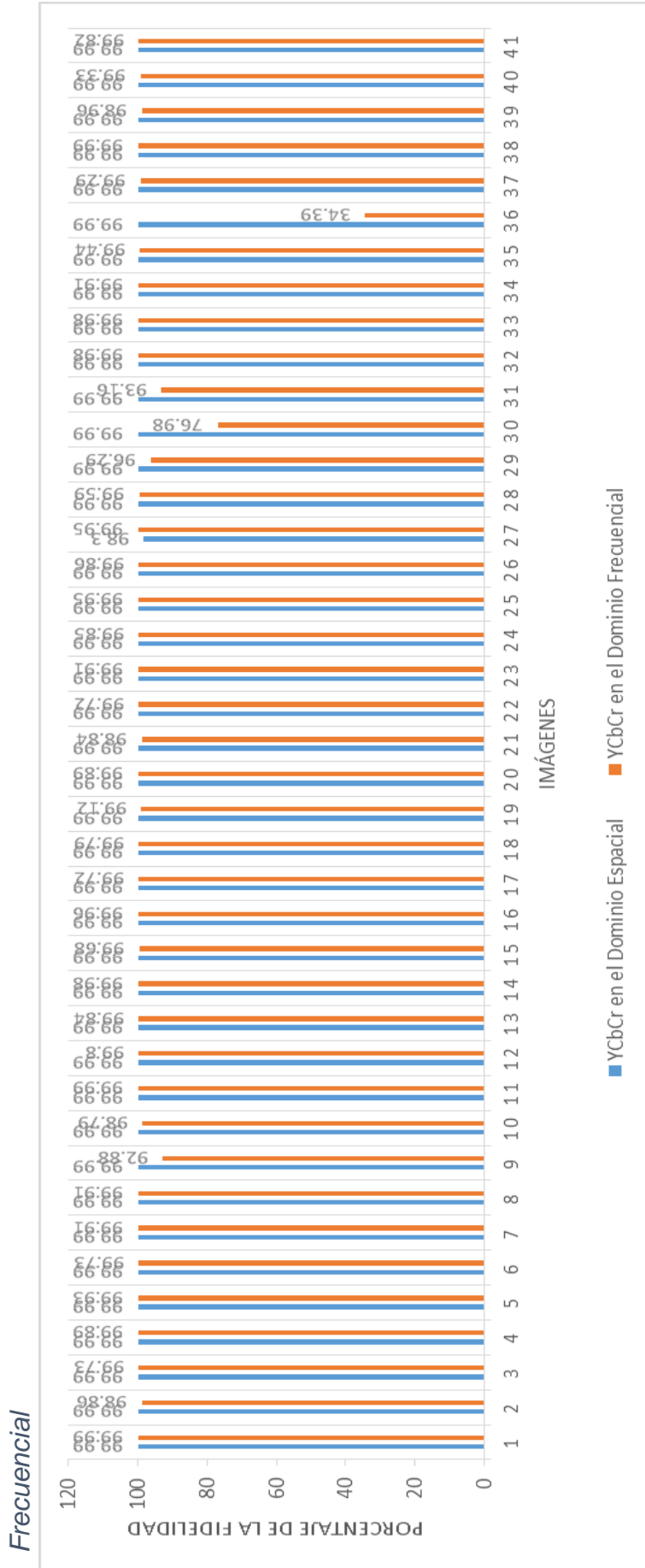
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En el gráfico 14, puede apreciarse que el porcentaje de fidelidad de la imagen varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes tienen diferencias muy notables. El promedio de la fidelidad es de 99.9985 en la técnica de Dominio Espacial en RGB a comparación del Dominio Frecuencial en Escala de grises que su promedio es 90.0978. Siendo así el Dominio Espacial en RGB el que tiene mayor fidelidad.



Gráfico 15- Análisis de la fidelidad de la imagen por el espacio de color en YCbCr en el Dominio Espacial y Dominio Frecuencial

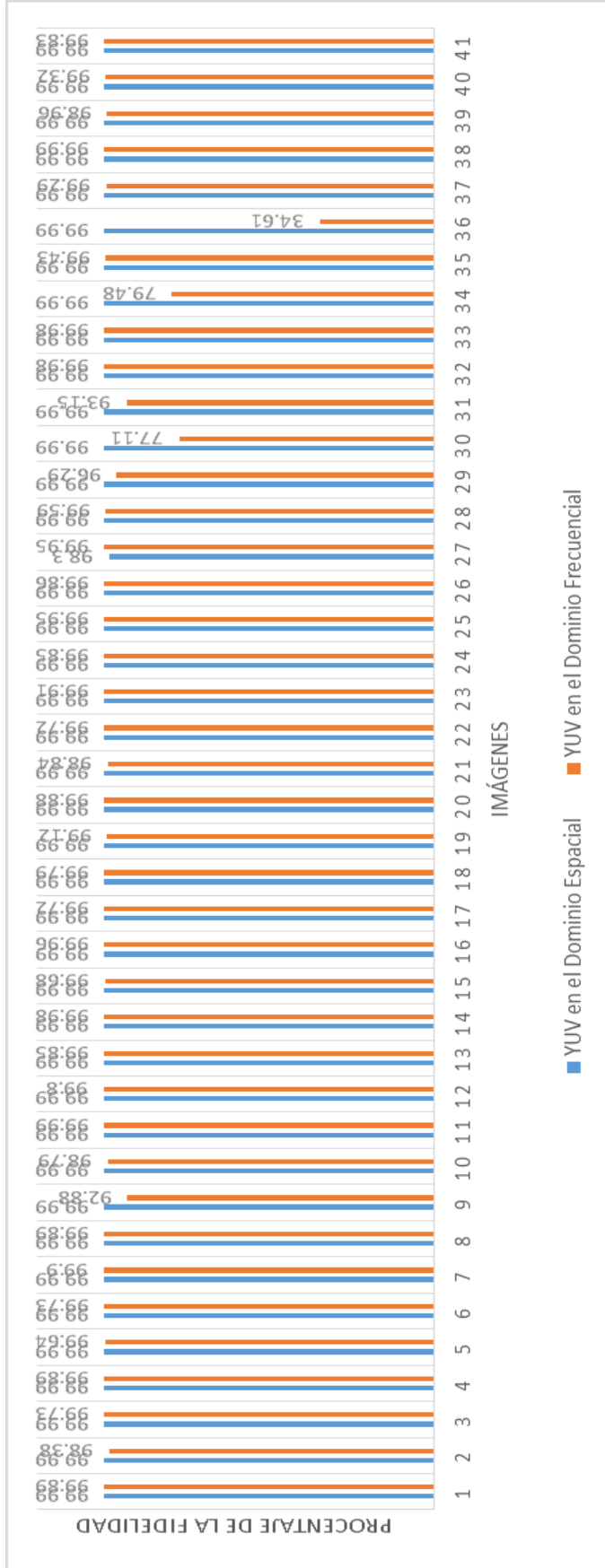


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 15, puede apreciarse que el porcentaje de fidelidad de la imagen varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes tienen diferencias no muy notables. El promedio de la fidelidad es de 99.9473 en la técnica de Dominio Espacial en YCbCr a comparación del Dominio Frecuencial en YCbCr que su promedio es 97.1361. Siendo así el Dominio Espacial en YCbCr el que tiene mayor fidelidad.



Grafico 16- Análisis de la fidelidad de la imagen por el espacio de color en YUV en el Dominio Espacial y Dominio Frecuencial



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 16, puede apreciarse que el porcentaje de fidelidad de la imagen varía dependiendo del tamaño del mensaje y del espacio de color. Podemos observar que en todas las imágenes tienen diferencias no muy notables. El promedio de la fidelidad es de 99.9485 en la técnica de Dominio Espacial en YUV a comparación del Dominio Frecuencial en YUV que su promedio es 96.6239. Siendo así el Dominio Espacial en YUV el que tiene mayor fidelidad .



4.2. Contrastación de hipótesis

Para la contrastación de hipótesis se procedió a la realización de Prueba con los indicadores de la variable dependiente: Imperceptibilidad. Los principales indicadores que hemos considerado son:

- a. **Detección visual.**
- b. **Fidelidad de la imagen.**

4.2.1. Indicador: Detección visual

Tabla 11-Detección visual en el dominio espacial por espacio de color RGB y en el dominio espacial por el espacio de color escala de grises

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	2	1
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	2	1
6	2	2
7	2	2
8	2	2
9	2	0
10	2	0
11	2	2
12	2	1
13	2	0
14	2	2
15	2	1
16	2	2
17	2	2
18	2	2
19	2	2
20	2	2
21	2	1
22	2	2
23	2	2
24	2	2
25	2	2
26	2	1
27	2	2
28	2	2



29	2	0
30	2	2
31	2	0
32	2	2
33	2	1
34	2	2
35	2	1
36	2	1
37	2	2
38	2	2
39	2	1
40	2	0
41	2	2

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{DE} - \mu_{DF} = 0$$

La detección visual promedio utilizando el Dominio Espacial en espacio de color RGB es igual utilizando el Dominio Frecuencial en espacio de color en escala de grises.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} > 0$$

La detección visual promedio utilizando el Dominio Espacial en el espacio color en RGB es mayor que el Dominio Frecuencial en el espacio de color en escala de grises.

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión:

La diferencia entre El dominio Espacial en el espacio de color en RGB y el dominio Frecuencial en el espacio de color en escala de grises es de 1. Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.



c. Conclusión

Se estima que la detección visual en función a la imperceptibilidad es mayor utilizando dominio espacial en espacio de color RGB.



Tabla 12-Detección visual por espacio de color en Escala de grises en el dominio espacial y dominio Frecuencial

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	2	1
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	2	1
6	2	2
7	2	2
8	2	2
9	2	0
10	2	0
11	2	2
12	2	1
13	2	0
14	2	2
15	2	1
16	2	2
17	2	2
18	2	2
19	2	2
20	2	2
21	2	1
22	2	2
23	2	2
24	2	2
25	2	2
26	2	1
27	2	2
28	2	2
29	2	0
30	2	2
31	2	0
32	2	2
33	2	1
34	2	2
35	2	1
36	2	1
37	2	2
38	2	2
39	2	1
40	2	0



41	2	2
----	---	---

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{DE} - \mu_{DF} = 0$$

La detección visual promedio del Dominio Espacial en escala de grises es igual utilizando el Dominio Frecuencial en escala de grises.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} > 0$$

La detección visual promedio utilizando el Dominio Espacial en escala de grises es mayor que el Dominio Frecuencial en escala de grises.

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión:

La diferencia entre El dominio espacio y el dominio frecuencial en escala de grises es de 1. Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Conclusión

Se estima que la detección visual en función a la imperceptibilidad es mayor utilizando dominio espacial en espacio de color en escala de grises.



Tabla 13-Detección visual por espacio de color en YCrCb en el dominio espacial y dominio Frecuencial

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	2	1
2	2	0
3	2	1
4	2	2
5	2	1
6	2	2
7	2	2
8	2	2
9	2	0
10	2	0
11	2	2
12	2	0
13	2	0
14	2	2
15	2	0
16	2	2
17	2	2
18	2	2
19	2	2
20	2	2
21	2	1
22	2	2
23	2	2
24	2	2
25	2	2
26	2	1
27	2	2
28	2	2
29	2	0
30	2	2
31	2	0
32	2	2
33	2	1
34	2	2
35	2	1
36	2	1
37	2	2
38	2	2
39	2	2
40	2	0



41	2	2
----	---	---

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.4. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{DE} - \mu_{DF} = 0$$

La detección visual promedio del Dominio Espacial en YCrCb es igual utilizando el Dominio Frecuencial en YCrCb.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} > 0$$

La detección visual promedio del Dominio Espacial en YCrCb es mayor que el Dominio Frecuencial en YCrCb.

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión:

La diferencia entre El dominio Espacial y el dominio frecuencial en YCrCb es de

1. Por tanto se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

c. Conclusión

Se estima que la detección visual en función a la imperceptibilidad es mayor utilizando dominio espacial en espacio de color en YCrCb.



Tabla 14-Detección visual por espacio de color en YUV en el dominio espacial y dominio Frecuencia

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	2	1
2	2	0
3	2	1
4	2	1
5	2	0
6	2	2
7	2	2
8	2	1
9	2	0
10	2	0
11	2	2
12	2	0
13	2	0
14	2	2
15	2	0
16	2	2
17	2	2
18	2	2
19	2	2
20	2	2
21	2	1
22	2	2
23	2	2
24	2	2
25	2	2
26	2	1
27	2	2
28	2	2
29	2	0
30	2	2
31	2	0
32	2	2
33	2	1
34	2	2
35	2	1
36	2	1
37	2	2
38	2	2
39	2	1



40	2	0
41	2	2

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.4. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{De} - \mu_{DF} = 0$$

La detección visual promedio del Dominio Espacial en YUV es igual utilizando el Dominio Frecuencial en YUV.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} > 0$$

La detección visual promedio del Dominio Espacial en YUV es mayor que el Dominio Frecuencial en YUV.

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión:

La diferencia entre El dominio Espacial y el dominio Frecuencial en YUV es de 1. Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Conclusión

Se estima que la detección visual en función a la imperceptibilidad es mayor utilizando dominio espacial en espacio de color en YUV.

.



4.2.2. Indicador: Fidelidad de la imagen digital

Tabla 15-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial por espacio de color RGB y en el dominio espacial por el espacio de color escala de grises

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	100,00	96,96
2	100,00	91,82
3	100,00	96,43
4	100,00	99,54
5	100,00	77,34
6	100,00	97,78
7	100,00	97,76
8	100,00	97,73
9	100,00	85,70
10	100,00	94,10
11	100,00	87,18
12	100,00	95,86
13	100,00	92,81
14	100,00	98,84
15	100,00	76,57
16	100,00	90,06
17	100,00	80,26
18	100,00	89,00
19	100,00	92,50
20	100,00	81,12
21	100,00	98,25
22	99,99	81,08
23	100,00	97,95
24	100,00	72,61
25	99,99	86,28
26	99,99	66,96
27	100,00	93,61
28	100,00	88,16
29	100,00	90,99
30	100,00	95,26
31	99,99	81,36
32	100,00	98,63
33	100,00	77,98
34	100,00	92,45
35	99,99	90,49
36	100,00	96,96
37	100,00	95,34
38	100,00	98,62



39	100,00	84,49
40	99,99	89,44
41	100,00	97,74

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{DE} - \mu_{DF} = 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en RGB es igual utilizando el Dominio Frecuencial en escala de grises.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} > 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en RGB es mayor que el Dominio Frecuencial en escala de grises

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión

La diferencia entre El dominio Espacial en RGB y el dominio Frecuencial en escala de grises es de 9,9007. Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Conclusión

Se estima que la fidelidad de la imagen es mayor utilizando dominio espacial en frecuencial de color en RGB.



Tabla 16-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial y en el dominio espacial por el espacio de color escala de grises.

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	96,96	96,96
2	91,82	91,82
3	96,66	96,43
4	99,62	99,54
5	77,39	77,34
6	98,03	97,78
7	97,84	97,76
8	97,73	97,73
9	85,70	85,70
10	95,30	94,10
11	94,43	87,18
12	96,05	95,86
13	92,96	92,81
14	98,85	98,84
15	76,86	76,57
16	90,09	90,06
17	80,45	80,26
18	89,21	89,00
19	93,36	92,50
20	81,22	81,12
21	99,32	98,25
22	81,29	81,08
23	98,01	97,95
24	72,78	72,61
25	86,30	86,28
26	67,04	66,96
27	93,64	93,61
28	88,49	88,16
29	94,37	90,99
30	95,35	95,26
31	88,15	81,36
32	98,64	98,63
33	78,02	77,98
34	92,51	92,45
35	90,91	90,49
36	97,26	96,96
37	96,05	95,34
38	98,63	98,62



39	85,45	84,49
40	89,99	89,44
41	97,87	97,74

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{DE} - \mu_{DF} = 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en escala de grises es igual utilizando el Dominio Frecuencial en escala de grises.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} > 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en escala de grises es mayor que el Dominio Frecuencial en escala de grises

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión

La diferencia entre El dominio espacial y el dominio frecuencial en escala de grises es de 0.6485. Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Conclusión

Se estima que la fidelidad de la imagen es mayor utilizando dominio espacial en espacio de color en escala de grises.



Tabla 17-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial y en el dominio espacial por el espacio de color YCrCb.

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	99,99	99,99
2	99,99	98,86
3	99,99	99,73
4	99,99	99,89
5	99,99	99,93
6	99,93	99,73
7	99,99	99,91
8	99,99	99,91
9	99,99	92,88
10	99,99	98,79
11	99,99	99,99
12	99,99	99,80
13	99,99	99,84
14	99,99	99,98
15	99,99	99,68
16	99,99	99,96
17	99,99	99,72
18	99,99	99,79
19	99,99	99,12
20	99,99	99,89
21	99,99	98,84
22	99,99	99,72
23	99,99	99,91
24	99,99	99,85
25	99,99	99,95
26	99,99	99,86
27	98,30	99,95
28	99,99	99,59
29	99,99	96,29
30	99,99	76,98
31	99,99	93,16
32	99,99	99,98
33	99,99	99,98
34	99,99	99,91
35	99,99	99,44
36	99,99	34,39
37	99,99	99,29
38	99,99	99,99



39	99,99	98,96
40	99,99	99,33
41	99,99	99,82

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{DE} - \mu_{DF} = 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en YCrCb es igual utilizando el Dominio Frecuencial en YCrCb.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} > 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en YCrCb es mayor que el Dominio Frecuencial en YCrCb.

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión

La diferencia entre El dominio espacial y el dominio frecuencial en YCrCb es de 2,8112. Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Conclusión

Se estima que la fidelidad de la imagen es mayor utilizando dominio espacial en espacio de color en YCrCb.



Tabla 18-Fidelidad de la imagen en el dominio espacial y en el dominio espacial por el espacio de color YUV.

n°	Dominio espacial	Dominio frecuencial
1	99,99	99,89
2	99,99	98,38
3	99,99	99,73
4	99,99	99,89
5	99,98	99,64
6	99,99	99,73
7	99,99	99,90
8	99,99	99,89
9	99,99	92,88
10	99,99	98,79
11	99,99	99,99
12	99,99	99,80
13	99,99	99,85
14	99,99	99,98
15	99,99	99,68
16	99,99	99,96
17	99,99	99,72
18	99,99	99,79
19	99,99	99,12
20	99,99	99,88
21	99,99	98,84
22	99,99	99,72
23	99,99	99,91
24	99,99	99,85
25	99,99	99,95
26	99,99	99,86
27	98,30	99,95
28	99,99	99,59
29	99,99	96,29
30	99,99	77,11
31	99,99	93,15
32	99,99	99,98
33	99,99	99,98
34	99,99	79,48
35	99,99	99,43
36	99,99	34,61
37	99,99	99,29
38	99,99	99,99



39	99,99	98,96
40	99,99	99,32
41	99,99	99,83

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.4. Prueba de Hipótesis

a. Formulación de Hipótesis

$$H_0 = \mu_{DE} - \mu_{DF} = 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en YUV es igual utilizando el Dominio Frecuencial en YUV.

$$H_A = \mu_{DE} - \mu_{DF} < 0$$

La fidelidad de la imagen digital promedio del Dominio Espacial en YUV es mayor que el Dominio Frecuencial en YUV.

H_0 : Hipótesis Nula

H_A : Hipótesis alterna

b. Decisión

La diferencia entre El dominio espacial y el dominio frecuencial en YUV es de 3,3246. Por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

c. Conclusión:

Se estima que la fidelidad de la imagen es mayor utilizando dominio espacial en espacio de color en YUV.



4.3. Discusión de los resultados.

- a. Según (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011), en su investigación titulada Esteganografía en BMP, hace referencia a los resultados sobre la cantidad de elementos no afectados al camuflar un mensaje de 950 caracteres en una imagen digital 254x254 en escala de grises, pues la cantidad de elementos no afectados es 39468 pues su cantidad total es de 64516 y sus elementos afectados serían de 25048. Los resultados obtenidos en mi investigación al aplicar las técnicas de dominio espacial y dominio frecuencial en diferentes espacio de color (RGB, Escala de grises, YCbCr, YUV), en un aspecto muy diferente al mencionado que es elementos afectados. En la técnica de Dominio Espacial, los espacios de color aplicados, en donde tiene más elementos afectados es en escala de grises, YCbCr, YUV según las medias mostradas en la pág. 76 en al tabla 7. En la técnica de Dominio Frecuencial, en donde tiene más elementos afectados es, en todos los espacios de color pues sus medias son más elevadas que el dominio espacial, se puede apreciar en la pág. 76 en la tabla 7. Si hacemos una comparación entre las 2 técnicas el que posee más elementos afectados es el Dominio Frecuencial, por lo tanto el Dominio Espacial es considerado el mejor, y si lo hacemos una comparación en espacio de color el mejor sería el espacio de color RGB, según sus medias que se muestra en la pág. 76 en la tabla 7. Si comparamos los resultados de la investigación de (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011) podemos decir que es recomendable utilizar las imágenes en el espacio de color RGB para poder tener menos elementos afectados al momento de incrustar información en la imagen.
- b. En este punto a discutir es sobre el número de caracteres erróneos al



recuperar el mensaje. Los resultados obtenidos en la investigación al aplicar las técnicas de Dominio Espacial y Dominio Frecuencial en diferentes espacios de color (RGB, Escala de grises, YCRCB, YUV) son variados. En la técnica de Dominio Espacial, los espacios de color aplicados, en donde tiene más caracteres erróneos según resultados mostrados en la pág. 81 en la tabla 8, son el espacio de color YCbCr e YUV, esto se debe a que dichos espacios de color depende mucho de sus canales con relación a la luminancia. En la técnica de Dominio Frecuencial, los espacios de color aplicados, en donde tienen más caracteres erróneos es en YUV, esto se presenta por la cantidad de información oculta al momento de calcular sus frecuencias. Si hacemos una comparación entre los espacio de color de cada técnica diría que en el Dominio Espacial tiene menos caracteres erróneos en escala de grises y RGB, y con relación al Dominio Frecuencial tiene menos caracteres erróneos en escala de grises e YCbCr. Y si comparamos las técnicas diría que la técnica de Dominio Espacial sería mejor, con relación a la cantidad de caracteres erróneos pues sus espacios de color RGB y escala de grises son cero, según los medias en la pág. 81 en la tabla 8. En los papers investigados de (López Hernández & otros, 2013), (Nils, Carranza, & Vaca, 2010), (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011) no toman en cuenta el número de caracteres erróneos que aparecen al recuperar el mensaje, esto se puede apreciar en las pág. 18-20.

- c. En este punto discutiremos sobre la detección visual, esto se presenta porque al momento de camuflar información (mensajes) en imágenes digitales en algunas imágenes presentan ciertos cambios en su matriz, para eso hemos considerado ver cómo se comporta este proceso al utilizar diferentes espacio



de color en el Dominio Espacial y Frecuencial. En la técnica de Dominio Espacial, según los resultados mostrados en la pág. 86 en la tabla 9 no presenta variaciones en su matriz en los diferentes espacios de color aplicados por eso se dice que su imperceptibilidad es alta. Por otro lado la técnica de dominio frecuencial, según los resultados mostrados en las pág. 86 en tabla 9, son muy variados, pues como trabajamos con las frecuencias bajas de la imagen y no con sus pixeles en sí, la pérdida de calidad de la imagen es notable. Si comparamos ambas técnicas diría que la mejor sería el Dominio espacial, pues su promedio sobre el grado imperceptibilidad es alta en todos los espacios de color aplicados, por otro lado el dominio frecuencial se considera no muy confiable ya que el promedio sobre el grado de imperceptibilidad es medio, resultados mostrados en las pág. 86 en tabla 9. En los papers investigados de (López Hernández & otros, 2013), (Nils, Carranza, & Vaca, 2010), (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011) no toman la detección visual en las imágenes que aplican la esteganografía, esto se puede apreciar en las pág. 18-20.

- d. Según (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011), en su investigación titulada Esteganografía en BMP, hace referencia a los resultados sobre la fidelidad de una imagen 254x254 al camuflar un mensaje de 950 caracteres en escala de grises, pues su fidelidad a la imagen es de 95.02%, esta probabilidad varía según el tamaño de la información (mensajes) que se camuflado en ella. En la investigación realizada al aplicar las técnicas de Dominio Espacial y Dominio Frecuencial en diferentes espacio de color (RGB, escala de grises, YCbCr y YUV) la fidelidad varia como antes se menciona en la investigación de (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011) por el tamaño del mensaje. En la



técnica del Dominio Espacial, los espacios de color aplicados, en donde tiene más fidelidad es en RGB, YCbCr y YUV pues su promedio es no menor al 99.92 %, según sus medias mostradas en la pág. 91 en la tabla 10. En la técnica del Dominio Frecuencial, los espacios de color aplicado, en donde tiene más fidelidad según sus medias mostradas en la pág. 91 en tabla 10 son en los espacios de color YCbCr y YUV pues sus promedios son no menores al 96.63%, puesto que los espacio de color en escala de grises son menores a 95% de su fidelidad a comparación de la imagen original. Si comparamos ambas técnicas, podemos decir que su fidelidad en ambas técnicas no es muy variable. Y si comparamos con los resultados obtenidos de la investigación de (Ortega, Vázquez, & Santos, 2011), podemos decir que los resultados obtenidos en ambas investigaciones son parecidos, pues la fidelidad de la imagen depende del mensaje incrustado en ella.



CAPITULO V: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

CAPITULO V: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se describe el proceso de desarrollo del sistema. Se explica el diseño del sistema y las herramientas a utilizar para su desarrollo, detallando además cada componente del sistema.

5.1. Diseño del sistema

Dada la necesidad de Identificar la mejor técnicas esteganográficas para ver el grado de imperceptibilidad al camuflar un mensaje en imágenes digitales, se plantea crear una infraestructura de sistema genérico, basado en la utilizada en los sistemas esteganográficos. En la Fig. Se muestra el esquema del diseño que tendrá el sistema prototipo para el ocultamiento de mensajes en imágenes digitales.

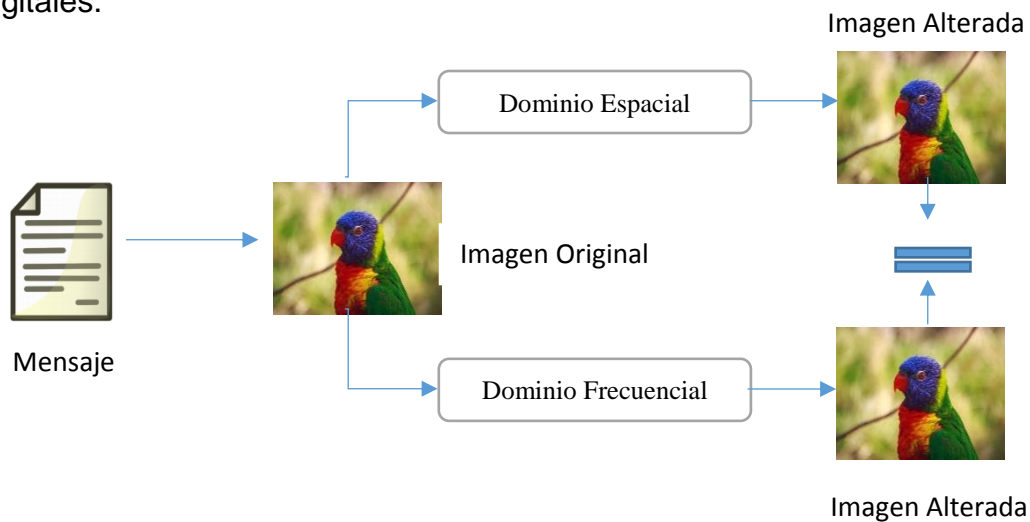


Ilustración 13-Esquema de Esteganografía pura

Fuente: Elaboración propia

El sistema recibe como primeras entradas una imagen y un mensaje. A continuación se procederá hacer el hacer la aplicación de la técnicas esteganográficas de dominio espacial y dominio frecuencial para hacer el camuflaje del mensaje en la imagen, luego una vez teniendo la imagen con el mensaje camuflado se procede a la extracción de la información y recuperación



del mensaje.

Para crear la infraestructura anterior se han tenido que utilizar diversas tecnologías y herramientas. El desarrollo del sistema se ha hecho mediante el IDE QTCreator 4.3 utilizando el lenguaje de programación c++. Se optó por utilizar el lenguaje c++ debido a que es un lenguaje simple y con una curva de aprendizaje y programación menor respecto a otros lenguajes, como C++, es un lenguaje orientado a objetos y diseñado para desarrollar software robusto. Las aplicaciones desarrolladas en c++ son multiplataforma, lo cual es beneficioso, ya que puede ser utilizado en entornos Windows o Linux. También se utilizó el Framework openCV para facilitar la manipulación de los pixeles de la imagen.

5.2. Base de imágenes

Las imágenes tomadas poseen una medida de 1932x1280 pixeles, en formato JPG.

5.3. Espacios de color

Para poder ver el comportamiento de la esteganografía en imágenes digitales, se sugirió ver el comportamiento de diferentes espacios de color:

a. Escala de grises

$$Y = Avg(R, G, B) = \frac{R + G + B}{3}$$

b. YCrCb

$$Y = w_R * R + (1 - w_B - w_R) * G + w_B * B$$

$$C_b = \frac{0.5}{1 - w_B} * (B - Y)$$

$$C_r = \frac{0.5}{1 - w_R} * (R - Y)$$

c. YUV



$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

$$U = 0.492 * (B - Y)$$

$$V = 0.877 * (R - Y)$$

5.4. Dominio Espacial

A continuación se mostrara un gráfico que explique cómo trabaja la técnica de Dominio Espacial.

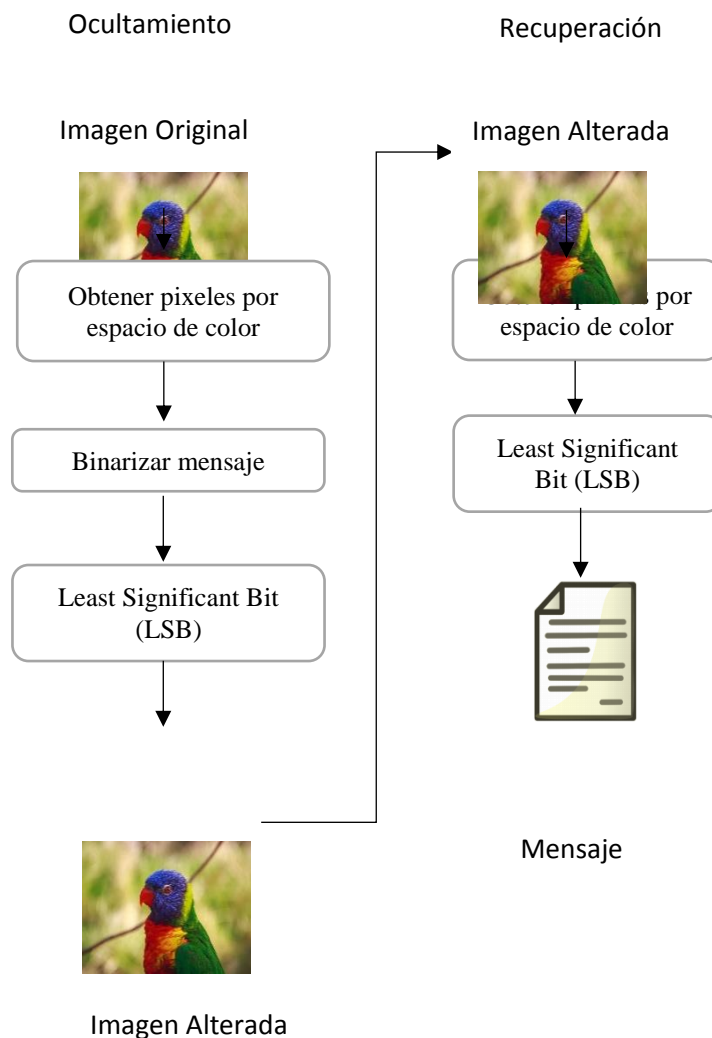


Ilustración 14- Proceso de ocultamiento y recuperación del mensaje en imágenes digitales aplicando Dominio Espacial

Fuente: Elaboración propia



a. Obtener pixeles por espacio de color

La imagen digital obtenida, se selecciona el espacio de color que se desea y se procede a recorrer toda la matriz para poder obtener los pixeles que varían de 0 a 255.

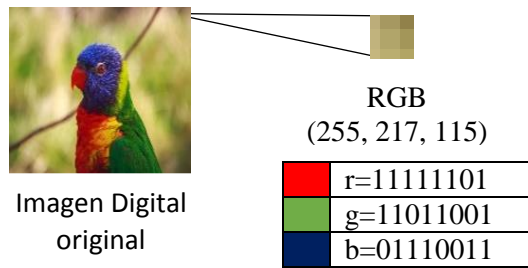


Ilustración 15- Obtención de pixeles de la Imagen Digital en RGB

Fuente: Elaboración propia

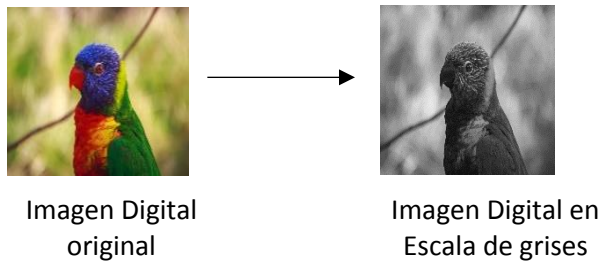


Ilustración 16- Conversión la Imagen Digital en RGB a Escala de Grises.

Fuente: Elaboración propia

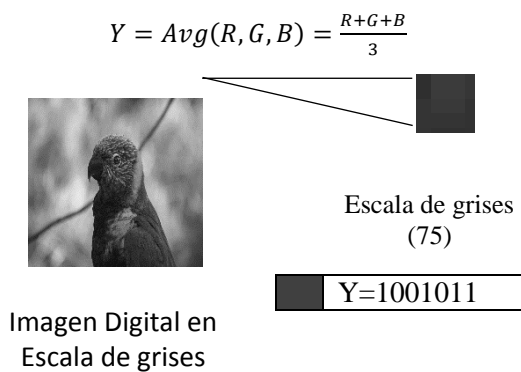


Ilustración 17- Obtención de pixeles de la Imagen Digital en Escala de grises.

Fuente: Elaboración propia



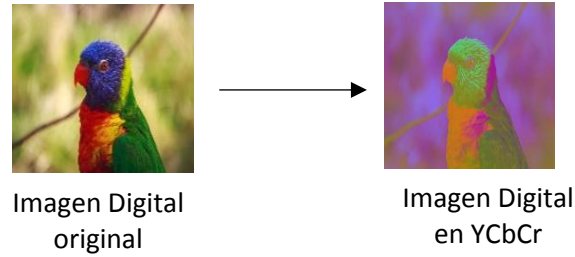


Ilustración 18- Conversión la Imagen Digital en RGB a YCbCr.

Fuente: Elaboración propia

$$Y = w_R * R + (1 - w_B - w_R) * G + w_B * B$$

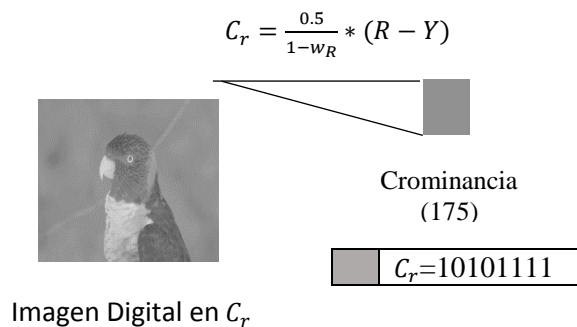
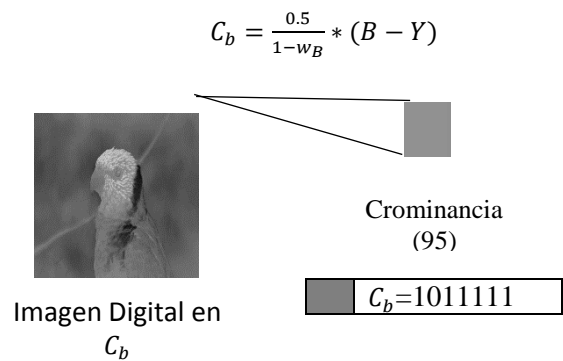
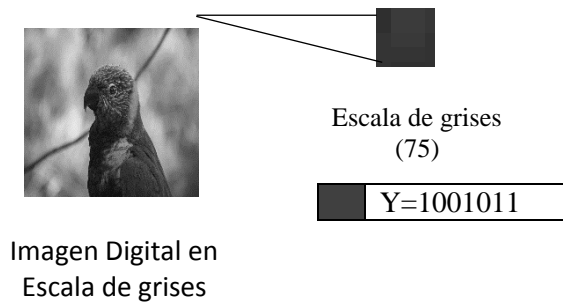


Ilustración 19-Obtención de pixeles de la Imagen Digital en YCbCr.

Fuente: Elaboración propia





Ilustración 20- Conversión la Imagen Digital en RGB a YUV

Fuente: Elaboración propia

$$Y = 0.299 * R + 0.587 * G + 0.114 * B$$

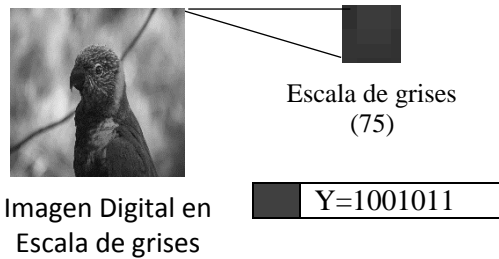


Imagen Digital en Escala de grises

$$U = 0.492 * (B - Y)$$

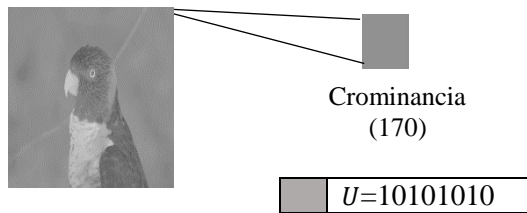


Imagen Digital en U

$$V = 0.877 * (R - Y)$$

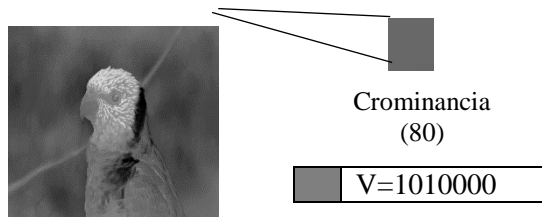


Ilustración 21- Obtención de pixeles de la Imagen Digital en YUV.

Fuente: Elaboración propia

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.1, donde se muestra el código de la aplicación al momento de hacer las conversiones y obteniendo los pixeles en



el método procesolncrustarDE() de la clase dominioespacial.cpp.

b. Binarizar mensaje

Carácter	h	o	l	a
Código ASCII	68	111	108	97
binario	0	0	0	0
	1	1	1	1
	1	1	1	1
	0	0	0	0
	1	1	1	0
	0	1	1	0
	0	1	0	0
	0	1	0	1

Ilustración 22-Palabra binarizada según el código ASCII

Fuente: Elaboración propia

Una vez teniendo el mensaje o frase lista para hacer incrustada dentro de la imagen digital, tiene que pasar por un proceso, que consiste en descomponer el mensaje en caracteres y esos caracteres obtener su decimales según el código ASCII y posteriormente binarizar esos decimales para obtener una cadena binariazada del mensaje.

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.2, donde se muestra el código de la aplicación al momento de pedir y binarizar el mensaje en el método procesolncrustarDE() de la clase dominioespacial.cpp.

c. Método Least Significant Bit (LSB)

Una vez terminado el proceso a y b, los pixels se modifica aplicando Least Significant Bit (LSB), que consiste en cambiar el ultimo bit del pixel. El procedimiento seria el siguiente, digamos que el pixel ya binarizado tiene un valor 94 y su binario seria el siguiente 1011110, una vez obtenido el pixel, se selecciona el último bit del binario antes mencionado, y se reemplaza por el bit del mensaje que tendría como valor 1, quedaría de la siguiente manera 1011110, y el valor del pixel modificado seria el siguiente 95, se puede apreciar que no



varia mucho puesto que la ultima posición su valor es 2^0 que tendría un valor de 1, haciendo que el bit agregado no haga que aumente el valor demasiado.


	Pixeles	Información	Pixeles Esteganografados
	R=1111110 1	0	R=1111110 0
	G=1101100 1	1	G=1101100 1
	B=0111001 1	1	B=0111001 1
	:	:	:

Ilustración 23-Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en RGB

Fuente: Elaboración propia


	Pixeles	Información	Pixeles Esteganografados
	L=100101 1	0	L=100101 0
	:	:	:

Ilustración 24-Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en Escala de grises

Fuente: Elaboración propia




	Pixeles	Información	Pixeles Esteganografados
	L=100101 1	0	L=100101 0
	$C_b=1011111$ 1	1	$C_b=1011111$ 1
	$C_b=1010111$ 1	1	$C_b=1010111$ 1
	:	:	:

Ilustración 25- Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en YCbCr

Fuente: Elaboración propia






	Pixeles	Información	Pixeles Esteganografados
	L=1001011	0	L=1001010
	U=10101010	1	U=10101011
	V=1010000	1	V=1010001
⋮	⋮	⋮	⋮

Ilustración 26- Inserción de la información aplicando Least Significant Bit (LSB) en una Imagen Digital en YUV

Fuente: Elaboración propia

Después se procede a reconstruir y convertir la imagen digital según su espacio de color regresando a su estado original.

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.3, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar la modificación de los pixeles y la reconstrucción de la imagen en el método `alterarPixel()` de la clase `lsb.cpp`.

d. Recuperación del mensaje.

La imagen Digital encubierta, se realiza el proceso “a”, para obtener los pixeles, después se extrae cada Least Significant Bit (LSB), para obtener una cadena binaria, luego se procede agrupar los bit en byte para convertir en decimal y ubicar el código ASCII para su recuperación.

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.4, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar la carga de la imagen, la selección del espacio de color, y la recuperación del mensaje en el método `procesoExtraerDE()` de la clase `dominioespacial.cpp`.



5.5. Dominio frecuencial

A continuación se mostrara un gráfico que explique cómo trabaja la técnica de Dominio Frecuencial.

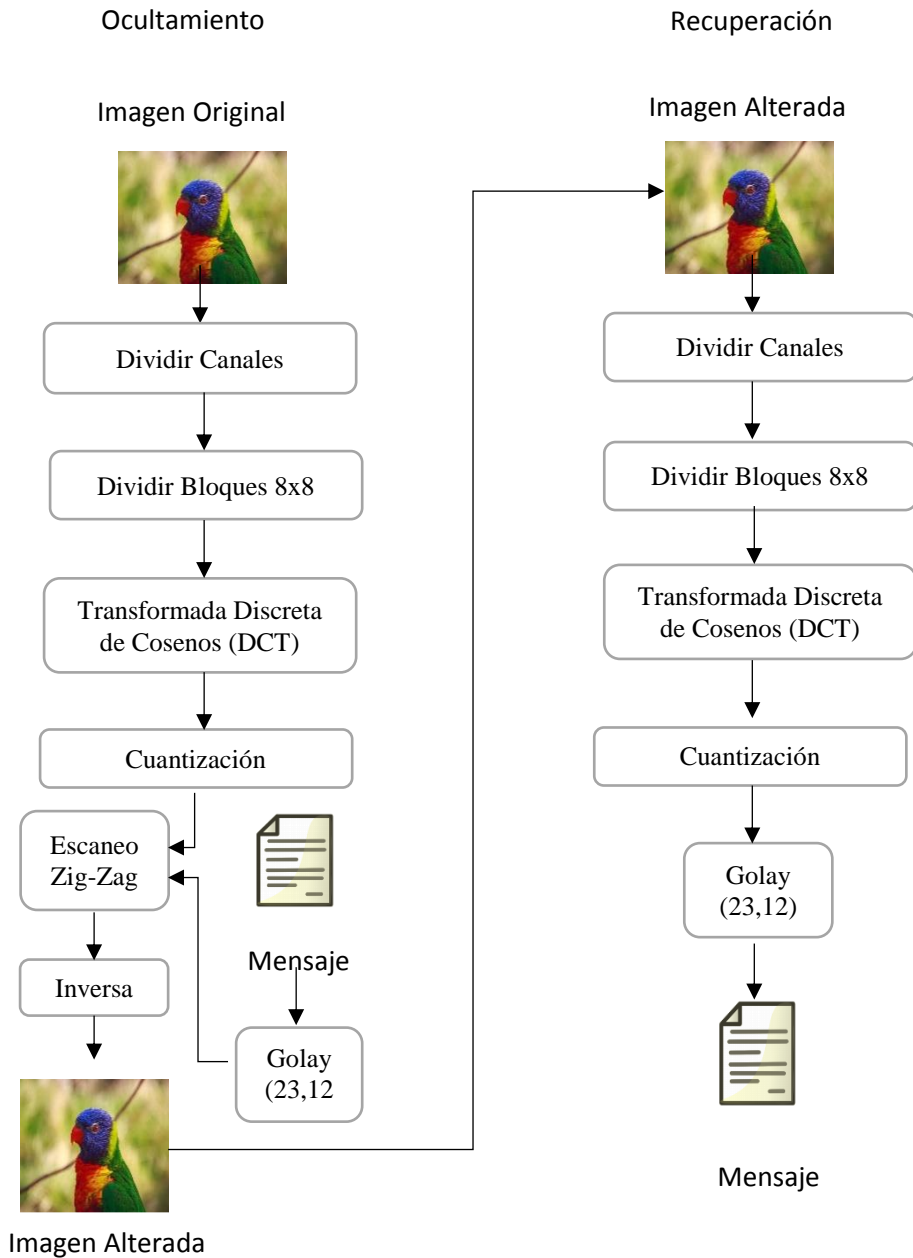


Ilustración 27- Proceso de ocultamiento y recuperación del mensaje en imágenes digitales aplicando Dominio Frecuencial

Fuente: Elaboración propia



a. Dividir canales

La Imagen Digital obtenida, se selecciona los espacios de color y se procede a dividir en los canales que la componen.

$$Y = Avg(R, G, B) = \frac{R+G+B}{3}$$

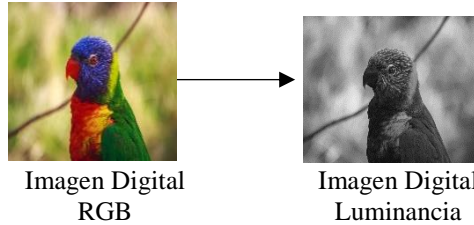


Ilustración 28- Convertir la Imagen Digital RGB en Escala de grises dividido en un canal

Fuente: Elaboración propia

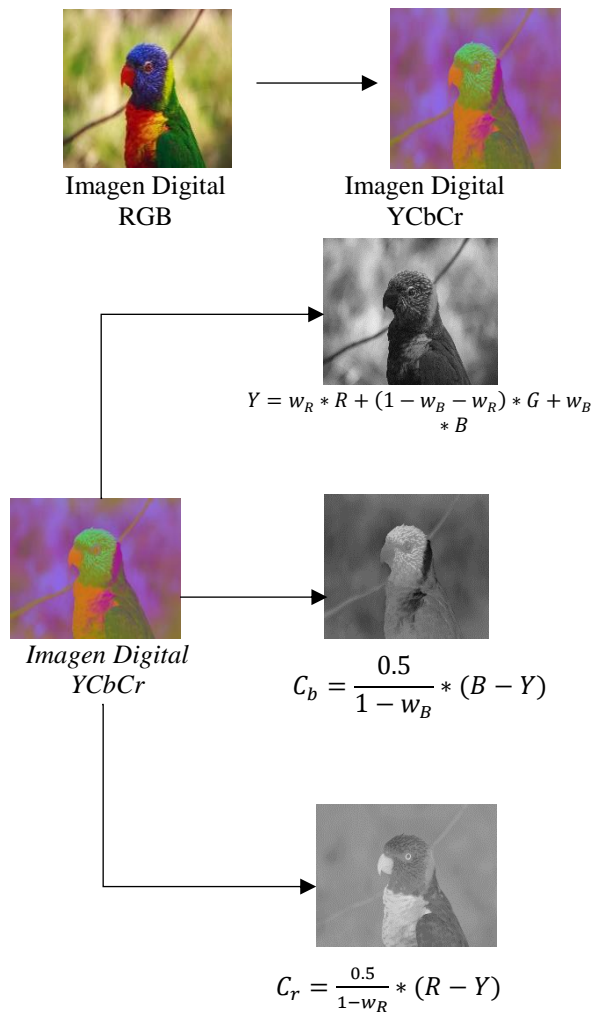


Ilustración 29- Convertir la Imagen Digital RGB en YCbCr dividido en tres canales

Fuente: Elaboración propia



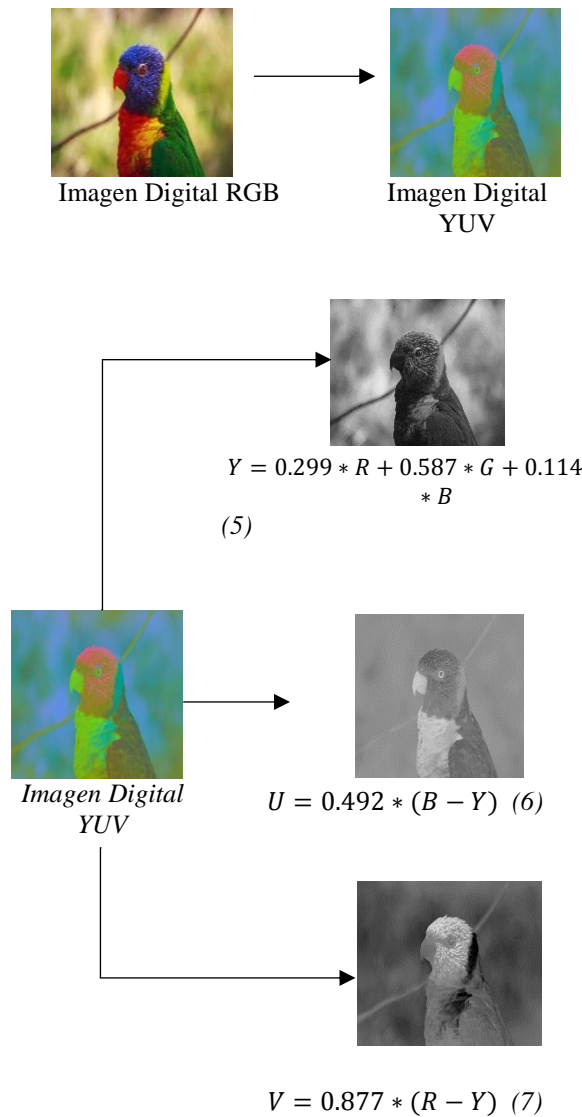


Ilustración 30- Convertir la Imagen Digital RGB en YUV dividido en tres canales

Fuente: Elaboración propia

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.5, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar la carga de la imagen, la selección del espacio de color y la división de sus canales en el método `procesolncrustarDF()` de la clase `dominiofrecuencial.cpp`



b. Dividir en bloque 8x8

$$A = (a_{ij})_{m \times n}, \text{ donde } m = n$$

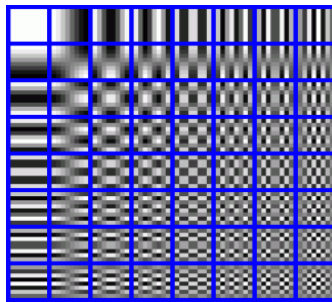


Ilustración 31-Dividir la imagen en bloques de 8x8

Fuente: Elaboración propia

Se procede a dividir la imagen en sub-imágenes o bloques 8x8, se hace con el fin de evitar la pérdida de la calidad durante el procesamiento de la imagen.

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.6, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar división en sub-imágenes o bloques 8x8 en el método `bloque8x8()` de la clase `imagen.cpp`.

c. Transformada Discreta de Cosenos

Una vez teniendo los bloques 8x8, se procede a calcular las frecuencias de los bloques 8x8 de la Imagen Digital de cada canal.

$$S(u, v) = \frac{2}{N} C(u)C(v) \sum_{X=0}^{N-1} \sum_{Y=0}^{N-1} s(x, y) \cos\left(\frac{\pi u(2x + 1)}{2N}\right) \cos\left(\frac{\pi v(2y + 1)}{2N}\right)$$

$S(u,v)$ es el valor del coeficiente de la fila “u” y la columna “v”, donde sus valores varían de 0 a 7. Para obtener el valor del coeficiente, se procede a ver los coeficientes $C(u)$ y $C(v)$ tomando estos valores, cuando u y/o v son iguales a cero, su valor de $C(u,v)$ es $\sqrt{\frac{1}{N}}$ y cuando son mayores a cero y menor igual a $N-1$ su valor es $\sqrt{\frac{2}{N}}$, donde N es igual a 8. Las sumatorias de x e y recorren la matrices de 0 a 7, para poder obtener el valor $S(x, y)$, que representa el pixel, y



se procede a calcular los cosenos, para así obtener el valor del coeficiente, este proceso se repite para todo los pixeles.

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.7, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar los calculas de la frecuencia de la imagen en el método calcularDCT() de la clase dominiofrecuencial.cpp con ayuda de la librería opencv con su método dct().

d. Cuantización

$$B = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} b_{ij}; \text{ donde } 9 < b_{ij} \leq 121$$

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Ilustración 32-Matriz Standar JPEG

Fuente: Elaboración Propia

$$C = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} c_{ij}; \text{ donde } 16 < c_{ij} \leq 99$$

17	18	24	47	66	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	69	56
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

Ilustración 33-Matriz JPEG color

Fuente: Elaboración propia

Esta fase, se obtiene el mayor número de ceros posibles, para reducir en gran medida la cantidad de información, en los componentes de alta frecuencia y se realiza aplicando esta fórmula:

$$\text{Cuantizacion} = \text{round}(ESI/ES)$$

ESI=Elemento de la subimagen



ES=elemento Estándar JPEG

Este proceso se aplica también para las crominancias.

Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.7, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar la cuantización de cada frecuencia en los bloques 8x8 en el método `calcularCuantizacion()` en la clase `dominiofrecuencial.cpp`.

e. Codificación del mensaje

El mensaje, se descomponen en caracteres, y se ubica el decimal que le corresponde en el código ASCII, para binarizar. Luego la información binaria pasa por un codificador, aplicando un Código Binario Lineal GOLAY (23,7). Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.8, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar binarización del mensaje y la codificación con el método `on_pbtnBinarizar_click()` de la clase `dominiofrecuencial.cpp` y con ayuda de matlab poder codificar el mensaje.

f. Escaneo Zig-zag

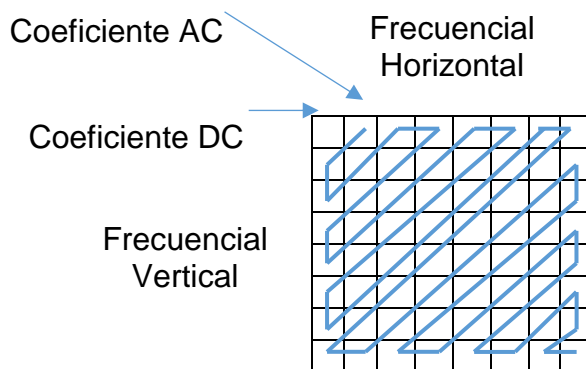


Ilustración 34-Escanear en Zig-zag

Fuente: Elaboración propia

Ordena los coeficientes AC de cada bloque 8x8 de luminancia. Luego se comienza a modificar los 8 primeros coeficientes AC de cada bloque 8x8, con el



método Least Significant Bit (LSB) insertando la información. El procedimiento sería el siguiente, digamos que tenemos un coeficiente de valor 2, una vez obtenido el coeficiente, se procede a binarizar, su valor sería este 0000010, una vez obtenido el valor se procede a reemplazar el último bit del coeficiente con el bit el mensaje codificado que tendría un valor de 1, quedaría de la siguiente manera 0000011, para que luego se convierta en el coeficiente alterado que tendría un valor de 3. Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.9, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar el escaneo en Zig-zag con el método con el método modificarCoefAC() de la clase dominiofrecuencial.cpp.

g. Inversa

Luego de ordenar los Coeficientes AC, se restauran a su posición original. Después se procede a realizar la cuantización, se multiplica las frecuencias del bloque 8x8 de luminancia por la matriz Estándar JPEG y procede también para la crominancia por la matriz JPEG s color. Luego se procede a utilizar la Transformada Inversa Discreta de Cosenos (IDCT), para retornar sus valores de antes.

$$s(u, v) = \frac{2}{N} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} C(u)C(v)S(u, v)\cos\left(\frac{\pi u(2x + 1)}{2N}\right)\cos\left(\frac{\pi v(2y + 1)}{2N}\right)$$

S(u,v) es el valor del pixel de la fila “u” y la columna “v”, donde sus valores varían de 0 a 7. Para obtener el valor del coeficiente, se procede a ver los coeficientes C(u) y C(v) tomando estos valores, cuando u y/o v son iguales a cero, su valor de C(u,v) es $\sqrt{\frac{1}{N}}$ y cuando son mayores a cero y menor igual a N-1 su valor es $\sqrt{\frac{2}{N}}$, donde N es igual a 8. Las sumatorias de x e y recorren la matrices de 0 a 7, para poder obtener el valor S(x, y), que representa el coeficiente, y se procede a



calcular los cosenos, para así obtener el valor del pixeles, este proceso se repite para todos los coeficientes. Luego se procede a reconstruir la Imagen Digital, y se procede a convertir a su aspecto original dependiendo del espacio de color. Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.9, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar la inversa con el método con el método `calcularIDCT()` de la clase `dominiofrecuencial.cpp` con ayuda de la librería `opencv` con su método `idct()`.

h. Recuperar mensaje

El proceso de recuperación se tiene que aplicar el paso a, b, c, d, e y f, se comienza a extraer la información de los coeficientes AC aplicando Least Significant Bit, una vez recuperado la información se decodifica con el Código Binario Lineal GOLAY (23,7), una vez decodificados los bit se agrupan en bytes para convertirlos en decimales y consultar el código ASCII para la reconstrucción del mensaje.

Una vez obtenida las Imágenes Digitales camufladas de ambas técnicas, pasaran por ciertos procesos para confirmar el grado de imperceptible. Este proceso se puede apreciar en el anexo 5.9, donde se muestra el código de la aplicación al momento de realizar la recuperación del mensaje con el método con el método `procesoExtraerDF()` de la clase `dominiofrecuencial.cpp`.

5.5. Especificación del sistema

En este apartado se presentan los casos de uso que representan el diseño del sistema desarrollado, el cual sigue los patrones ya comentados en el apartado. Las imágenes digitales que utilizara el sistema están alojadas en el disco duro local, por lo tanto no es necesario una conexión a base de datos.

El sistema recibe como entrada una imagen y un mensaje. Para esto, el usuario



debe indicar la ruta donde se localiza, por otro lado el mensaje será escrito en la misma aplicación. Una vez seleccionado la imagen y escrito el mensaje se procede a elegir el espacio de color a aplicar y que tipo de técnica se va aplicar para el encubrimiento de la mensaje en la imagen y posteriormente su recuperación.

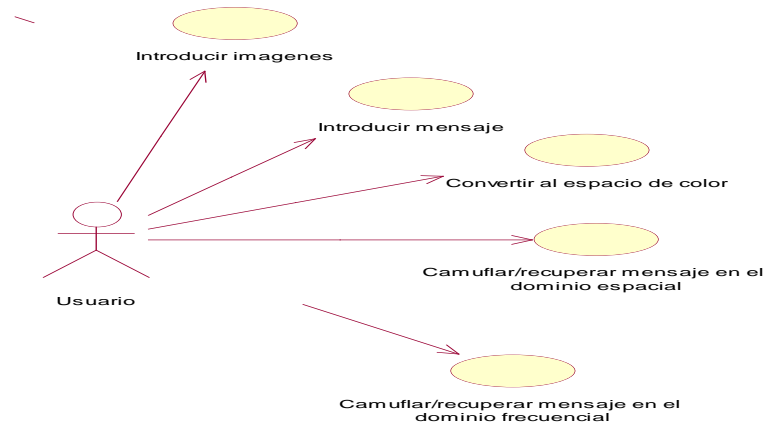


Ilustración 35-Diagrama de caso de uso del sistema

Fuente: Elaboración propia

En la Ilust. 22, se muestra las funciones básicas que tiene el sistema y con las cuales el usuario tiene contacto. Estas funciones son 5 y se detallan a continuación:

Introducir imagen: El sistema permite al usuario introducir una imagen utilizando la funcionalidad de la pantalla del dominio espacial y frecuencial. El usuario escoge la ruta donde se encuentra la imagen con la que desea camuflar el mensaje, especificando ruta y tamaño de la imagen.

Introducir mensaje: El sistema permite al usuario introducir un mensaje utilizando un área de texto de la pantalla del dominio espacial y frecuencial. El usuario escribe el mensaje que desea camuflar.

Camuflar y/o recuperar mensaje en el dominio espacial: El sistema procesa



los datos ingresados por el usuario anteriormente, para poder comenzar la elección de espacio de color aplicar, una vez elegido el espacio de color tiene 2 opciones que es incrustar el mensaje ingresado o recuperarlo utilizando el dominio espacial.

Camuflar y/o recuperar mensaje en el dominio frecuencial: El sistema procesa los datos ingresados por el usuario anteriormente, para poder comenzar la elección de espacio de color aplicar, una vez elegido el espacio de color tiene 2 opciones que es incrustar el mensaje ingresado o recuperarlo utilizando el dominio frecuencial.

a. Proceso de camuflaje

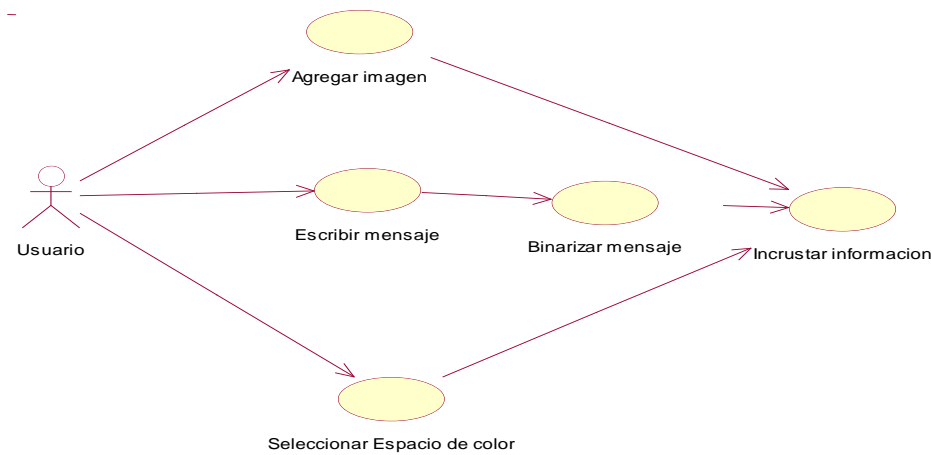


Ilustración 36--Diagrama de caso de uso del proceso de inserción del mensaje en el Dominio Espacial

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de inserción del mensaje en el Dominio Espacial está reflejado en la Ilust. 23. El usuario selecciona una imagen la cual está alojada en el disco duro local. El usuario luego de a ver elegido la imagen, comienza a escribir el mensaje que pasara por un proceso de binarización antes que se incruste en la imagen seleccionada, una vez teniendo estos datos se procede a seleccionar el espacio



de color, una vez seleccionado se procede a incrustar el mensaje en la imagen, obteniendo una imagen con el mensaje camuflado.

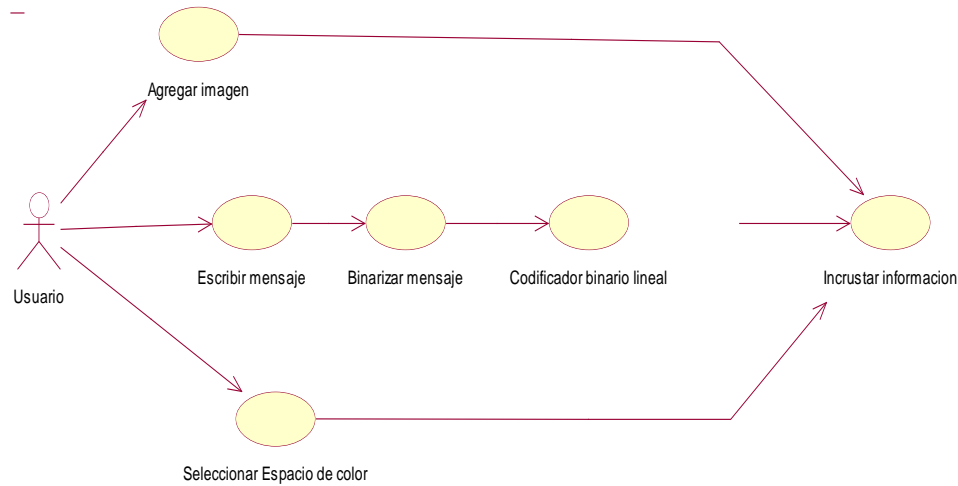


Ilustración 37-Diagrama de caso de uso del proceso de inserción del mensaje en el Dominio Frecuencial

Fuente: Elaboración propia

El proceso de inserción del mensaje en el Dominio Frecuencial está reflejado en la Ilust. 24. El usuario selecciona una imagen la cual está alojada en el disco duro local. El usuario luego de haber elegido la imagen, comienza a escribir el mensaje que pasará por un proceso de binarización y por codificador binario lineal antes que se incruste en la imagen seleccionada, una vez teniendo estos datos se procede a seleccionar el espacio de color, una vez seleccionado se procede a incrustar el mensaje en la imagen, obteniendo una imagen con el mensaje camuflado.



b. Proceso de Extracción del mensaje

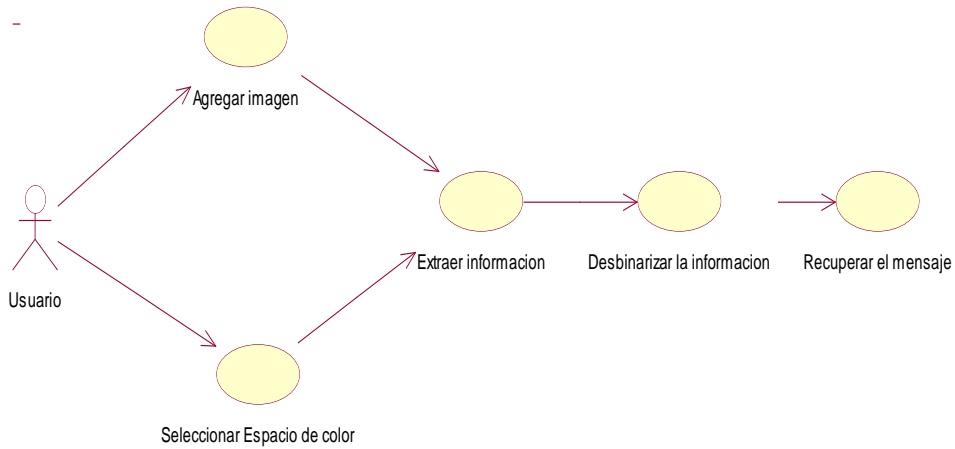


Ilustración 38-Diagrama de caso de uso del proceso de extracción del mensaje en el Dominio Espacial

Fuente: Elaboración propia

El proceso de extracción del mensaje en el Dominio Espacial está reflejado en la Ilust. 25. El usuario selecciona una imagen camuflada la cual está alojada en el disco duro local. Una vez seleccionada la imagen, se elige el espacio de color con el cual se camufló, posteriormente la imagen es procesada y se extrae la información binarizada, luego se procede a convertir los binarios en decimales para transformarlo en caracteres y así recuperar el mensaje.

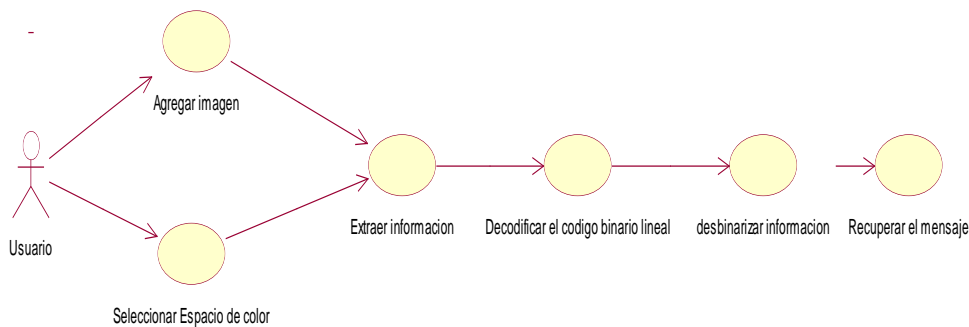


Ilustración 39-Diagrama de caso de uso del proceso de extracción del mensaje en el Dominio Frecuencial

Fuente: Elaboración propia



El proceso de extracción del mensaje en el Dominio Frecuencial está reflejado en la Ilust. 26. El usuario selecciona una imagen camuflada la cual está alojada en el disco duro local. Una vez seleccionada la imagen, se elige el espacio de color con el cual se camufló, posteriormente la imagen es procesada y se extrae la información codificada, luego se procede a decodificar el código binario lineal, después se procede a convertir los binarios en decimales para transformarlo en caracteres y así recuperar el mensaje.

La aplicación dispone de una interfaz gráfica sencilla que permite interactuar al usuario con el sistema. El sistema permite ejecutar pruebas de manera sencilla. La interfaz está formada por 2 formularios organizados en sub- menús. La primera permite hacer el uso de la técnica del Dominio Espacial para su camuflaje y/o extracción del mensaje en imágenes digitales, haciendo elección del espacio de color. La segunda permite hacer el uso de la técnica del dominio Frecuencial para su camuflaje y/o extracción del mensaje en imágenes digitales, haciendo elección del espacio de color.

Pantalla de prueba

Comentaremos cada uno de los elementos de esta pantalla utilizando la numeración que contiene la siguiente imagen correspondiente al uso de clasificadores para pruebas de imágenes individuales:



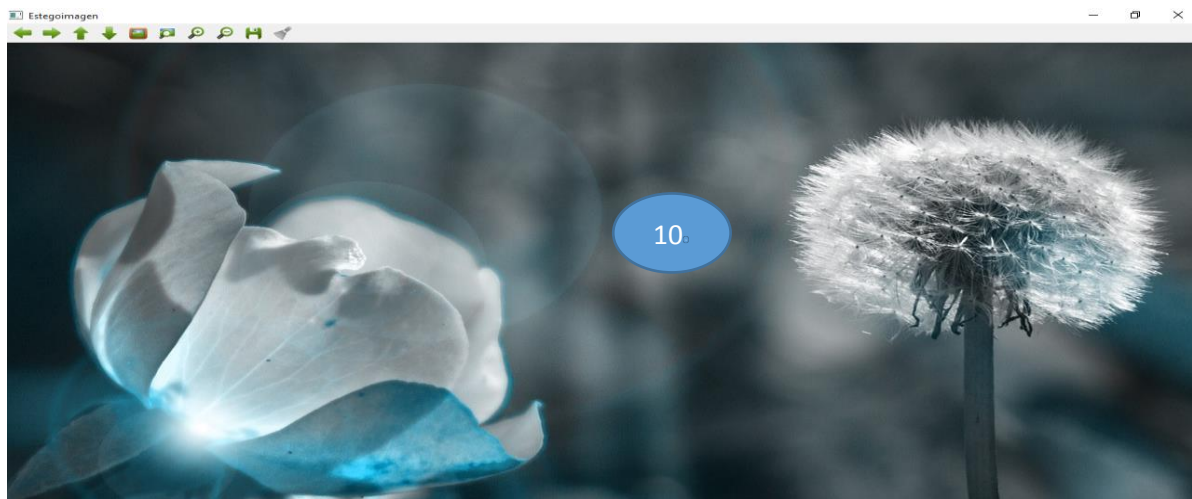
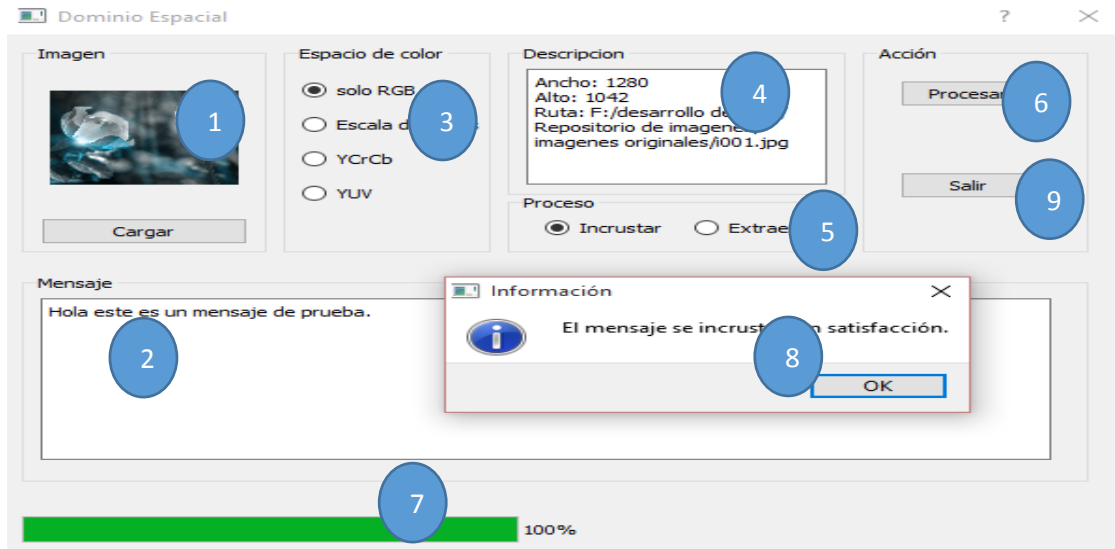


Ilustración 40-Proceso de la inserción del mensaje en la imagen digital

Fuente: Elaboración propia

1. Cargar imagen: Permite explorar para encontrar la imagen para abrirla.
2. Mensaje: Permite escribir el mensaje que se camuflado.
3. Espacio de color: Permite seleccionar el espacio de color para el camuflaje del mensaje.
4. Descripción: Nos brinda información del tamaño de la imagen y su ruta.
5. Proceso: Permite elegir el proceso a realizar, ya sea Incrustación o Extracción.
6. Procesar: Inicia la inserción del mensaje en la imagen digital.



7. Barra de progreso: Muestra el progreso de la inserción o extracción del mensaje en la imagen digital.
8. Mensaje: Muestra un mensaje de información.
9. Salir: Permite salir de la ventana.
10. Visor: Se aprecia la imagen camuflada.

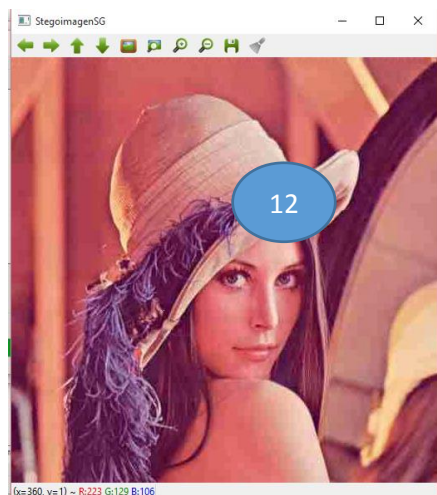
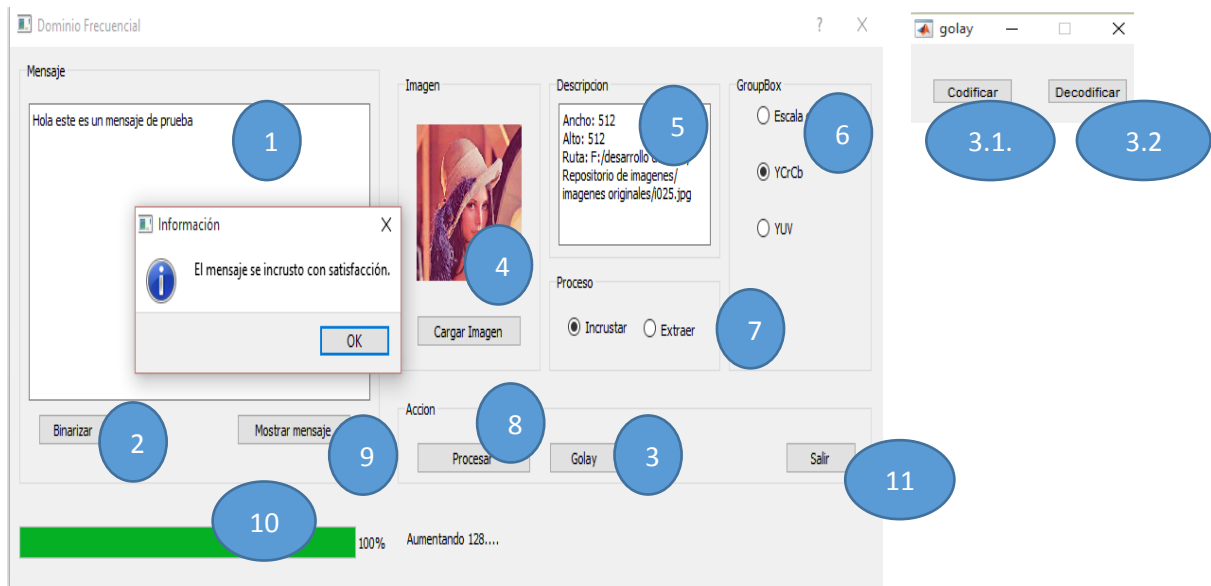


Ilustración 41- Proceso de inserción del mensaje codificado en la imagen seleccionando el espacio de color en el dominio frecuencial

Fuente: Elaboración propia

1. Mensaje: Permite escribir el mensaje que se camuflado.
2. Binarizar: Permite binarizar los caracteres del mensaje.

3. Golay: Ejecuta un .exe de matlab, y llama a una venta llamada Golay
 - 3.1. Codificar: Permite aplicar el codificador del código binario lineal a los caracteres binarizados.
 - 3.2. Decodificar: Permite aplicar el decodificador del código binario lineal para recuperar los caracteres binarizados.
4. Cargar imagen: Permite explorar para encontrar la imagen para abrirla.
5. Descripción: Nos brinda información del tamaño de la imagen y su ruta.
6. Espacio de color: Permite seleccionar el espacio de color para el camuflaje del mensaje.
7. Proceso: Permite elegir el proceso a realizar, ya sea Incrustación o Extracción.
8. Procesar: Inicia la inserción del mensaje en la imagen digital.
9. Mostrar mensaje: Inicia la reconstrucción del mensaje.
10. Barra de progreso: Muestra el progreso de la inserción o extracción del mensaje en la imagen digital.
11. Salir: Permite salir de la ventana.
12. Visor: Se aprecia la imagen camuflada.



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

- a. Se seleccionó los métodos a implementar de cada técnica para el ocultamiento de información en imágenes digitales. De acuerdo a los papers consultados, se concluye que la técnica del dominio espacial el método más usado en el LSB por su fácil manejo por otro lado en la técnica de dominio frecuencial es un poco más compleja pues aplica transformadas de Fourier para el cálculo de frecuencia en la imagen aplica también el método de LSB pero con un código binaria lineal para la codificación del mensaje.
- b. Se seleccionó los espacios de color para las imágenes digitales a camuflar, se concluye que los espacios de color RGB, Escala de grises, YCrCb y YUV, son espacio de color que pueden ser trabajados en la técnica del dominio espacial y dominio frecuencial. Pues estos se pueden manipular tanto los pixeles y se pueden realizar compresiones JPEG.
- c. Se implementó el aplicativo con las técnicas en dominio espacial y dominio frecuencial, que cumple la función de camuflar mensajes en imágenes digitales en diferentes espacios de color.
- d. Se evaluó la imperceptibilidad de la imagen digital de las técnicas esteganográficas, donde se le otorgo una clasificación de 0 a 2, donde 0 es bajo, 1 es medio y 2 es alto. De acuerdo a los resultados en las pág. 92 en la tabla 9, se concluye que en el indicador sobre la detección visual en la técnica de Dominio Espacial en todos los espacios de color aplicados en la imagen no sufre ningún cambio y se considera que su nivel de imperceptibilidad es alta, porque solo se cambian los LSB (Bit menos significativos), en cambio en el Dominio Frecuencial los cambios son notables, en todos los espacios de



color aplicados según los resultados en las pág. 92 en la tabla 9, existen más imágenes que su nivel de imperceptibilidad es medio, esto quiere decir que el Dominio Frecuencial es susceptible a cambios. En el indicador que trata sobre la fidelidad de la imagen digital según los resultados de la pág. 97 en tabla 10, en el Dominio Espacial son cambiantes, solo en el espacio de color escala de grises su media es 90.74 porque en los espacios de color RGB, YCrCb, y YUV son del 99%; en cambio en el Dominio Frecuencial su fidelidad en imágenes digitales en los espacios de color, son cambiantes pues en escala de grises la media es 90.10%, en YCrCb al media es 97.14%, y en YUV es 96.62%. Esto quiere decir que el Dominio Espacial no es muy susceptible a los cambios, aunque en el Dominio Frecuencial sus medias no bajan del 95% excepto en la escala de grises que es del 90.10%, se puede decir que los más estables en el Dominio Frecuencial son el espacios de color YCrCb y YUV. Según lo hablado anteriormente se concluye que el Dominio Espacial es confiable al evaluar la imperceptibilidad de la imagen digital.

- e. Se identificó que la mejor técnica esteganográfica, con relación a la imperceptibilidad en imágenes digitales, es la técnica de Dominio Espacial, basado en la conclusión d.
- f. Se evaluó que la técnica más segura es el dominio frecuencial, pues gracias al código lineal binario que tiene la técnica la hace más segura aplicando el método LSB en comparación al dominio espacial que no aplica ningún codificador solo aplica el LSB.
- g. Se determinó que el uso del espacio de color RGB en el dominio frecuencial es irrelevante, porque para poder aplicar la técnica de dominio frecuencial en una imagen a color, necesita aplicar compresión JPEG, y para poder



realizarlo necesita un canal en escala de grises.

6.2. Recomendaciones

- a. Se recomienda que al momento que camuflen un mensaje utilizando la técnica de dominio frecuencial, utilicen menos de 500 caracteres, pues mucha información puede que la imagen se vuelva perceptible ante el ojo humano, también puede que al momento de recuperar el mensaje existan algunos caracteres erróneos.
- b. Si se desea implementar estas técnicas, los espacios de color más estables para su aplicación serían en el dominio espacial RGB y escala de grises y en el dominio frecuencial sería escala de grises y YCrCb.
- c. Si se desea ver otro tipo de portadores digitales, sería recomendable que investiguen sobre la esteganografía en audio y video.
- d. Si se utiliza opencv para la implementación, se recomienda que al momento de implementar el dominio espacial la imagen alterada se guarde en formato, .png, pues si lo guardas en .jpg, hará pérdidas de datos al momento de guardar la imagen.



REFERENCIAS

- Burger, W., & Burgue, M. J. (2009). *Principles of digital image processing*. Londres: Springer.
- Contretas Pinochet, L. H. (2014). *Tecnologia da informacao e comunicacao*. Rio de Janeiro-Brazil: Elsevier Editota Ltda.
- López Hernández, J., & otros. (2013). Algoritmo Esteganografico Robusto a Compresión JPEG Usando DCT. San Francisco Culhuacan, México, D.F, Mexico.
- Martin Reina, D. (2010). *Criptografia*.
- Morocho Checa, E. A. (2014). Implementación del algoritmo esteganográfico f5 para imágenes JPEG a color. Ecuador.
- Morocho Checa, E. A. (2014). Implementación del algoritmo esteganográfico f5 para imágenes JPEG a color. Ecuador.
- Nils, L., Carranza, F., & Vaca, I. (2010). *Método Esteganográfico usando Recorrido de Grafos en imágenes*. Trujillo, Perú.
- NTP-ISO/IEC17799. (2007, 01 06). *Dedicado a la publicaciones NTP*. Retrieved from bvindecopi: <http://www.bvindecopi.gob.pe/normas/isoiec17799.pdf>
- Ortega, C., Vázquez, R., & Santos, A. (2011). Esteganografía e BMP.
- Pereira Pinto, J. (2010). *Segurança digital utilizando esteganografia*. San Paulo, Brazil.
- Torres Maya, S. (2005). *Esteganografía usando el método de BPCS en los dominios espacial y espectral*. Mexico.



ANEXOS

Anexo 01

FICHA DE REGISTRO

Objetivo	Ver los elementos afectados en la imagen
Técnica Esteganográfica	
Descripción	Esta ficha de registro se hizo con el fin de obtener datos sobre la cantidad de elementos afectados al camuflar un mensaje en una imagen digital

A continuación, se registrarán los datos obtenidos de la implementación de los métodos esteganográficos de cada imagen alterada.

<i>Código de la imagen</i>	Imagen				Mensaje
	Cantidad elementos afectados en el espacio de color RGB	Cantidad elementos afectados en el espacio de color Escala de grises	Cantidad elementos afectados en el espacio de color YCbCr	Cantidad elementos afectados en el espacio de color YUV	Cantidad de caracteres
1001					
1001					
1002					
1003					
1004					
1005					
1006					
1007					
1008					
1009					
1010					
1011					
1012					
1013					
1014					
1015					
1016					
1017					
1018					
1019					
.....					
1041					



Anexo 02

FICHA DE REGISTRO

Objetivo	Ver cuantos caracteres erróneos hay en el mensaje recuperado
Técnica Esteganográfica	
Descripción	Esta ficha de registro, se hizo con el fin de obtener datos sobre la cantidad de caracteres erróneos hay en el mensaje recuperado.

A continuación, se registrarán los datos obtenidos de la implementación de los métodos esteganográficos de cada mensaje recuperado

Código de la imagen	Imagen				Mensaje
	Cantidad de caracteres erróneos en el espacio de color RGB	Cantidad de caracteres erróneos en el espacio de color Escala de grises	Cantidad de caracteres erróneos en el espacio de color YCbCr	Cantidad de caracteres erróneos en el espacio de color YUV	Cantidad de caracteres
1001					
1001					
1002					
1003					
1004					
1005					
1006					
1007					
1008					
1009					
1010					
1011					
1012					
1013					
1014					
1015					
1016					
1017					
1018					
1019					
.....					
1041					



Anexo 03

GUIA DE OBSERVACIÓN

Objetivo	Probabilidad de detección visual
Técnica Esteganográfica	
Descripción	Esta guía de observación, se hizo con el fin de obtener datos sobre la probabilidad de detección visual en una imagen digital, mediante los estados que se calificaran comparando las imágenes originales con las imágenes alteradas.

A continuación, se registrarán los datos mediante una comparación de imágenes originales y alteradas mediante el ojo humano de los métodos esteganográficos implementados.

Código de la imagen	Dominio Frecuencial																					
	RGB			Escala de Grises			YCrCb			YUV			Escala de Grises			YCrCb			YUV			
	Imperceptibilidad			Imperceptibilidad			Imperceptibilidad			Imperceptibilidad			Imperceptibilidad			Imperceptibilidad			Imperceptibilidad			
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	
I001																						
I002																						
I003																						
I004																						
I005																						
I006																						
I007																						
I008																						
I009																						
I010																						
I011																						
I012																						
I013																						
I014																						
I015																						
I016																						
I017																						
I018																						
I019																						
.....																						
I041																						



Anexo 04

FICHA DE REGISTRO

Objetivo	Ver cuantos caracteres erróneos hay en el mensaje recuperado
Técnica Esteganográfica	
Descripción	Esta ficha de registro, se hizo con el fin de obtener datos sobre la cantidad de caracteres erróneos hay en el mensaje recuperado.

A continuación, se registrarán los datos obtenidos de la implementación de los métodos esteganográficos de cada imagen alterada

<i>Código de la imagen</i>	Imagen			
	Fidelidad de la imagen en el espacio de color RGB	Fidelidad de la imagen en el espacio de color Escala de grises	Fidelidad de la imagen en el espacio de color YCbCr	Fidelidad de la imagen en el espacio de color YUV
<i>I001</i>				
<i>I001</i>				
<i>I002</i>				
<i>I003</i>				
<i>I004</i>				
<i>I005</i>				
<i>I006</i>				
<i>I007</i>				
<i>I008</i>				
<i>I009</i>				
<i>I010</i>				
<i>I011</i>				
<i>I012</i>				
<i>I013</i>				
<i>I014</i>				
<i>I015</i>				
<i>I016</i>				
<i>I017</i>				
<i>I018</i>				
<i>I019</i>				
<i>.....</i>				
<i>I041</i>				



Anexo 05

5.1. Obtener pixeles por espacio de color

Clase: dominioespacial.cpp

```
void dominioEspacial::procesoIncrustarDE()
{
    //En este método, se procede a realizar
    //todos los procesos para la incrustacion del mensaje en la
    //imagen digital.

    //Variables para procesar imagen.
    QList<QList<int> >listaPixelRGBIO;
    QList<int>listaPixelGray;
    int ancho=this->objImagen->getAncho(); //Obtiene el ancho de la
    imagen digital.
    int alto=this->objImagen->getAlto(); //obtiene el alto de la imagen
    digital.
    //Variables para alterar pixeles.
    QList<QList<int> > listaRGBALterada;
    QList<int > listaGrayALterada;

    Mat imgNueva;
    //Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
    ocultamiento del mensaje.
    if (ui->rbtnRGB->isChecked()) {
        this->objImagen->agregarPixelIO(); //Este metodo realiza la
        funcion de agregar los pixeles
        //de la imagen original en una lista.
        listaPixelRGBIO=this->objImagen-
        >getListPixelRGBIO(); //Obtiene la lista de pixeles de la imagen
        original.
        this->objLsb=new lsb(); //inicializacion de la clase lsb
        listaRGBALterada=this->objLsb-
        >alterarPixel(listaPixelRGBIO,listaBitText); //Obtiene la lista de
        pixeles
        //alterados aplicando el metodo Least Significan Bit.
        imgNueva=objImagen->getImgOriginal().clone(); //Obtenemos la
        clonacion de la imagen original.
        imgNueva=alterarPixel3C(imgNueva,listaRGBALterada); //Aqui se
        reemplaza de manera secuencial los pixeles de la
        //imagen clonada.
    }

    //Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
    ocultamiento del mensaje.
    if (ui->rbtnGray->isChecked()) {
        Mat img=objImagen->getImgOriginal().clone(); //Obtenemos la
        clonacion de la imagen original.
        img=objEspColor->convertirRGBGray(img); //Obtiene la conversion
        de la imagen segun su espacio de color.
        objImagen->setImgOriginal(img); //Reemplaza la imagen.
        //
        imshow("gris",objImagen->getImgOriginal());
        listaPixelGray=this->objImagen->agregarPixel(); //Obtiene la
        lista de pixeles de la imagen original.
        this->objLsb=new lsb(); //inicializacion de la clase lsb
        listaGrayALterada=this->objLsb-
        >alterarPixelGray(listaPixelGray,listaBitText); //Obtiene la lista de
        pixeles
    }
}
```




```

//alterados aplicando el metodo Least Significan Bit.
imgNueva=Mat::zeros(Size(ancho,alto), CV_8UC1);//crear un
imagen de un canal.
imgNueva=alterarPixel1C(imgNueva,listaGrayALterada);//obtener
la imagen alteara y reemplazarla.

}
//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
ocultamiento del mensaje.
if (ui->rbtnYCrCb->isChecked()) {
    Mat img=objImagen->getImgOriginal().clone();//Obtenemos la
clonacion de la imagen original.
    img=objEspColor->convertirRGBYCrCb(img);//Obtiene la
conversion de la imagen segun su espacio de color.
//    imshow("YCrCb",img);
    objImagen->setImgOriginal(img);//Reemplaza la imagen.
    this->objImagen->agregarPixelIO();//Obtiene la lista de
pixeles de la imagen original.
    listaPixelRGBIO=this->objImagen-
>getListaPixelRGBIO();//Obtiene la lista de pixeles de la imagen
original.
    this->objLsb=new lsb();//inicializacion de la clase lsb
    listaRGBALterada=this->objLsb-
>alterarPixel(listaPixelRGBIO,listaBitText);//Obtiene la lista de
pixeles
    //alterados aplicando el metodo Least Significan Bit.
    imgNueva=objImagen->getImgOriginal().clone();//
    imgNueva=Mat::zeros(Size(ancho,alto), CV_8UC3);//crear un
imagen de 3 canales.
    imgNueva=alterarPixel3C(imgNueva,listaRGBALterada);//obtener
la imagen alteara y reemplazarla.
//    imshow("YCrCb2",imgNueva);
    imgNueva=objEspColor->convertirYCrCbRGB(imgNueva);//Obtener la
imagen a color segun su espacio de color.

}
//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
ocultamiento del mensaje.
if (ui->rbtnYUV->isChecked()) {
    Mat img=objImagen->getImgOriginal().clone();//Obtenemos la
clonacion de la imagen original.
    img=objEspColor->convertirRGBYUV(img);//Obtiene la conversion
de la imagen segun su espacio de color.
//    imshow("YCrCb",img);
    objImagen->setImgOriginal(img);//Reemplaza la imagen.
    this->objImagen->agregarPixelIO();//Obtiene la lista de
pixeles de la imagen original.
    listaPixelRGBIO=this->objImagen-
>getListaPixelRGBIO();//Obtiene la lista de pixeles de la imagen
original.
    this->objLsb=new lsb();//inicializacion de la clase lsb
    listaRGBALterada=this->objLsb-
>alterarPixel(listaPixelRGBIO,listaBitText);//Obtiene la lista de
pixeles
    //alterados aplicando el metodo Least Significan Bit.
    imgNueva=objImagen->getImgOriginal().clone();
    imgNueva=Mat::zeros(Size(ancho,alto), CV_8UC3);//crear un
imagen de 3 canales.
    imgNueva=alterarPixel3C(imgNueva,listaRGBALterada);//obtener
la imagen alteara y reemplazarla.
//    imshow("YCrCb2",imgNueva);

```



```

        imgNueva=objEspColor->convertirYUVRGB (imgNueva); //Obtener la
        imagen a color segun su espacio de color.

    }
    QMessageBox::information(this,tr("Información"),tr("El mensaje se
    incrusto con satisfacción.));
    ui->ptxtMensaje->setPlainText("");
    ui->pBarra->setValue(0);
    imshow("Estegoimagen",imgNueva);
}

```

Clase: espaciocolor.cpp

```
#include "espaciocolor.h"
```

```

espacioColor::espacioColor()
{
}
//El metodo convertirRGBGray convierte la imagen a color en imagen
//en escala de grises. Formula: Gray=(R+B+G)/3

Mat espacioColor::convertirRGBGray(Mat img)
{
    cvtColor(img,img,CV_RGB2GRAY);
    return img;
}

Mat espacioColor::convertirGrayRGB(Mat img)
{
    cvtColor(img,img,CV_GRAY2RGB);
    return img;
}
//El metodo convertirRGBYCrCb convierte la imagen a color en imagen
//en YCbCr. Formula: Y=wR*R+(1-wB-wR)*G+wB*B,
//Cb=((0.5)/1-wB)*(B-Y), Cr=((0.5)/1-wR)*(R-Y)
Mat espacioColor::convertirRGBYCrCb(Mat img)
{
    cvtColor(img,img,CV_RGB2YCrCb);
    return img;
}
//El metodo convertirYCbCrRGB convierte la imagen YCbCr a color.
Mat espacioColor::convertirYCrCbRGB(Mat img)
{
    cvtColor(img,img,CV_YCrCb2RGB);
    return img;
}
//El metodo convertirRGBYUV convierte la imagen a color en imagen
//en escala de grises. Formula: Y=0.299*R+0.587*G+0.114*B, U=0.492*(B-
Y)
//V=0.877*(R-Y)
Mat espacioColor::convertirRGBYUV(Mat img)
{
    cvtColor(img,img,CV_RGB2YUV);
    return img;
}
//El metodo convertirYCbCrRGB convierte la imagen YUV a color.
Mat espacioColor::convertirYUVRGB(Mat img)
{
}

```



```

    cvtColor (img, img, CV_YUV2RGB);
    return img;
}

```

5.2. Binarizar mensaje

Clase: dominioespacial.cpp

```

void dominioEspacial::procesoIncrustarDE()
{
    //En este método, se procede a realizar
    //todos los procesos para la incrustacion del mensaje en la
    //imagen digital.

    //Varibales para procesar texto.
    QString texto;
    QList<QList<int> > listaBitText;
    texto=ui->ptxtMensaje->toPlainText(); //se almacena en una variable
de tipo QString el mensaje.
    this->objMensaje=new mensaje(texto); //Inicializa de la clase
mensaje para poder pasar el parametro al constructor
    //que viene hacer el mensaje a ocultar para su posterior
procesamiento.
    listaBitText=this->objMensaje->getListaByte(); //Este método pide
una lista de byte de los caracteres
    //del mensaje procesados.
}

```

Clase: mensaje.cpp

```

#include "mensaje.h"
//Este constructor carga como parametro el texto que queremos
binarizar.
mensaje::mensaje(QString texto):
    mTexto(texto)
{
    objBinarizar=new binarizar(); //Inicializa la clase binarizar.
}

//Este metodo agregarBits, devuelve una lista bits de cada caracter
del mensaje.
QList<int> mensaje::agregarBits(QString byte)
{
    QList<int> bits;
    bits.clear();
    for (int i = 0; i < byte.length(); i++) {
        bits.push_back((int)byte.at(i).digitValue());
        cout<<bits.value(i)<<endl;
    }
    return bits;
}

//Este metodo getListaByte, devuelve una lista de una lista de byte
que lo conforma
//el mensaje.

QList<QList<int> > mensaje::getListaByte()
{
    QString byte;
    cout<<"lista de byte"<<endl;
    for (int i = 0; i < tamañoTexto(); i++) {
}

```



```

        cout<<"====="<<endl;
        byte=this->objBinarizar-
>getBytes(toascii(mTexto.at(i).toLatin1()));
        this->listaByte.push_back(agregarBits(byte));

    }
    return this->listaByte;
}
//Este metodo tamañoTexto, devuelve el tamaño del mensaje.
int mensaje::tamañoTexto()
{
    return mTexto.length();
}

```

5.3. Metodo Least SignificantBit (LSB)

Clase: lsb.cpp

```

//Este método alterarPixel, devuelve una lista con los pixeles
alterados aplicando
//el metodo del Least Significant Bit.
QList<QList<int> > lsb::alterarPixel(QList<QList<int> >
listaPixelRGBIO, QList<QList<int> > listaByteTexto)
{
    QString byte;
    QString bit;

    char caractSustituto;
    int k=0,p=0,l=1;
    int
cantidadPixel=cantidadMultiplo(listaPixelRGBIO.size(),3);//Obtiene la
cantidad de la lista de los pixeles
    //que sean multiplos de 3.
    int cantidadCaracteres=listaByteTexto.size()+1;//Se aumenta uno
para el caracter especial para marcar el fin del texto oculto.
    int cantidadPixelEditar=cantidadCaracteres*3;//Se multiplica por 3
al cantidad de caracteres porque se usan 3 pixeles para
    //ocultar un caracter.
    int resta=cantidadPixelEditar-3;//Se resta uno por el caracter
especial.
    if (cantidadPixelEditar<=cantidadPixel) { //Comprueba si la
cantidadpixeles a editar es menor igual que la cantidad de pixeles.
        for (int i = 0; i < resta; i++) { //Este bucle recorre la
cantidad de pixeles a editar.
            cout<<"====="<<endl;
            for (int j = 0; j < listaPixelRGBIO.value(i).size(); j++)
{ //Este bucle recorre los 3 canales por cada pixel.
                byte=objBinarizar-
>getBytes(listaPixelRGBIO.value(i).value(j)); //Binariza el pixel
                cout<<"original:
"<<listaPixelRGBIO.value(i).value(j)<<endl;
                cout<<byte.toString()<<endl;
                if (l==3) { //Comprueba si se utilizaron 3 pixeles para
el ocultamiento del caracter.
                    if (j<2) { //Comprueba si se encuentra posicion 1 .

bit=QString::number(listaByteTexto.value(k).value(p)); //Almacena el
bit.

                caractSustituto=bit.at(0).toLatin1();//Convierte el int en un char.
                cout<<caractSustituto<<endl;

```



```

        byte.replace(7,1,caractSustituto);//El byte
binarizado se sustituye en la ultima posición
        //del byte utilizando Least Significant Bit.
        cout<<"sustituto:"<<byte.toStdString()<<endl;

listaPixelRGBIO[i][j]=convertirBinarioDecimal(byte);//Convierte el
byte modificado en un decimal, y es sustituido
        //por el nuevo decimal en la lista de los
pixeles de la imagen.

cout<<"Modificado:"<<listaPixelRGBIO.value(i).value(j)<<endl;
        p++;
    }else{
        k++;//Controla la posicion de los bytes.
        p=0;//Controla la posicion de los bit de
la lista de bytes.
        l=0;//controla la cantidad de pixeles.
    }
}
}

bit=QString::number(listaByteTexto.value(k).value(p));//Almacena el
bit.
        caractSustituto=bit.at(0).toLatin1();//Convierte
el int en un char.
        cout<<caractSustituto<<endl;
        byte.replace(7,1,caractSustituto);//El byte
binarizado se sustituye en la ultima posición
        //del byte utilizando Least Significant Bit.
        cout<<"sustituto:"<<byte.toStdString()<<endl;

listaPixelRGBIO[i][j]=convertirBinarioDecimal(byte);//Convierte el
byte modificado en un decimal, y es sustituido
        //por el nuevo decimal en la lista de los pixeles
de la imagen.

cout<<"Modificado:"<<listaPixelRGBIO.value(i).value(j)<<endl;
        p++;
    }
}
l++;
}
l=1;
cout<<"nuevo caracter"<<endl;
int d=toascii('|');//Obtiene el decimal del caracter especial.
QString byteCaracterfin;
byteCaracterfin=objBinariar->getBytes(d);//Binariza el decimal
del caracter especial.
QList<int> nuevo;
nuevo.clear();
for (int i = 0; i < byteCaracterfin.length(); i++) {
    nuevo.push_back((int)byteCaracterfin.at(i).digitValue());
    cout<<nuevo.value(i)<<endl;
}
cout<<d<<endl;
for (int i = resta; i < cantidadPixelEditar; i++) {
    cout<<"====="<<endl;
    for (int j = 0; j < listaPixelRGBIO.value(i).size(); j++)
    {
        //Este bucle recorre los 3 canales por cada pixel.
        if (l==3) {
            //Comprueba si se utilizaron 3 pixeles para
el ocultamiento del caracter.

```



```

        byte=objBinarinar-
>getBytes (listaPixelRGBIO.value (i) .value (j)); //Binariza el pixel
        cout<<"original:
"<<listaPixelRGBIO.value (i) .value (j) <<endl;
        cout<<byte.toString() <<endl;
        if (j<2) { //Comprueba si se encuentra posicion 1 .
            bit=QString::number (nuevo.value (p));
            caractSustituto=bit.at (0) .toLatin1 ();
            cout<<caractSustituto <<endl;
            byte.replace (7,1,caractSustituto); //El byte
binarizado se sustituye en la ultima posición
            //del byte utilizando Least Significant Bit.
            cout<<"sustituto:"<<byte.toString() <<endl;

        listaPixelRGBIO[i][j]=convertirBinarioDecimal (byte); //Convierte el
byte modificado en un decimal, y es sustituido
            //por el nuevo decimal en la lista de los
pixeles de la imagen.

        cout<<"Modificado:"<<listaPixelRGBIO.value (i) .value (j) <<endl;
            p++;
        }
    }else{
        byte=objBinarinar-
>getBytes (listaPixelRGBIO.value (i) .value (j)); //Binariza el pixel
        cout<<"original:
"<<listaPixelRGBIO.value (i) .value (j) <<endl;
        cout<<byte.toString() <<endl;
        bit=QString::number (nuevo.value (p)); //Almacena el
bit.
        caractSustituto=bit.at (0) .toLatin1 (); //Convierte
el int en un char.
        cout<<caractSustituto <<endl;
        byte.replace (7,1,caractSustituto); //El byte
binarizado se sustituye en la ultima posición
            //del byte utilizando Least Significant Bit.
            cout<<"sustituto:"<<byte.toString() <<endl;

        listaPixelRGBIO[i][j]=convertirBinarioDecimal (byte); //Convierte el
byte modificado en un decimal, y es sustituido
            //por el nuevo decimal en la lista de los
pixeles de la imagen.

        cout<<"Modificado:"<<listaPixelRGBIO.value (i) .value (j) <<endl;
            p++;
        }
    }
    l++;
}

}
return listaPixelRGBIO;
}

```

5.4. Recuperación del mensaje

Clase: dominioespacial.cpp

```

//Este método extraerInformacion, devuelve una String con el mensaje
recuperado aplicando
//el metodo del Least Significant Bit para su extracción.

```



```

QString lsb::extraerInformacion(QList<QList<int> > listaPixelRGBEI)
{
    QString texto="";
    QString byte;
    QString cadenaBit="";
    char caracter;
    bool parar=false;
    int decimal=0;
    int limitador=0;
    for (int i = 0; i < listaPixelRGBEI.size(); i++) { //bucle para
recorrer los pixeles aletrados.
        for (int j = 0; j < listaPixelRGBEI.value(i).size(); j++)
        { //Recorrer los tres canales pixel.
            if (limitador<=7) { //Limitador para recuperar el bit de
los pixeles alterados, y formar el byte.
                cout<<"decimal del byte:
"<<listaPixelRGBEI.value(i).value(j)<<endl;
                byte=this->objBinariar-
>getBytes(listaPixelRGBEI.value(i).value(j)); //Envia el pixel, para
posteriormente
                //convertir en un byte y almacenarlo.
                cout<<byte.toString()<<endl;
                cadenaBit=cadenaBit+byte.at(7).toLatin1(); //Aplicamos
least Significant Bit, para la recuperación del bit.
                cout<<"String nuevo: "<<cadenaBit.toString()<<endl;
                limitador++;
            }else{

decimal=convertirBinarioDecimal(cadenaBit); //Convertir el byte a un
decimal.
                if (decimal==124) { //Comprobar si el decimal es igual
decimal del caracter especial.
                    parar=true;
                }else{
                    limitador=0;
                    caracter=decimal; //Convertir el decimal en
caracter.

                    texto=texto+caracter; //Concatenar el caracter.
                    cout<<"decimal final:"<<decimal<<endl;
                    cout<<"caracter final:"<<caracter<<endl;
                    cout<<"texto:"<<texto.toString()<<endl;

                    cadenaBit="";
                }
            }
        }
        if (parar==true) { //Comprobar si es true, para poder detener
la recuperación del mensaje.
            break;
        }
    }
    return texto;
}

```

5.5. Dividir canales

Clase: dominiofrecuencial.cpp

//Este Método procesoIncrustarDF, incrusta el mensaje en la imagen digital.



```

void dominioFrecuencial::procesoIncrustarDF()
{
//Variable para almacenar imagen
Mat img=objImagen->getImgOriginal();
Mat imgClon=img.clone();
//variables para los bloques8x8
QList<Mat> bloquesC1;
QList<Mat> bloquesC2;
QList<Mat> bloquesC3;
//variables para la transformada DCT
QList<Mat> bloqueDCTC1;
QList<Mat> bloqueDCTC2;
QList<Mat> bloqueDCTC3;
QList<Mat> bloqueMultC1;
QList<Mat> bloqueMultC2;
QList<Mat> bloqueMultC3;
//Cuantizacion
//
QList<Mat> bloqueCuanC1;
QList<Mat> bloqueCuanC2;
QList<Mat> bloqueCuanC3;
QList<Mat> bloqueIDCTC1;
QList<Mat> bloqueIDCTC2;
QList<Mat> bloqueIDCTC3;
QList<Mat> bloqueSumarC1;
QList<Mat> bloqueSumarC2;
QList<Mat> bloqueSumarC3;
Mat imgContruirC1;
Mat imgContruirC2;
Mat imgContruirC3;
Mat imgNueva;
objEspColor=new espacioColor();//Inicializar la clase espacio de
color.

//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
ocultamiento del mensaje.
if (ui->rbtnGray->isChecked()) {
imgClon=objEspColor->convertirRGBGray(imgClon);//Devuelve la imagen
convertida en el espacio de color escala de grises.
}

if (ui->rbtnYCrCb->isChecked()) {
imgClon=objEspColor->convertirRGBYCrCb(imgClon);//Devuelve la
imagen convertida en el espacio de color YCbCr.
//
imshow("YCrCb",imgClon);
Mat gris(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);//Se almacenara la
imagen en escala de grises.
Mat Cr(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);//Se almacena la
imagen en crominancia en Rojo.
Mat Cb(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);//Se almacena la
imagen en crominancia en Blue.

double por;
for (int i = 0; i < imgClon.rows; i++) { //El bucle recorre
las filas de la imagen.
for (int j = 0; j < imgClon.cols; j++) { //El bucle
recorre las clumnas de la imagen.

gris.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()* (imgClon.cols
*i+j)+0]; //Guarda el pixel en escala de grises

```




```

Cr.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()*(imgClon.cols*i
+j)+1];//guarda el pixel de crominancia en rojo

Cb.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()*(imgClon.cols*i
+j)+2];//guarda el pixel de crominancia en azul
    }
    por=(double)i/(double)(imgClon.rows-1);
    ui->pBarra->setValue(round(por*100));
    ui->lblProceso->setText("Diviando canales .....");
}
//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
ocultamiento del mensaje.
if (ui->rbtnYUV->isChecked()) {
    imgClon=objEspColor->convertirRGBYUV(imgClon);//Devuelve la
imagen convertida en el espacio de color YUV.
//    imshow("YUV",imgClon);
    Mat gris(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);//Se almacenara la
imagen en escala de grises.
    Mat U(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);//Se almacena la
imagen en crominancia en Rojo.
    Mat V(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);//Se almacena la
imagen en crominancia en Blue.
    ui->pBarra->setValue(0);
    double por;
    for (int i = 0; i < imgClon.rows; i++) { //El bucle recorre
las filas de la imagen.
        for (int j = 0; j < imgClon.cols; j++) { //El bucle
recorre las clumnas de la imagen.

gris.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()*(imgClon.cols
*i+j)+0];//Guarda el pixel en escala de grises

U.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()*(imgClon.cols*i+
j)+1];//guarda el pixel de crominancia en rojo

V.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()*(imgClon.cols*i+
j)+2];//guarda el pixel de crominancia en azul
    }
    por=(double)i/(double)(imgClon.rows-1);
    ui->pBarra->setValue(round(por*100));
    ui->lblProceso->setText("Diviando canales .....");
}
}
}

```

5.6. Dividir en bloque 8x8

Clase: imagen.cpp

```

//Este metodo bloques8x8, devuelve una lista de bloque o subimagenes
de 8x8, se hace con el
//fin de evitar la pérdida de la calidad durante el procesamiento de
la imagen.
QList<Mat> imagen::bloques8x8(Mat gray)
{
    int width=(gray.cols)/8;
    int height=(gray.rows)/8;
    int n=8;
    int w=width*n;

```



```

int h=height*n;
QList<Mat> bloques;
    for (int i = 0; i < h; i+=n) {
        for (int j = 0; j < w; j+=n) {
            Rect r (j, i, 8, 8); //formar bloque 8x8--Coge la
            coordenada de la esquina y se le asigna la longitud que ocupara en la
            imagen

            Mat bloque=gray(r); //bloque 8x8
            bloque.convertTo(bloque,CV_32FC1);
            // cout<<bloque<<endl;
            subtract(bloque,128.0,bloque);
            // cout<<bloque<<endl;
            bloques.push_back(bloque);
        }
    }
return bloques;
}

```

Clase: dominiofrecuencial.cpp

```

//Este metodo calcularDCT, calcula la formula DCT por cada pixel,
transformandolo en frecuencias.
QList<Mat> dominioFrecuencial::calcularDCT(QList<Mat> bloquesC1)
{

    QList<Mat> bloqueDCT;
    double por=0;
    for (int i = 0; i < bloquesC1.size(); i++) { //Este bucle
    recorrelos bloques 8x8
        Mat bloque=bloquesC1.at(i); //Guarda el bloque 8x8.
        Mat bloqueSalida;
        dct(bloque,bloqueSalida); //Calcula el DCT y lo almacena en el
        bloqueSalida.
        bloqueDCT.push_back(bloqueSalida); //Se guarda el coeficiente
        en una lista.
        por=(double) i/(double) (bloquesC1.size()-1);
        ui->pBarra->setValue(round(por*100));
        ui->lblProceso->setText("Calculando DCT .....");
    }

    return bloqueDCT;
}

```

5.7. Cuantizacion

```

#include "cuantizacion.h"

cuantizacion::cuantizacion()
{
}
//El metodo ConvertirM2D_IMG devuelve una matriz según el
// estandar de compresión JPEG
Mat cuantizacion::convertirM2D_IMG()
{
    int matrizCuant[8][8]={
        {16, 11, 10, 16, 24, 40, 51, 61},
        {12, 12, 14, 19, 26, 58, 60, 55},
        {14, 13, 16, 24, 40, 57, 69, 56},
        {14, 17, 22, 29, 51, 87, 80, 62},
        {18, 22, 37, 56, 68, 109, 103, 77},

```



```

        {24, 35, 55, 64, 81, 104, 113, 92},
        {49, 64, 78, 87, 103, 121, 120, 101},
        {72, 92, 95, 98, 112, 100, 103, 99}
    };

    return Mat(8,8,CV_32SC1,&matrizCuant);
}
//El metodo convertirM2D_CrCb devuelve una matriz según el
// estandar de compresión JPEG a color
Mat cuantizacion::convertirM2D_CrCb()
{
    int matrizCuantQC[8][8]={
        {17,18,24,47,99,99,99,99},
        {18,21,26,66,99,99,99,99},
        {24,26,56,99,99,99,99,99},
        {47,66,99,99,99,99,99,99},
        {99,99,99,99,99,99,99,99},
        {99,99,99,99,99,99,99,99},
        {99,99,99,99,99,99,99,99},
        {99,99,99,99,99,99,99,99}
    };

    return Mat(8,8,CV_32SC1,&matrizCuantQC);
}

```

Clase: dominiofrecuencial.cpp

```

//Este metodo calcularCuantizacion, se aplica con el fin de llenar de
ceros las matriz 8x8
//para no tener perdida de datos.
QList<Mat> dominioFrecuencial::calcularCuantizacion(QList<Mat>
bloqueDCTC1,int opcion)
{
    //dividir cuantificacion
    int div;
    double por=0;
    QList<Mat> bloqueCuanC12;
    for (int i = 0; i < bloqueDCTC1.size(); ++i) { //Este bucle recorre
cada bloque 8x8.
        Mat bloque=bloqueDCTC1.at(i);
        for (int j = 0; j < bloque.rows; ++j) { //Este bucle recorre los
coeficientes de cada bloque 8x8.
            for (int k = 0; k < bloque.cols; ++k) {
                if (opcion==1) { //Comprueba si de tipo 1 para escala de
grises, sino es crominancia.
                    div=round(bloque.at<float>(j,k)/objCuant-
>convertirM2D_IMG().at<int>(j,k)); //Se procede a dividir el
coeficiente con el valor de la matriz Standar JPEG.
                    bloque.at<float>(j,k)=div; //Se reemplaza el
coeficiente cuantificado.
                }else{
                    div=round(bloque.at<float>(j,k)/objCuant-
>convertirM2D_CrCb().at<int>(j,k)); //Se procede a dividir el
coeficiente con el valor de la matriz Standar JPEG a color.
                    bloque.at<float>(j,k)=div; //Se reemplaza el
coeficiente cuantificado.
                }
            }
        }
    }
}

```



```

    }
    bloqueCuanC12.push_back(bloque); //Almacena el bloque 8x8
    cuantificado
    por=(double)i/(double)(bloqueDCTC1.size()-1);
    ui->pBarra->setValue(round(por*100));
    ui->lblProceso->setText("Calculando Cuantización ....");
}

return bloqueCuanC12;

}

```

5.8. Codificación del mensaje

Clase: dominiofrecuencial.cpp

//Este método binariza el mensaje y lo codifica.

```

void dominioFrecuencial::on_pbtnBinarizar_clicked()
{
    //Procesar texto
    if(ui->ptxtMensaje->toPlainText().length()<1){
        QMessageBox::warning(this, tr("Advertencia"), tr("Introduzca un
mensaje."));
        return;
    }
    QString texto;
    QList<QList<int>> listaByteText;
    QList<int> listaByte;
    texto=ui->ptxtMensaje->toPlainText(); //se almacena en una variable
de tipo QString el mensaje.
    this->objMensaje=new mensaje(texto); //Inicializa de la clase
mensaje para poder pasar el parametro al constructor
    //que viene hacer el mensaje a ocultar para su posterior
procesamiento.
    listaByteText=this->objMensaje->getListaByte(); //Este método pide
una lista de byte de los caracteres
    //del mensaje procesados.
    for(int i = 0; i < listaByteText.size(); i++) { //Bucle para
recorrer todos los byte del texto.
        for(int j = 0; j < listaByteText.value(i).size(); j++)
        { //Bucle para recorrer los bt de cada byte.
            int bit=listaByteText.value(i).value(j);
            listaByte.push_back(bit);
        }
    }
    int decimal=124; //Decimal que indica el fin del mensaje.
    QString byte;
    objBin=new binarizar(); //Inicialización de la clase binarizar.
    byte=objBin->getBytes(decimal); //Devuelve el decimal en byte.
    for(int i = 0; i < 8; i++) { //Este bucle recorre los bit para el
decimal convertidor en byte
        listaByte.push_back(byte.at(i).digitValue()); //Descompone el
byte en bits.
    }

    while(listaByte.size()%12!=0) { //Este bucle lleva lso bit
restantes.
        for(int i = 0; i < 4; ++i) {
            int bit=0;
            listaByte.push_back(bit);
        }
    }
}

```



```

cout<<listaByte.size()<<endl;
QString matriz;
int cont=0;
double por;
for (int i = 0; i < listaByte.size(); i++) { //Este bucle recorre
los byte, y los guarda
    //en block note en una matriz de bits.
    cont++;
    cout<<listaByte.value(i)<<" ";
    matriz.append(QString::number(listaByte.value(i)));
    if (cont<12) { //Comprobar si el bit es de longitud 12.
        matriz.append(" ");
    }
    if (cont==12) { //Comprobar si la longitud es igual a 12, para
dar un salto de linea.
        matriz.append("\n");
        cont=0;
        cout<<"<<endl;
    }
    por=(double)i/(double)(listaByte.size()-1);
    ui->pBarra->setValue(round(por*100));
}

cout<<"Fin de codigo"<<endl;
cout<<matriz.toStdString()<<endl;
ui->lblProceso->setText("Binarizar.....");
QString fichero="binario.txt";
objNpad=new notepad(); //Inicializar la clase notepad.
objNpad->writeOnly(matriz,fichero); //Escribe la matriz en el block
de notas.
QMessageBox::information(this,tr("Información"),tr("Mensaje
binarizado guardado correctamente.));
ui->lblProceso->setText("");
ui->pBarra->setValue(0);
}

```

Matlab- golay.m

```

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
B=dlmread('binario.txt'); %lee la matriz del archivo binario.txt
pol = cyclpoly(23, 12, 'min'); %Se asigna un polinomio
golay_code = encode(B, 23, 12, 'cyclic', pol); %Codifica una cadena de
12 a 23
cod=fopen('codificado.txt','wt'); %Abre el archivo codificado.txt
for i=1:size(golay_code,1) %Bucle para recorrer la fila de la matriz
    for j=1:size(golay_code,2) %Bucle para recorrer la columna d la
matriz
        fprintf(cod, '%d', golay_code(i,j));
    end
end
winopen('codificado.txt'); %Abre el archivo codificado.txt
fclose(cod); %Cierra el archivo

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB

```



```
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
dec=dlmread('codigo_extraido.txt');%lee la matriz del archivo
codigo_extraido.txt
pol = cyclpoly(23, 12, 'min');%Se asigna un polinomio
message = decode(dec, 23, 12, 'cyclic', pol);%Se decodifica para
recuperar los bit del mensaje
d=fopen('decodificado.txt','wt');%Abre el archivo decodificado.txt
for i=1:size(message,1)%Bucle para recorrer la fila de la matriz
    for j=1:size(message,2)%Bucle para recorrer la columna d la matriz
        fprintf(d,'%d',message(i,j));
    end
end
winopen('decodificado.txt');%Abre el archivo decodificado.txt
fclose(d);%Cierra el archivo
```

5.9. Escaneo Zig-zag

Clase: dominiofrecuencial.cpp

```
//Este metodo modificarCoefAC, modifica los los coeficientes
binarizados aplicando Least Significant Bit
//recorriendo la matriz o bloque 8x8 en zig-zag.
void dominioFrecuencial::modificarCoefAC()
{
    QString
    fichero="C:\\Users\\FERNANDO\\Documents\\MATLAB\\golay\\golay\\for_ tes
ting\\codificado.txt";
    objNpad=new notepad();//Inicializar la clase notepad.
    QString codificado= objNpad->readOnly(fichero);//Lee el codigo
codificado con ayuda delCodigo binario lineal golay(23,12)
    int cont=0;
    double por=0;
    int cant=this->bloqueCuanCl.size();
    for (int i = 0; i < this->bloqueCuanCl.size(); i++) {//Este bucle
recorre los bloques cuantificados.
        Mat bloque=this->bloqueCuanCl.at(i);//Carga los bloques por
posicion.
        cout<<bloque<<endl;
        objLsb=new lsb();//Inicializar la clase lsb.
        if (cont<codificado.length()) {//Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
            int coef=(int)bloque.at<float>(0,1);//Almacena el
coeficiente.
            if (coef<0) {//Comprueba si el coeficiente es negativo.
                int abs=coef*-1;//Convierte coeficiente negativo en
positivo.
                QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
                int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
                int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
                decimal=decimal*-1;//Convierte el decimal positivo a
negativo.
                bloque.at<float>(0,1)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
                cont++;
                this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
            }else{
                QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
                int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
```



```

        int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
        bloque.at<float>(0,1)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
        cont++;
        this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }
}else{
    cout<<bloque<<endl;
    break;
}
    if (cont<codificado.length()) { //Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
        int coef=(int)bloque.at<float>(1,0);//Almacena el
coeficiente.
        if (coef<0) { //Comprueba si el coeficiente es negativo.
            int abs=coef*-1;//Convierte coeficiente negativo en
positivo.
            QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
            int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
            int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
            decimal=decimal*-1;//Convierte el decimal positivo a
negativo.
            bloque.at<float>(1,0)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
            cont++;
            this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
        }else{
            QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
            int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
            int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
            bloque.at<float>(1,0)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
            cont++;
            this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
        }
    }else{
        cout<<bloque<<endl;
        break;
    }
    if (cont<codificado.length()) { //Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
        int coef=(int)bloque.at<float>(2,0);//Almacena el
coeficiente.
        if (coef<0) { //Comprueba si el coeficiente es negativo.
            int abs=coef*-1;//Convierte coeficiente negativo en
positivo.
            QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
            int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
            int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
            decimal=decimal*-1;//Convierte el decimal positivo a
negativo.
            bloque.at<float>(2,0)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.

```



```

        cont++;
        this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }else{
        QString strBit=codificado.at(cont); //Obtenemos el bit.
        int bit=strBit.toInt(); //Se convierte en tipo integer.
        int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit); //Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
        bloque.at<float>(2,0)=decimal; //Se reemplaza el
coeficiente.

        cont++;
        this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }
    }else{
        cout<<bloque<<endl;
        break;
    }
    if (cont<codificado.length()) { //Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
        int coef=(int)bloque.at<float>(1,1); //Almacena el
coeficiente.
        if (coef<0) { //Comprueba si el coeficiente es negativo.
            int abs=coef*-1; //Convierte coeficiente negativo en
positivo.

            QString strBit=codificado.at(cont); //Obtenemos el bit.
            int bit=strBit.toInt(); //Se convierte en tipo integer.
            int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit); //Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
            decimal=decimal*-1; //Convierte el decimal positivo a
negativo.

            bloque.at<float>(1,1)=decimal; //Se reemplaza el
coeficiente.

            cont++;
            this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
        }else{
            QString strBit=codificado.at(cont); //Obtenemos el bit.
            int bit=strBit.toInt(); //Se convierte en tipo integer.
            int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit); //Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
            bloque.at<float>(1,1)=decimal; //Se reemplaza el
coeficiente.

            cont++;
            this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
        }
    }else{
        cout<<bloque<<endl;
        break;
    }
    if (cont<codificado.length()) { //Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
        int coef=(int)bloque.at<float>(0,2); //Almacena el
coeficiente.
        if (coef<0) { //Comprueba si el coeficiente es negativo.
            int abs=coef*-1; //Convierte coeficiente negativo en
positivo.

            QString strBit=codificado.at(cont);
            int bit=strBit.toInt(); //Se convierte en tipo integer.

```




```

        int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit); //Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
        decimal=decimal*-1; //Convierte el decimal positivo a
negativo.
        bloque.at<float>(0,2)=decimal; //Se reemplaza el
coeficiente.
        cont++;
        this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se modifica el
ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
    }else{
        QString strBit=codificado.at(cont);
        int bit=strBit.toInt(); //Se convierte en tipo integer.
        int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit);
        bloque.at<float>(0,2)=decimal; //Se reemplaza el
coeficiente.
        cont++;
        this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }
}
}else{
    cout<<bloque<<endl;
    break;
}
}
if (cont<codificado.length()) { //Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
    int coef=(int)bloque.at<float>(0,3); //Almacena el
coeficiente.
    if (coef<0) { //Comprueba si el coeficiente es negativo.
        int abs=coef*-1; //Convierte coeficiente negativo en
positivo.
        QString strBit=codificado.at(cont); //Obtenemos el bit.
        int bit=strBit.toInt(); //Se convierte en tipo integer.
        int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit); //Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
        decimal=decimal*-1; //Convierte el decimal positivo a
negativo.
        bloque.at<float>(0,3)=decimal; //Se reemplaza el
coeficiente.
        cont++;
        this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }else{
        QString strBit=codificado.at(cont); //Obtenemos el bit.
        int bit=strBit.toInt(); //Se convierte en tipo integer.
        int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit); //Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
        bloque.at<float>(0,3)=decimal; //Se reemplaza el
coeficiente.
        cont++;
        this->bloqueCuanCl.replace(i,bloque); //Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }
}
}else{
    cout<<bloque<<endl;
    break;
}
}
if (cont<codificado.length()) { //Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
    int coef=(int)bloque.at<float>(1,2); //Almacena el
coeficiente.
    if (coef<0) { //Comprueba si el coeficiente es negativo.

```



```

        int abs=coef*-1;//Convierte coeficiente negativo en
positivo.
        QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
        int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
        int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
        decimal=decimal*-1;
        bloque.at<float>(1,2)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
        cont++;
        this->bloqueCuanC1.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }else{
        QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
        int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
        int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
        bloque.at<float>(1,2)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
        cont++;
        this->bloqueCuanC1.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
    }
    }else{
        cout<<bloque<<endl;
        break;
    }
    if (cont<codificado.length()) {//Comprueba que el contador sea
menor ala longitud del mensaje codificado.
        int coef=(int)bloque.at<float>(2,1);//Almacena el
coeficiente.
        if (coef<0) {//Comprueba si el coeficiente es negativo.
            int abs=coef*-1;//Convierte coeficiente negativo en
positivo.
            QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
            int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
            int decimal=objLsb->alterarAC(abs,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
            decimal=decimal*-1;
            bloque.at<float>(2,1)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
            cont++;
            this->bloqueCuanC1.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
        }else{
            QString strBit=codificado.at(cont);//Obtenemos el bit.
            int bit=strBit.toInt();//Se convierte en tipo integer.
            int decimal=objLsb->alterarAC(coef,bit);//Se modifica
el ultimo bit del coeficiente aplicando least Significant Bit.
            bloque.at<float>(2,1)=decimal;//Se reemplaza el
coeficiente.
            cont++;
            this->bloqueCuanC1.replace(i,bloque);//Se reemplaza el
bloque 8x8 original por el modificado.
        }
    }else{
        cout<<bloque<<endl;
        break;
    }
}
cout<<bloque<<endl;

```



```

por=(double) i/(double) (cant-1);
ui->pBarra->setValue(round(por*100));
ui->lblProceso->setText("Modificando coeficientes AC ....");
}
ui->pBarra->setValue(100);

int resta=codificado.length()-23;//Le resto la longitud de 23 al
codifico para el codigo limite.
QString lim;
for (int i = codificado.length(); i >resta; i--) { //Este bucle
recorre el codigo limite.
lim.prepend(codificado.at(i-1));
if (i-1>resta) {
lim.prepend(" ");
}
}
fichero="limite.txt";
objNpad->writeOnly(lim,fichero);//Lo escribe en un archivo .txt y
guarda el limite.
}

```

5.10. Inversa

Clase: dominiofrecuencial.cpp

```

//Este metodo calcularIDCT, calcula la formula IDCT por cada
coeficiente, transformandolo en pixel.
QList<Mat> dominioFrecuencial::calcularIDCT(QList<Mat> bloqueMultC1)
{
    QList<Mat> bloqueIDCT;
    double por=0;
    for (int i = 0; i < bloqueMultC1.size(); i++) {
        Mat bloque=bloqueMultC1.at(i);
        Mat bloqueSalida;
        idct(bloque,bloqueSalida);
        bloqueIDCT.push_back(bloqueSalida);
        por=(double) i/(double) (bloqueMultC1.size()-1);
        ui->pBarra->setValue(round(por*100));
        ui->lblProceso->setText("Calcular IDCT....");
        // cout<<bloqueSalida<<endl;
    }

    return bloqueIDCT;
}
//Este Método procesoIncrustarDF, incrusta el mensaje en la imagen digital.
void dominioFrecuencial::procesoIncrustarDF()
{
    //Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
    ocultamiento del mensaje.
    if (ui->rbtnGray->isChecked()) {
        bloqueMultC1=calcularCuantizacionMult(bloqueCuanC1,1);//Se
        multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores.
        bloqueIDCTC1=calcularIDCT(bloqueMultC1);//Calcula la Inverse
        Discrete Cosine Transform IDCT.
        bloqueSumarC1=aumentar(bloqueIDCTC1);//Se aumenta 128 a todos
        los coeficientes.
        objImagen=new imagen();//Inicializar la clase imagen
        imgContruirC1=objImagen-
        >reconstuirImgC1(bloqueSumarC1,imgClon.cols,imgClon.rows).clone();//De
        vuelve la imagen reconstruida.
    }
}

```



```

imgNueva=imgContruirC1.clone();//Se clona la imagen.

}
//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
ocultamiento del mensaje.
if (ui->rbtnYCrCb->isChecked()) {
    bloqueMultC1=calcularCuantizacionMult(bloqueCuanC1,1);//Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en escala de grises.
    bloqueMultC2=calcularCuantizacionMult(bloqueCuanC2,2);//Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en crominancia red.
    bloqueMultC3=calcularCuantizacionMult(bloqueCuanC3,2);//Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en crominancia blue.
    bloqueIDTC1=calcularIDCT(bloqueMultC1);//Calcula la Inverse
Discrete Cosine Transform DCT en escala de grises.
    bloqueIDTC2=calcularIDCT(bloqueMultC2);//Calcula la Inverse
Discrete Cosine Transform DCT en crominancia en Red.
    bloqueIDTC3=calcularIDCT(bloqueMultC3);//Calcula la Inverse
Discrete Cosine Transform DCT en crominancia en blue.
    bloqueSumarC1=aumentar(bloqueIDTC1);//Se aumenta 128 a
todos los coeficienes.
    bloqueSumarC2=aumentar(bloqueIDTC2);//Se aumenta 128 a
todos los coeficienes.
    bloqueSumarC3=aumentar(bloqueIDTC3);//Se aumenta 128 a
todos los coeficienes.
    objImagen=new imagen();//Inicializar la clase imagen
    imgContruirC1=objImagen-
>reconstuirImgC1(bloqueSumarC1,imgClon.cols,imgClon.rows).clone();//De
vuelve la imagen reconstruida.
    imgContruirC2=objImagen-
>reconstuirImgC1(bloqueSumarC2,imgClon.cols,imgClon.rows).clone();//De
vuelve la imagen reconstruida.
    imgContruirC3=objImagen-
>reconstuirImgC1(bloqueSumarC3,imgClon.cols,imgClon.rows).clone();//De
vuelve la imagen reconstruida.
    imgNueva=objImagen-
>reconstuirImgC3(imgContruirC1,imgContruirC2,imgContruirC3,imgContruir
C1.cols,imgContruirC1.rows);//Devuelve la imagen reconstruida.
    imgNueva=objEspColor->convertirYCrCbRGB(imgNueva);//Devuelve
la imagen convertida a color segun su espacio de color.
//      imshow("Imagen Restaurada",imgNueva);
}
//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para le
ocultamiento del mensaje.
if (ui->rbtnYUV->isChecked()) {

    bloqueMultC1=calcularCuantizacionMult(bloqueCuanC1,1);//Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en escala de grises.
    bloqueMultC2=calcularCuantizacionMult(bloqueCuanC2,2);//Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en crominancia red.
    bloqueMultC3=calcularCuantizacionMult(bloqueCuanC3,2);//Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en crominancia blue
    bloqueIDTC1=calcularIDCT(bloqueMultC1);//Calcula la Inverse
Discrete Cosine Transform DCT en escala de grises.
    bloqueIDTC2=calcularIDCT(bloqueMultC2);//Calcula la Inverse
Discrete Cosine Transform DCT en crominancia en Red.

```



```

        bloqueIDCTC3=calcularIDCT(bloqueMultC3); //Calcula la Inverse
Discrete Cosine Transform DCT en crominancia en blue.
        bloqueSumarC1=aumentar(bloqueIDCTC1); //Se aumenta 128 a
        todos los coeficienes.
        bloqueSumarC2=aumentar(bloqueIDCTC2); //Se aumenta 128 a
        todos los coeficienes.
        bloqueSumarC3=aumentar(bloqueIDCTC3); //Se aumenta 128 a
        todos los coeficienes.
        objImagen=new imagen(); //Inicializar la clase imagen
        imgContruirC1=objImagen-
>reconstuirImgC1(bloqueSumarC1, imgClon.cols, imgClon.rows).clone(); //De
vuelve la imagen reconstruida.
        imgContruirC2=objImagen-
>reconstuirImgC1(bloqueSumarC2, imgClon.cols, imgClon.rows).clone(); //De
vuelve la imagen reconstruida.
        imgContruirC3=objImagen-
>reconstuirImgC1(bloqueSumarC3, imgClon.cols, imgClon.rows).clone(); //De
vuelve la imagen reconstruida.
        imgNueva=objImagen-
>reconstuirImgC3(imgContruirC1, imgContruirC2, imgContruirC3, imgContruir
C1.cols, imgContruirC1.rows); //Devuelve la imagen reconstruida.
        imgNueva=objEspColor->convertirYUVRGB(imgNueva); //Devuelve
la imagen convertida a color segun su espacio de color.

        QMessageBox::information(this, tr("Información"), tr("El mensaje
se incrusto con satisfacción.));
        imshow("StegoimagenSG", imgNueva);
    }
}

```

5.11. Recuperar mensaje

Clase: dominiofrecuencial.cpp

//Este método procesoExtraerDF, extrae o recupera el mensaje secreto de la imagen digital.

```

void dominioFrecuencial::procesoExtraerDF()
{
    Mat img=objImagen->getImgOriginal();
    Mat imgClon=img.clone();
    //variables para los bloques8x8
    QList<Mat> bloquesC1;
    QList<Mat> bloquesC2;
    QList<Mat> bloquesC3;
    //variables para la transformada DCT
    QList<Mat> bloqueDCTC1;
    QList<Mat> bloqueDCTC2;
    QList<Mat> bloqueDCTC3;
    QList<Mat> bloqueMultC1;
    QList<Mat> bloqueMultC2;
    QList<Mat> bloqueMultC3;
    //Cuantizacion
    // QList<Mat> bloqueCuanC1;
    QList<Mat> bloqueCuanC2;
    QList<Mat> bloqueCuanC3;
    QList<Mat> bloqueIDCTC1;
    QList<Mat> bloqueIDCTC2;
    QList<Mat> bloqueIDCTC3;
    QList<Mat> bloqueSumar;
    Mat imgContruir;
    objEspColor=new espacioColor(); //Inicializar la clase espaciocolor
}

```



```

//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para la
recuocacion del mensaje.
    if (ui->rbtnGray->isChecked()) {
        imgClon=objEspColor->convertirRGBGray(imgClon); //Devuelve la
imagen convertida en el espacio de color escala de grises.
//        imshow("gris",imgClon);
        bloquesC1=this->objImagen->bloques8x8(imgClon); //resive
bloques 8x8.
        bloqueDCTC1=calcularDCT(bloquesC1); //Calcula la Discrete
Cosine Transform DCT en escala de grises.
        this->bloqueCuanC1=calcularCuantizacion(bloqueDCTC1,1); //Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en escala de grises.
        leerCoefAC(); //Recupera los bits codificado de longitud 23 por
fila, aplicando el metodo de Least Significant Bit.

    }
//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para la
recuocacion del mensaje.
    if (ui->rbtnYCrCb->isChecked()) {
        imgClon=objEspColor->convertirRGBYCrCb(imgClon); //Devuelve la
imagen convertida en el espacio de color YCbCr.
//        imshow("YCrCb",imgClon);
        Mat gris(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);
        for (int i = 0; i < imgClon.rows; i++) { //El bucle recorre las
filas de la imagen.
            for (int j = 0; j < imgClon.cols; j++) { //El bucle
recorre las columnas de la imagen.

gris.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()*(imgClon.cols
*i+j)+0]; //Guarda el pixel en escala de grises
            }
        }
//        imshow("gris",gris);
        bloquesC1=this->objImagen->bloques8x8(ggris); //resive bloques
8x8.
        bloqueDCTC1=calcularDCT(bloquesC1); //Calcula la Discrete
Cosine Transform DCT en escala de grises.
        this->bloqueCuanC1=calcularCuantizacion(bloqueDCTC1,1); //Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en escala de grises.
        leerCoefAC(); //Recupera los bits codificado de longitud 23 por
fila, aplicando el metodo de Least Significant Bit.
    }
//Comprueba que tipo de espacio de color se selecciono para la
recuocacion del mensaje.
    if (ui->rbtnYUV->isChecked()) {
        imgClon=objEspColor->convertirRGBYUV(imgClon); //Devuelve la
imagen convertida en el espacio de color YUV.
//        imshow("YCrCb",imgClon);
        Mat gris(imgClon.rows,imgClon.cols,CV_8UC1);
        for (int i = 0; i < imgClon.rows; i++) { //El bucle recorre las
filas de la imagen.
            for (int j = 0; j < imgClon.cols; j++) { //El bucle
recorre las columnas de la imagen.

gris.at<uchar>(i,j)=(int)imgClon.data[imgClon.channels()*(imgClon.cols
*i+j)+0]; //Guarda el pixel en escala de grises
            }
        }
//        imshow("gris",gris);

```



```

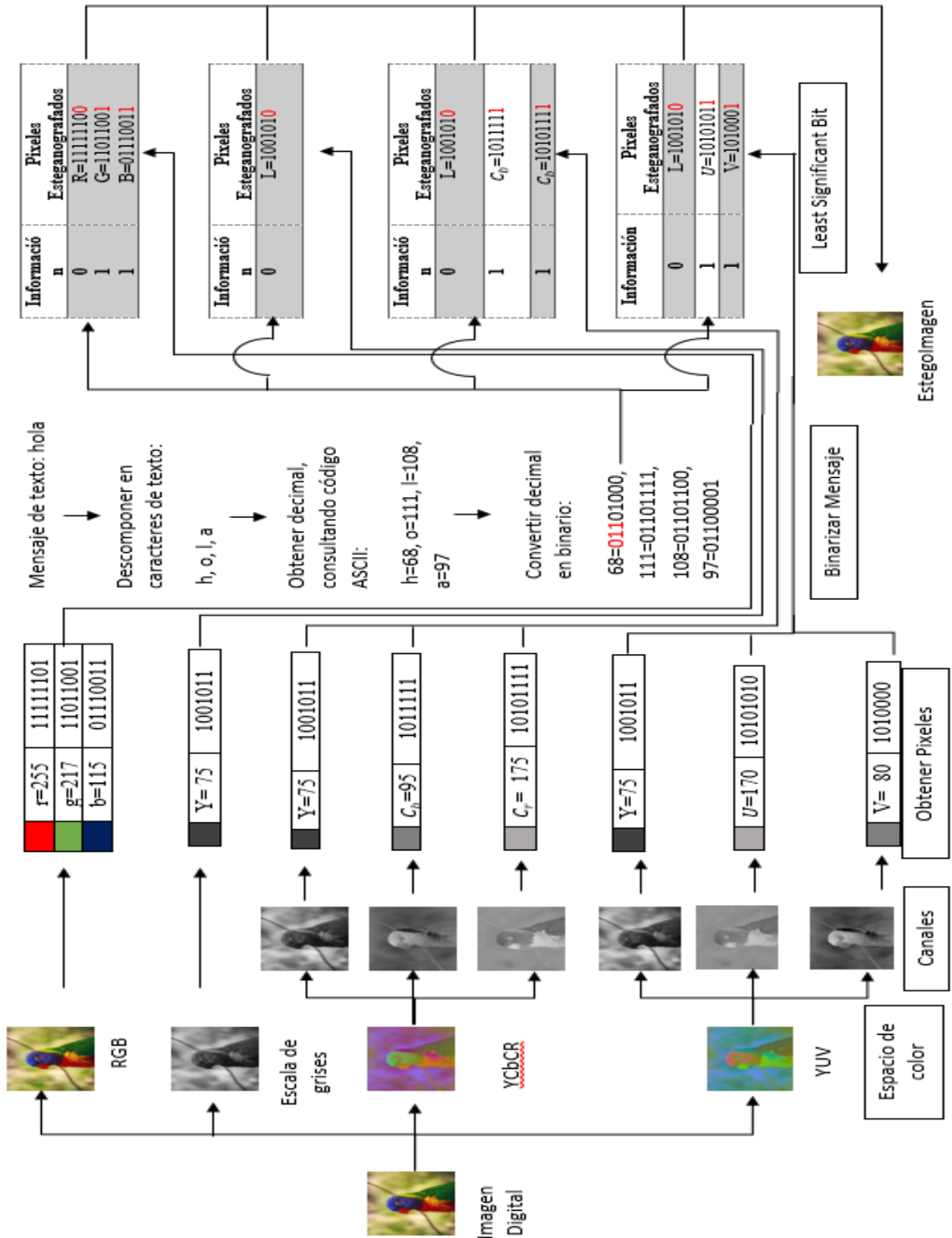
        bloquesC1=this->objImagen->bloques8x8 (gris); //resive bloques
8x8.
        bloqueDCTC1=calcularDCT(bloquesC1); //Calcula la Discrete
Cosine Transform DCT en escala de grises.
        this->bloqueCuanC1=calcularCuantizacion(bloqueDCTC1,1); //Se
multiplica las matrices de la cuantizacion para restaurar sus valores
en escala de grises.
        leerCoefAC(); //Recupera los bits codificado de longitud 23 por
fila, aplicando el metodo de Least Significant Bit.
    }

}
    
```

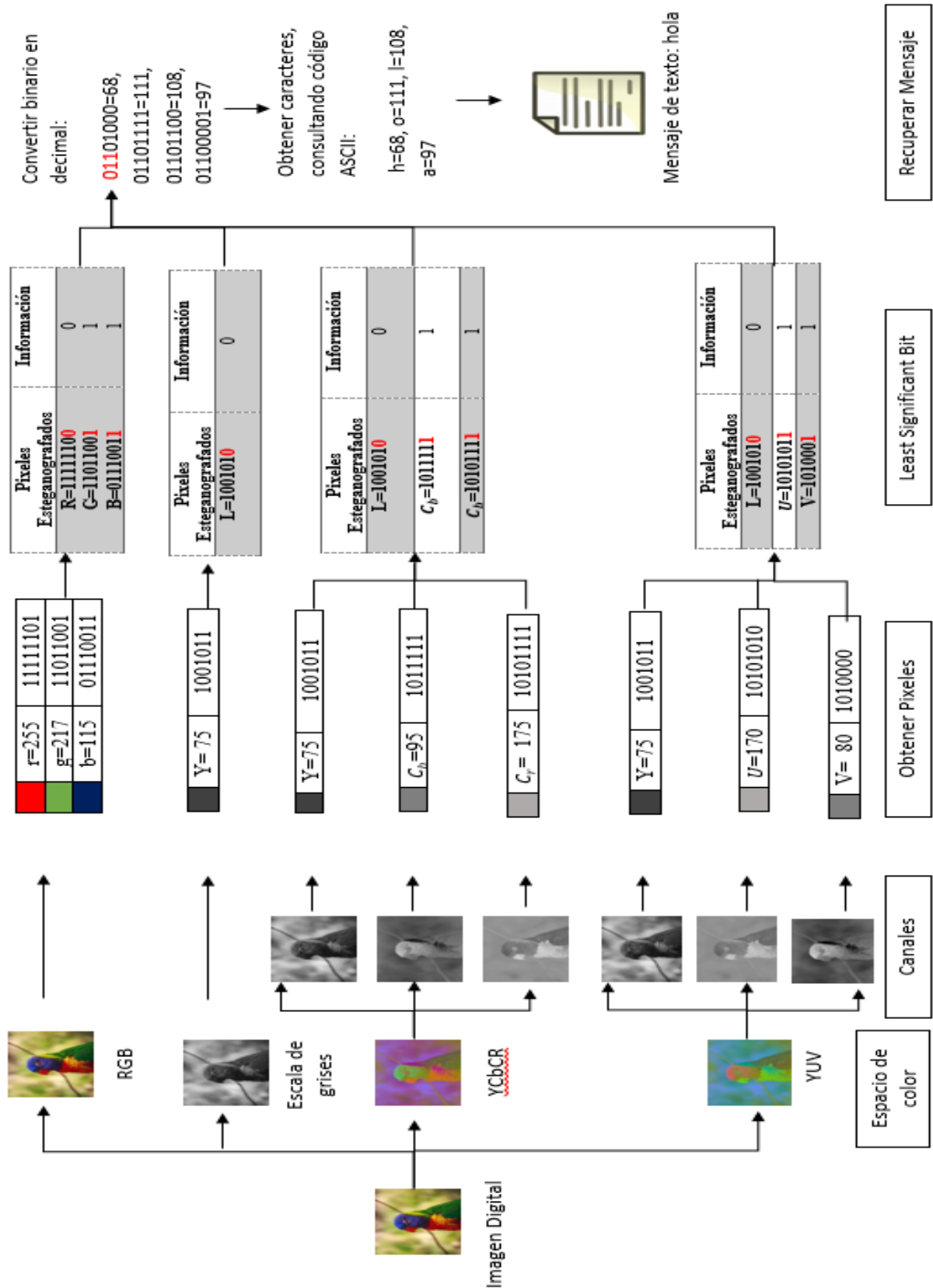


Anexo 06

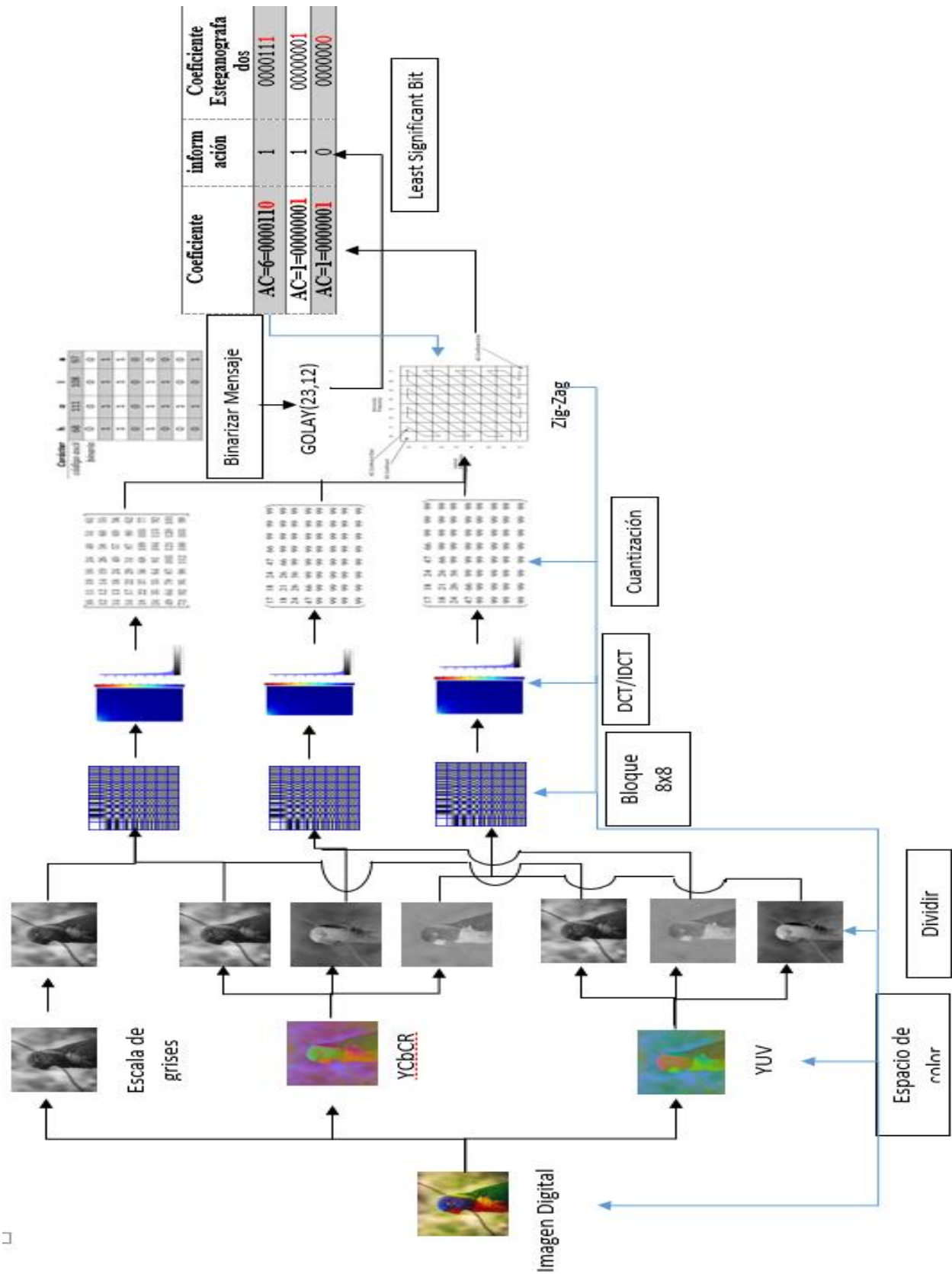
1. Proceso de incrustar de la técnica dominio espacial

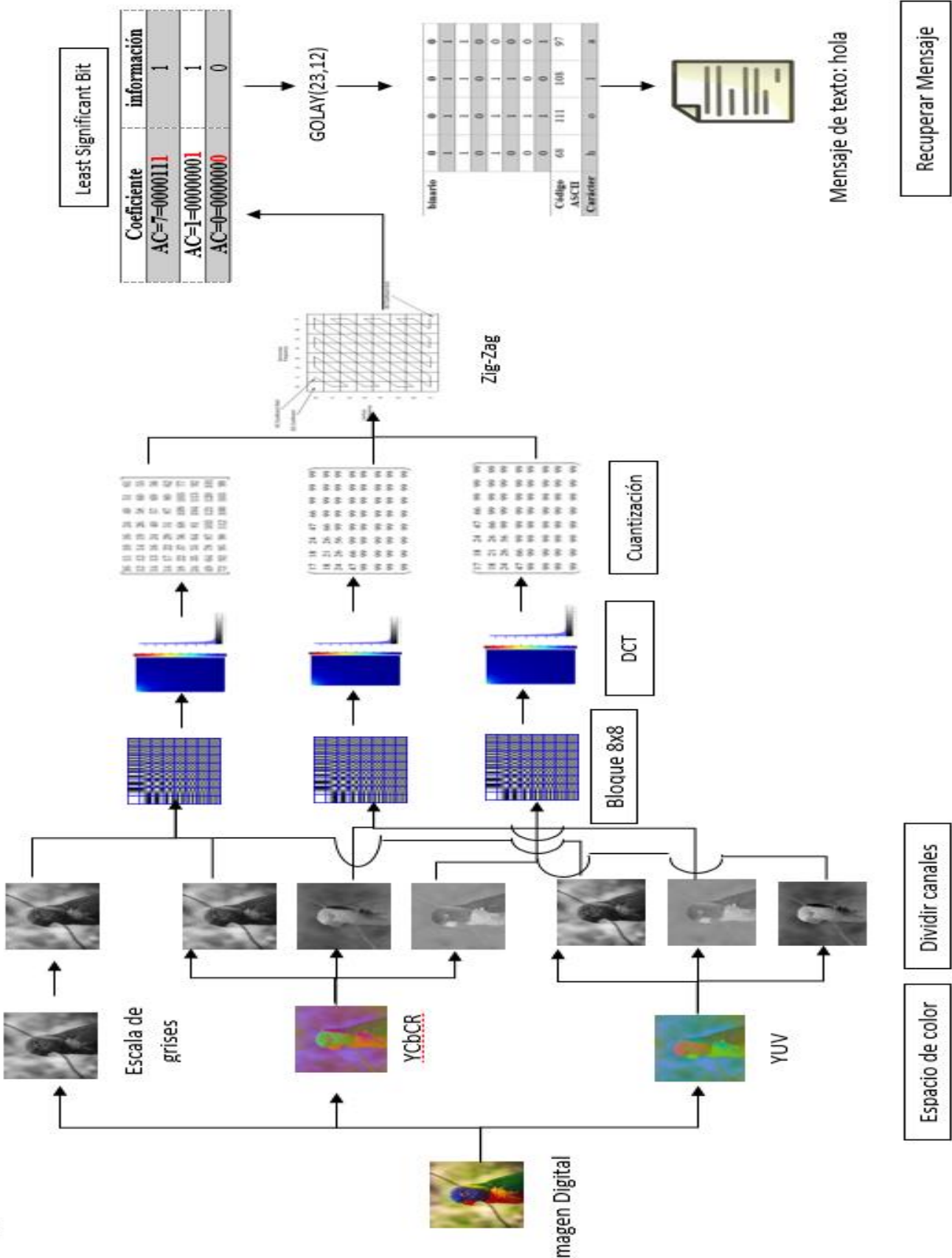


2. Proceso de extraer de la técnica de dominio espacial



3. Proceso de incrustar de la técnica dominio frecuencial





4. Proceso de extraer de la técnica dominio frecuencial



Anexo 07

Análisis comparativo de imágenes

Técnica: Dominio Espacial

Espacio de color: RGB

N°	Imágenes originales	Imágenes alterada	Interpretación
1	Tamaño: 2.25 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.38 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
2	Tamaño: 1.81 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.20 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
3	Tamaño: 2.94 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.15 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe al cambio de los pixeles en el espacio de color RGB.
4	Tamaño: 1.27 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 770 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, que en ambas imágenes no hay cambio aparente. Tanto la fidelidad e imperceptibilidad, no existe cambio alguno. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
5	Tamaño: 641 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 370 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la variación de los pixeles en el espacio de color RGB.
6	Tamaño: 1.78 MB Formato: PNG Fidelidad: 100%	Tamaño: 1.29 MB Formato: PNG Fidelidad: 100%	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe



	Imperceptibilidad:2	Imperceptibilidad:2	a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
7	Tamaño: 2.65 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.44 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
8	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.31 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
9	Tamaño: 3.45 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.34 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
10	Tamaño: 3.31 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.06 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe al cambio de los pixeles en el espacio de color RGB.
11	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.84 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
12	Tamaño: 5.54 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 3.21 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
13	Tamaño: 2.05 MB Formato: PNG Fidelidad: 100%	Tamaño: 1.03 MB Formato: PNG Fidelidad: 100%	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe



	Imperceptibilidad:2	Imperceptibilidad:2	a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
14	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.30 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
15	Tamaño: 639 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 581 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
16	Tamaño: 3.52 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.14 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
17	Tamaño: 2.48 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.27 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
18	Tamaño: 3.39 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.13 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
19	Tamaño: 5.90 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 4.02 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
20	Tamaño: 5.50 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 3.42 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.



21	Tamaño: 590 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 535 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
22	Tamaño: 291 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 237 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
23	Tamaño: 369 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 312 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la variación de los pixeles en el espacio de color RGB.
24	Tamaño: 703 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 473 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
25	Tamaño: 407 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 221 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
26	Tamaño: 1.59 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 959 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
27	Tamaño: 1.74 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.11 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
28	Tamaño: 2.25 MB	Tamaño: 1.72 MB	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente,



	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.</p>
29	<p>Tamaño: 1.66 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 1.14 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.</p>
30	<p>Tamaño: 3.18 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 1.93 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.</p>
31	<p>Tamaño: 445 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 323 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.</p>
32	<p>Tamaño: 3.06 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 1.45 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.</p>
33	<p>Tamaño: 869 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 450 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.</p>
34	<p>Tamaño: 2.41 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 1.25 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.</p>
35	<p>Tamaño: 618 KB</p> <p>Formato: PNG</p>	<p>Tamaño: 504 KB</p> <p>Formato: PNG</p>	<p>Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta.</p>



	Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
36	Tamaño: 4.33 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.16 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
37	Tamaño: 5.03 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 3.61 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
38	Tamaño: 3.46 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.70 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
39	Tamaño: 2.94 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.96 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
40	Tamaño: 605 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 534 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.
41	Tamaño: 352 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 292 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos observar, en ambas imágenes no hay cambio aparente, tanto la fidelidad con un 100% e imperceptibilidad de clasificación alta. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color RGB.



Técnica: Dominio Espacial

Espacio de color: Escala de grises

N°	Imágenes originales	Imágenes alterada	Interpretación
1	Tamaño: 2.25 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 972 KB Formato: PNG Fidelidad: 96.96% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.96%, esto quiere decir que la imagen no sufrió demasiado cambio en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 3.04% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
2	Tamaño: 1.81 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 774 KB Formato: PNG Fidelidad: 91.82% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 91.82%, esto quiere decir que la imagen no sufrió demasiado cambio en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 8.18% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
3	Tamaño: 1.94 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 1.32 MB Formato: PNG Fidelidad: 96.66% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.66%, esto quiere decir que la imagen no sufrió demasiado cambio en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 3.34% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
4	Tamaño: 1.27 MB Formato: PNG Fidelidad: 100%	Tamaño: 527 KB Formato: PNG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.62%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambio en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 0.38% que se considera



	Imperceptibilidad: 2	99.62%	un porcentaje alto, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
5	Tamaño: 641 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 202 KB Formato: PNG Fidelidad: 77.39% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 77.39%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios drásticos en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 22.61% que se considera un porcentaje bajo, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
6	Tamaño: 1.78 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 847 KB Formato: PNG Fidelidad: 98.03% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.03%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 1.97% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
7	Tamaño: 2.65 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 980 KB Formato: PNG Fidelidad: 97.84% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.84%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 2.16% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
8	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 1.83 MB Formato: PNG Fidelidad: 97.73% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.73%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 2.27% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de



		ad:2	los pixeles en el espacio de color escala de grises.
9	Tamaño: 3.45 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 14.3% d:2	Tamaño: 1.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 85.7% Imperceptibilidad: 14.3% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 85.7%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 14.3% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo semejante a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.
10	Tamaño: 3.31 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 4.7% d:2	Tamaño: 1.36 MB Formato: PNG Fidelidad: 95.3% Imperceptibilidad: 4.7% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 95.3%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 4.7% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.
11	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 5.57% d:2	Tamaño: 1.11 MB Formato: PNG Fidelidad: 94.43% Imperceptibilidad: 5.57% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 94.3%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 5.57% en su fidelidad, que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.
12	Tamaño: 5.54 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 3.95% d:2	Tamaño: 1.88 MB Formato: PNG Fidelidad: 96.05% Imperceptibilidad: 3.95% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.05%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 3.95% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.



13	Tamaño: 2.05 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 92.96% d:2	Tamaño: 647 KB Formato: PNG Fidelidad: 92.96% Imperceptibilidad: 92.96% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 92.96%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 7.04% que se considera un porcentaje alto, pero aun así se parece a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
14	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 98.85% d:2	Tamaño: 790 KB Formato: PNG Fidelidad: 98.85% Imperceptibilidad: 98.85% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.85%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 1.15% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
15	Tamaño: 639 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 76.86% d:2	Tamaño: 346 KB Formato: PNG Fidelidad: 76.86% Imperceptibilidad: 76.86% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 76.86%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios drásticos en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 23.14% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
16	Tamaño: 3.52 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 90.09% d:2	Tamaño: 1.43 MB Formato: PNG Fidelidad: 90.09% Imperceptibilidad: 90.09% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 90.09%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 9.91% que se considera un porcentaje alto, pero aun así se parece a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.



17	Tamaño: 2.48 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 695 KB Formato: PNG Fidelidad: 80.45% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 80.45%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 19.55% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
18	Tamaño: 3.39 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 1.32 MB Formato: PNG Fidelidad: 89.21% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 89.21%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 10.79% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
19	Tamaño: 5.90 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 2.46 MB Formato: PNG Fidelidad: 93.36% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 93.36%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 6.64% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
20	Tamaño: 5.50 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 2.17 MB Formato: PNG Fidelidad: 81.22% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 81.22%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 18.78% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
21	Tamaño: 590	Tamaño: 341	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la



	<p>KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 99.32%</p> <p>d:2</p>	<p>KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.32%</p> <p>Imperceptibilidad: 99.32%</p> <p>d:2</p>	<p>fidelidad la imagen alterada pues es de 99.32%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambio en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 0.68% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>
22	<p>Tamaño: 291 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 81.29%</p> <p>d:2</p>	<p>Tamaño: 132 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 81.29%</p> <p>Imperceptibilidad: 81.29%</p> <p>d:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 81.29%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 18.71% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>
23	<p>Tamaño: 369 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Dimensiones: Ancho: 1280 Altura: 813</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 98.01%</p> <p>d:2</p>	<p>Tamaño: 186 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Dimensiones: Ancho: 1280 Altura: 813</p> <p>Fidelidad: 98.01%</p> <p>Imperceptibilidad: 98.01%</p> <p>d:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.01%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambio en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 1.99% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>
24	<p>Tamaño: 703 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 72.78%</p> <p>d:2</p>	<p>Tamaño: 282 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 72.78%</p> <p>Imperceptibilidad: 72.78%</p> <p>d:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 76.86%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios drásticos en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 27.22% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>



25	Tamaño: 407 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 148 KB Formato: PNG Fidelidad: 86.3% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 86.3%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 13.7% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
26	Tamaño: 1.59 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 542 KB Formato: PNG Fidelidad: 67.04% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 67.04%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 32.96% que se considera un porcentaje bajo, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
27	Tamaño: 1.74 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 636 KB Formato: PNG Fidelidad: 93.64% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 93.64%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambio en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues la diferencia es de 6.36% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
28	Tamaño: 2.25 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 1.05 MB Formato: PNG Fidelidad: 88.49% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 88.49%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 11.51% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
29	Tamaño: 1.66 MB	Tamaño: 814 KB	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 94.37%, esto quiere decir que la



	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 94.37%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 5.63% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>
30	<p>Tamaño: 3.18 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>Tamaño: 1.24 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 95.35%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 95.35%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 4.65% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>
31	<p>Tamaño: 445 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>Tamaño: 206 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 88.15%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 88.15%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 11.85% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>
32	<p>Tamaño: 3.06 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>Tamaño: 882 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 98.64%</p> <p>Imperceptibilidad: 2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.64%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 1.36% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.</p>
33	<p>Tamaño: 869 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p>	<p>Tamaño: 260 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad:</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 78.02%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios drásticos en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 21.98%</p>



	Imperceptibilidad: 2	78.02%	que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
34	Tamaño: 2.41 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 811 KB Formato: PNG Fidelidad: 92.51% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 92.51%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 7.49% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
35	Tamaño: 618 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 303 KB Formato: PNG Fidelidad: 90.91% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 90.91%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 9.09% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
36	Tamaño: 4.33 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 1.33 MB Formato: PNG Fidelidad: 97.26% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.26%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 2.74% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color escala de grises.
37	Tamaño: 5.03 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 2.26 MB Formato: PNG Fidelidad: 96.05% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.05%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 3.95% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la



		ad:2	alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.
38	Tamaño: 3.46 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 100% d:2	Tamaño: 910 KB Formato: PNG Fidelidad: 98.63% Imperceptibilidad: 98.63% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.63%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 1.37% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.
39	Tamaño: 2.94 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 100% d:2	Tamaño: 1.14 MB Formato: PNG Fidelidad: 85.45% Imperceptibilidad: 85.45% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 85.45%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 14.55% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.
40	Tamaño: 605 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 100% d:2	Tamaño: 326 KB Formato: PNG Fidelidad: 89.99% Imperceptibilidad: 89.99% ad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 89.99%, esto quiere decir que la imagen sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 10.01% que se considera un porcentaje medio, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.
41	Tamaño: 352 KB Formato: PNG Dimensiones: Ancho: 1280 Altura: 813 Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 100%	Tamaño: 172 KB Formato: PNG Dimensiones: Ancho: 1280 Altura: 813 Fidelidad: 97.87% Imperceptibilidad: 97.87%	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio drástico, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.87%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 2.13% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color escala de grises.



d:2	Imperceptibilidad: ad:2	
-----	----------------------------	--

Técnica: Dominio Espacial

Espacio de color: YCbCr

N°	Imágenes originales	Imágenes alterada	Interpretación
1	Tamaño: 2.25 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 1.37 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
2	Tamaño: 1.81 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 1.21 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
3	Tamaño: 1.94 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad: 2	Tamaño: 2.16 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
4	Tamaño: 1.27 MB	Tamaño: 767 KB Formato: PNG	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la



	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
5	<p>Tamaño: 641 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 379 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
6	<p>Tamaño: 1.78 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 152 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
7	<p>Tamaño: 2.65 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 1.44 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
8	<p>Tamaño: 3.69 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad:</p>	<p>Tamaño: 2.28 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad:</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01%</p>



	100% Imperceptibilidad:2	99.99% Imperceptibilidad:2	que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
9	Tamaño: 3.45 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.34 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
10	Tamaño: 3.31 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.05 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
11	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.86 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
12	Tamaño: 5.54 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 3.23 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la



	dad:2	d:2	alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
13	Tamaño: 2.05 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.05 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
14	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.25 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
15	Tamaño: 639 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 580 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
16	Tamaño: 3.52 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.15 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.



17	Tamaño: 2.48 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.31 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
18	Tamaño: 3.39 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.13 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
19	Tamaño: 5.90 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 4.03 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
20	Tamaño: 5.50 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 3.42 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
21	Tamaño: 590 KB	Tamaño: 532 KB Formato: PNG	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la



	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
22	<p>Tamaño: 291MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 245 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
23	<p>Tamaño: 369 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 312 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
24	<p>Tamaño: 703 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 481 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
25	<p>Tamaño: 407 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p>	<p>Tamaño: 223 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01%</p>



	100% Imperceptibilidad:2	Imperceptibilidad:2	que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
26	Tamaño: 1.59 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 975 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
27	Tamaño: 1.74 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 950 KB Formato: PNG Fidelidad: 98.3% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.3%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 1.7% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
28	Tamaño: 1.72 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.72 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
29	Tamaño: 1.66 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.14 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la



	dad:2	d:2	alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
30	Tamaño: 3.18 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.93 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
31	Tamaño: 445 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 325 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
32	Tamaño: 3.06 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.46 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.
33	Tamaño: 869 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 454 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YCbCr.



34	Tamaño: 2.41 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.25 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
35	Tamaño: 618 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 507 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
36	Tamaño: 4.33 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.17 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
37	Tamaño: 5.03 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 3.58 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.
38	Tamaño: 3.46 MB	Tamaño: 1.75 MB	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la



	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
39	<p>Tamaño: 2.94 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 1.97 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
40	<p>Tamaño: 605 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 536 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>
41	<p>Tamaño: 352 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 291 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YCbCr.</p>



Técnica: Dominio Espacial

Espacio de color: YUV

N°	Imágenes originales	Imágenes alterada	Interpretacion
1	Tamaño: 2.25 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.37 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
2	Tamaño: 1.81 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.20 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
3	Tamaño: 1.94 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.16 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
4	Tamaño: 1.27 MB Formato: PNG Fidelidad:	Tamaño: 770 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99%	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01%



	100% Imperceptibili dad:2	Imperceptibilida d:2	que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
5	Tamaño: 641 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili dad:2	Tamaño: 373 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida d:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
6	Tamaño: 1.78 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili dad:2	Tamaño: 1.28 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida d:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
7	Tamaño: 2.65 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili dad:2	Tamaño: 1.45 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida d:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
8	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili	Tamaño: 2.29 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a



	dad:2	d:2	la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
9	Tamaño: 3.45 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili dad:2	Tamaño: 2.34 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida d:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
10	Tamaño: 3.31 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili dad:2	Tamaño: 2.06 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida d:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
11	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili dad:2	Tamaño: 1.86 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida d:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
12	Tamaño: 5.54 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibili dad:2	Tamaño: 3.23 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilida d:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.



13	Tamaño: 2.05 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.06 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
14	Tamaño: 3.69 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.26 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
15	Tamaño: 639 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 581 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
16	Tamaño: 3.52 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.15 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
17	Tamaño: 2.48 MB	Tamaño: 1.31 MB	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la



	Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
18	Tamaño: 3.39 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 2.13 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
19	Tamaño: 5.90 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 4.03 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
20	Tamaño: 5.50 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 3.42 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.
21	Tamaño: 590 KB Formato: PNG Fidelidad:	Tamaño: 534 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99%	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01%



	100% Imperceptibilidad:2	Imperceptibilidad:2	que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
22	Tamaño: 291MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 245 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
23	Tamaño: 369 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 312 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
24	Tamaño: 703 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 480 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
25	Tamaño: 407 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 224 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.



	dad:2		la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
26	Tamaño: 1.59 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 975 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
27	Tamaño: 1.74 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 946 KB Formato: PNG Fidelidad: 98.3% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.3%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios notables en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 1.7% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
28	Tamaño: 1.72 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.72 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
29	Tamaño: 1.66 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.14 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99v% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.



30	Tamaño: 3.18 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.93 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
31	Tamaño: 445 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 325 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
32	Tamaño: 3.06 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.46 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
33	Tamaño: 869 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 457 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
34	Tamaño: 2.41 MB	Tamaño: 1.25 MB	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la



	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.</p>
35	<p>Tamaño: 618 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 507 KB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.</p>
36	<p>Tamaño: 4.33 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 2.17 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.</p>
37	<p>Tamaño: 5.03 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 3.59 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad: 99.99%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original.</p> <p>El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los píxeles en el espacio de color YUV.</p>
38	<p>Tamaño: 3.46 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad:</p>	<p>Tamaño: 1.75 MB</p> <p>Formato: PNG</p> <p>Fidelidad:</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01%</p>



	100% Imperceptibilidad:2	99.99% Imperceptibilidad:2	que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
39	Tamaño: 2.94 MB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 1.96 MB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
40	Tamaño: 605 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 536 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.
41	Tamaño: 352 KB Formato: PNG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 292 KB Formato: PNG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes no hay un cambio alguno, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%, esto quiere decir que la imagen no sufrió cambios en su matriz. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que hubo una diferencia de 0.01% que se considera un porcentaje alto, sigue siendo parecida a la original. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los pixeles en el espacio de color YUV.



Técnica: Dominio Frecuencial

Espacio de color: Escala de grises

N°	Imágenes originales	Imágenes alterada	Interpetación
1	Tamaño: 259 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilid:2	Tamaño: 86.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 96.96% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 3.04% se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
2	Tamaño: 242 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilid:2	Tamaño: 128 KB Formato: JPG Fidelidad: 91.82% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 91.82%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 8.18% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
3	Tamaño: 462 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilid:2	Tamaño: 231 KB Formato: JPG Fidelidad: 96.43% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.43%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 3.57% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.



4	Tamaño: 145 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 67.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.54% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.54%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.46% se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
5	Tamaño: 62.8 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 28.8 KB Formato: JPG Fidelidad: 77.34% Imperceptibilidad: 1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 77.34%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 22.66% que se considera como un porcentaje medio, pues la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
6	Tamaño: 279 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 137 KB Formato: JPG Fidelidad: 97.78% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.78%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 2.22% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
7	Tamaño: 160 KB Formato: JPG Fidelidad:	Tamaño: 160 KB Formato: JPG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.76%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 2.22% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto



	100% Imperceptibilidad:2	97.76% Imperceptibilidad:2	se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
8	Tamaño: 281 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 301 KB Formato: JPG Fidelidad: 97.73% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.76%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 2.24% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
9	Tamaño: 252 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 318 KB Formato: JPG Fidelidad: 85.7% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 85.82%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 14.3% que se considera como un porcentaje medio, pues la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
10	Tamaño: 235 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 241 KB Formato: JPG Fidelidad: 94.1% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 94.1%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 14.3% que se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
11	Tamaño: 173 KB	Tamaño: 79.3 KB	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 87.18%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es



	<p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 87.18%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 14.3% que se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.</p>
12	<p>Tamaño: 336 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 340 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 95.86%</p> <p>Imperceptibilidad:1</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 95.86%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 4.14% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.</p>
13	<p>Tamaño: 115 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 114 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 92.81%</p> <p>Imperceptibilidad: 0</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 92.81%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 7.19% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.</p>
14	<p>Tamaño: 122 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad</p>	<p>Tamaño: 116 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 98.84%</p> <p>Imperceptibilidad</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.84%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.16% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.</p>



	idad:2	dad:2	
15	Tamaño: 127 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 61.2 KB Formato: JPG Fidelidad: 76.57% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 76.57%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 23.43% que se considera como un porcentaje medio, pues la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
16	Tamaño: 223 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 222 KB Formato: JPG Fidelidad: 90.06% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 90.06%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 9.94% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
17	Tamaño: 211 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 87.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 80.26% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 80.26%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 19.74% que se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
18	Tamaño: 263 KB Formato: JPG Fidelidad:	Tamaño: 259 KB Formato: JPG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 89%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 11% que se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe



	100% Imperceptibilidad:2	89% Imperceptibilidad:2	a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
19	Tamaño: 463 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 463 KB Formato: JPG Fidelidad: 92.5% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 92.5%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 7.5% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
20	Tamaño: 372 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 364 KB Formato: JPG Fidelidad: 81.12% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 81.12%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 18.88% que se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
21	Tamaño: 121 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 61.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 98.25% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.25%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 1.75% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
22	Tamaño: 36.2 KB Formato:	Tamaño: 18.9 KB Formato:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 81.08%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 18.92% que se



	JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	JPG Fidelidad: 81.08% Imperceptibilidad:2	considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
23	Tamaño: 53.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 25.5 KB Formato: JPG Fidelidad: 97.95% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.95%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 2.05% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
24	Tamaño: 91.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 36.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 72.61% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 72.61%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues su fidelidad tiene una diferencia de 22.66% se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
25	Tamaño: 23.0 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 24.0 KB Formato: JPG Fidelidad: 86.28% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 86.28%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 13.72% que se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
26	Tamaño:	Tamaño:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la



	153 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	62.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 66.96% Imperceptibilidad:1	imagen alterada pues es de 66.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 33.04% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
27	Tamaño: 190 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 61.9 MB Formato: JPG Fidelidad: 93.61% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 93.61%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 6.39% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
28	Tamaño: 392 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 171 KB Formato: JPG Fidelidad: 88.16% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 88.16%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 11.84% que se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
29	Tamaño: 235 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad	Tamaño: 105 KB Formato: JPG Fidelidad: 90.99% Imperceptibilidad	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 90.99%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 9.01% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los



	idad:2	dad: 0	coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
30	Tamaño: 214 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 210 KB Formato: JPG Fidelidad: 95.26% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 95.26%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 4.74% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
31	Tamaño: 79.0 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 46.2 KB Formato: JPG Fidelidad: 81.36% Imperceptibili dad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 81.36%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasifcacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 18.64% que se considera como un porcentaje medio, pues la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
32	Tamaño: 158 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 138 KB Formato: JPG Fidelidad: 98.63% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.63%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.37% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
33	Tamaño: 66.9 KB Formato: JPG	Tamaño: 65.4 KB Formato: JPG	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 77.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasifcacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de



	Fidelidad: 100% Imperceptibilid idad:2	Fidelidad: 77.98% Imperceptibili dad:1	22.02% que se considera como un porcentaje medio, pues la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
34	Tamaño: 123 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilid idad:2	Tamaño: 113 KB Formato: JPG Fidelidad: 92.45% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 92.45%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 7.55% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
35	Tamaño: 99.9 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilid idad:2	Tamaño: 45.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 90.49% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 90.49%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 9.51% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
36	Tamaño: 214 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilid idad:2	Tamaño: 211 KB Formato: JPG Fidelidad: 96.96% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 3.04% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
37	Tamaño: 449 KB	Tamaño: 494 KB	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 95.34%. En ambas imágenes la



	<p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 95.34%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 4.66% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.</p>
38	<p>Tamaño: 143 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 132 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 98.62%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.62%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.38% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.</p>
39	<p>Tamaño: 406 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad:2</p>	<p>Tamaño: 1.81 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 84.49%</p> <p>Imperceptibilidad:1</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 84.49%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es medio, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 15.51% que se considera como un porcentaje medio, pues la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.</p>
40	<p>Tamaño: 107 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 100%</p> <p>Imperceptibilidad</p>	<p>Tamaño: 49.3 KB</p> <p>Formato: JPG</p> <p>Fidelidad: 89.44%</p> <p>Imperceptibilidad</p>	<p>Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 81.36%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 10.56% que se considera como un porcentaje medio, pues la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar</p>



	idad:2	dad: 0	la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
41	Tamaño: 50.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 25.2 KB Formato: JPG Fidelidad: 97.74% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 97.74%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 2.26% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.

Técnica: Dominio Frecuencial

Espacio de color: YCbCr

N°	Imágenes originales	Imágenes alterada	Interpetación
1	Tamaño: 259 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 92.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.99% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasfcaion alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.01% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
2	Tamaño: 242 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti	Tamaño: 137 KB Formato: JPG Fidelidad: 98.86% Imperceptibili	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.86%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasfcaion alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.14% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de



	bilidad:2	dad: 0	los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
3	Tamaño: 462 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 248 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.73% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.73%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.27% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
4	Tamaño: 145 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 71.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.89% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.89%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.11% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
5	Tamaño: 62.8 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 34.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.93% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.93%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.07% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
6	Tamaño: 279 KB Formato: JPG Fidelidad:	Tamaño: 146 KB Formato: JPG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.73%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.27% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada,



	100% Imperceptibilidad:2	99.73% Imperceptibilidad:2	esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
7	Tamaño: 160 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 172 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.91% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.91%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.09% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
8	Tamaño: 281 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 312 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.91% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.91%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.09% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
9	Tamaño: 252 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 333 KB Formato: JPG Fidelidad: 92.88% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 92.88%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 7.12% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
10	Tamaño: 235 KB Formato:	Tamaño: 257 KB Formato:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.79%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta



	JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	JPG Fidelidad: 98.79% Imperceptibilidad: 0	en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.21% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
11	Tamaño: 173 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 180 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.01% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
12	Tamaño: 336 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 368 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.8% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.8%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.20% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
13	Tamaño: 115 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 123 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.84% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.84%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.16% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
14	Tamaño:	Tamaño: 126	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable,



	122 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	KB Formato: JPG Fidelidad: 99.98% Imperceptibilidad: 2	en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.02% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
15	Tamaño: 127 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 63.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.68% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.68%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.32% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
16	Tamaño: 223 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 241 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.96% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.04% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
17	Tamaño: 211 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 104 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.72% Imperceptibilidad: 2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.28% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.



	bilidad:2	dad:2	
18	Tamaño: 263 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 285 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.79% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.79%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.21% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
19	Tamaño: 463 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 505 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.12% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.12%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.88% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
20	Tamaño: 372 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 395 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.89% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.89%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.11% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
21	Tamaño: 121 KB Formato: JPG Fidelidad:	Tamaño: 64.4 KB Formato: JPG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.84%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 1.16% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen



	100% Imperceptibilidad:2	98.84% Imperceptibilidad:1	alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
22	Tamaño: 36.2 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 21.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.72% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.72%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.28% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
23	Tamaño: 53.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 27.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.91% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.91%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.09% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
24	Tamaño: 91.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 40.7 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.85% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.85%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.15% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
25	Tamaño: 23.0 KB Formato:	Tamaño: 25.8 KB Formato:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.95%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de



	JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	JPG Fidelidad: 99.95% Imperceptibilidad:2	0.05% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
26	Tamaño: 153 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 72.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.86% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.86%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.14% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
27	Tamaño: 190 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 73.5 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.95% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.95%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.05% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
28	Tamaño: 392 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 188 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.59% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.59%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.41% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
29	Tamaño:	Tamaño: 112	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables,



	235 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	KB Formato: JPG Fidelidad: 96.29% Imperceptibilidad: 0	en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.29%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 3.71% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
30	Tamaño: 214 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 109 KB Formato: JPG Fidelidad: 76.98% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 76.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues su fidelidad tiene una diferencia de 23.02% se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color Escala de grises.
31	Tamaño: 79.0 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 50.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 93.16% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 93.16%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 6.84% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
32	Tamaño: 158 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad	Tamaño: 155 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.98% Imperceptibilidad	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.02% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.



	bilidad:2	dad:2	
33	Tamaño: 66.9 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 71.9 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.98% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.02% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
34	Tamaño: 123 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 124 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.91% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.91%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.09% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
35	Tamaño: 99.9 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 51.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.44% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.44%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.56% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
36	Tamaño: 214 KB Formato: JPG Fidelidad:	Tamaño: 115 KB Formato: JPG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 34.39%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es medio, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 65.61% que se considera como un



	100% Imperceptibilidad:2	34.39% Imperceptibilidad:1	porcentaje bajo, pues la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
37	Tamaño: 449 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 519 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.29% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.29%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.71% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
38	Tamaño: 143 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 154 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.01% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
39	Tamaño: 406 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 199 KB Formato: JPG Fidelidad: 98.96% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.04% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
40	Tamaño: 107 KB Formato:	Tamaño: 53.6 KB Formato:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.33%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificacion alta



	JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	JPG Fidelidad: 99.33% Imperceptibili dad: 0	en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.67% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.
41	Tamaño: 50.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Impercepti bilidad:2	Tamaño: 27.7 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.82% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.82%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.18% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YCbCr.

Técnica: Dominio Frecuencial

Espacio de color: YUV

N°	Imágenes originales	Imágenes alterada	Intepretación
1	Tamaño: 259 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 92.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.89% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.89%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasifcacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.11% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
2	Tamaño: 242 KB Formato:	Tamaño: 137 KB Formato:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.38%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasifcacion alta



	JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	JPG Fidelidad: 98.38% Imperceptibilidad: 0	en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.62% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
3	Tamaño: 462 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 247 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.73% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.73%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.27% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
4	Tamaño: 145 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 71.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.89% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.89%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.11% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
5	Tamaño: 62.8 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 35.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.64% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.64%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.36% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
6	Tamaño:	Tamaño: 146	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable,



	279 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	KB Formato: JPG Fidelidad: 99.73% Imperceptibilidad:2	en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.73%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.27% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
7	Tamaño: 160 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 172 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.9% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.9%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.10% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
8	Tamaño: 281 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 313 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.89% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.89%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.11% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
9	Tamaño: 252 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad	Tamaño: 333 KB Formato: JPG Fidelidad: 92.88% Imperceptibilidad	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 92.88%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 7.12% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los



	idad:2	dad: 0	coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
10	Tamaño: 235 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 257 KB Formato: JPG Fidelidad: 98.79% Imperceptibili dad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.79%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasfcaion alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 1.21% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
11	Tamaño: 173 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 180 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.99% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.01% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
12	Tamaño: 336 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 368 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.8% Imperceptibili dad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.8%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasfcaion alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.20% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
13	Tamaño: 115 KB Formato: JPG Fidelidad:	Tamaño: 124 KB Formato: JPG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.85%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasfcaion alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.15% que se considera como un porcentaje alto,



	100% Imperceptibilidad:2	99.85% Imperceptibilidad: 0	a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
14	Tamaño: 122 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 126 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.98% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.02% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
15	Tamaño: 127 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 63.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.68% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.68%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.32% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
16	Tamaño: 223 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 241 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.96% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.04% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
17	Tamaño: 211 KB Formato:	Tamaño: 104 KB Formato:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.72%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de



	JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	JPG Fidelidad: 99.72% Imperceptibilidad:2	0.28% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
18	Tamaño: 263 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 285 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.79% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.79%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.21% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
19	Tamaño: 463 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 505 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.12% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.12%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.88% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
20	Tamaño: 372 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 395 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.88% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.88%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.12% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
21	Tamaño:	Tamaño:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la



	121 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	64.3 KB Formato: JPG Fidelidad: 98.84% Imperceptibilidad:1	imagen alterada pues es de 98.84%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 1.16% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
22	Tamaño: 36.2 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 21.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.72% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.72%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.28% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
23	Tamaño: 53.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 27.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.91% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.91%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.09% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
24	Tamaño: 91.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad	Tamaño: 40.7 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.85% Imperceptibilidad	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.85%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.15% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.



	idad:2	dad:2	
25	Tamaño: 23.0 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 25.9 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.95% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.95%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.05% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
26	Tamaño: 153 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 72.7 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.86% Imperceptibili dad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.86%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasifcacion alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.14% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
27	Tamaño: 190 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 73.5 MB Formato: JPG Fidelidad: 99.95% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.95%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.05% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
28	Tamaño: 392 KB Formato: JPG Fidelidad:	Tamaño: 188 KB Formato: JPG Fidelidad:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.59%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.41% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto



	100% Imperceptibilidad:2	99.59% Imperceptibilidad:2	se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
29	Tamaño: 235 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 112 KB Formato: JPG Fidelidad: 96.29% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 96.29%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 3.71% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
30	Tamaño: 214 MB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 109 KB Formato: JPG Fidelidad: 77.11% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 77.11%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues su fidelidad tiene una diferencia de 22.89% se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
31	Tamaño: 79.0 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 50.4 KB Formato: JPG Fidelidad: 93.15% Imperceptibilidad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 93.15%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 6.85% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
32	Tamaño: 158 KB Formato:	Tamaño: 155 KB Formato:	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de



	JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	JPG Fidelidad: 99.98% Imperceptibilidad:2	0.02% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
33	Tamaño: 66.9 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 72.1 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.98% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.98%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.14% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
34	Tamaño: 123 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 70.5 KB Formato: JPG Fidelidad: 79.48% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 79.48%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues su fidelidad tiene una diferencia de 20.52% se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
35	Tamaño: 99.9 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 51.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.43% Imperceptibilidad:1	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.43%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 0.57% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
36	Tamaño:	Tamaño: 115	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la



	214 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	KB Formato: JPG Fidelidad: 34.61% Imperceptibilidad:1	imagen alterada pues es de 34.61%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues su fidelidad tiene una diferencia de 65.39% se considera como un porcentaje medio, a pesar de eso la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
37	Tamaño: 449 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 519 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.29% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.29%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.71% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
38	Tamaño: 143 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad:2	Tamaño: 154 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.99% Imperceptibilidad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.99%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.01% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
39	Tamaño: 406 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibilidad	Tamaño: 199 KB Formato: JPG Fidelidad: 98.96% Imperceptibilidad	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambios, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 98.96%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es media, pues su fidelidad tiene una diferencia de 1.04% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión



	idad:2	dad:1	JPEG en el espacio de color YUV.
40	Tamaño: 107 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 53.7 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.32% Imperceptibili dad: 0	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notables, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.32%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es diferente pues la imagen original tiene una clasificación alta en comparación a la alterada que su clasificación es bajo, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.68% que se considera como un porcentaje alto, a pesar de eso la imagen alterada presenta cambios notables. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.
41	Tamaño: 50.6 KB Formato: JPG Fidelidad: 100% Imperceptibil idad:2	Tamaño: 27.7 KB Formato: JPG Fidelidad: 99.83% Imperceptibili dad:2	Podemos apreciar, en ambas imágenes que presentan cambio no muy notable, en la fidelidad la imagen alterada pues es de 99.83%. En ambas imágenes la imperceptibilidad es alta, pues a pesar que su fidelidad tiene una diferencia de 0.17% que se considera como un porcentaje alto, pues la imagen alterada no presenta cambios. El tamaño de la imagen original es mayor que la alterada, esto se debe a la alteración de los coeficientes al aplicar la compresión JPEG en el espacio de color YUV.

