

Mejoramiento selectivo condicional: una nueva estrategia para el mejoramiento de imágenes digitales en colores impresas en semitonos

Edgardo Manuel Felipe Riverón* y Mario Eduardo Ramos García**

* Laboratorio de Procesamiento de Imágenes y Reconocimiento de Patrones,
Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional, México, DF.
Instituto de Cibernética, Matemática y Física, CITMA, La Habana, Cuba.

** Instituto Mexicano del Petróleo.

* edgardo@cic.ipn.mx Teléfono: 5729 6000/56515

** mramos@imp.mx Teléfono: 5333 7668

RESUMEN

En este trabajo se presenta una nueva estrategia de mejoramiento de las imágenes digitales en colores impresas en semitonos. Debido al carácter repetitivo del proceso de digitalización y de la estructura de los patrones usados para la creación para la impresión de los semitonos en imágenes en colores, se ha observado que la alteración de los colores de los píxeles, en general, es también repetitiva. Sobre la base de la frecuencia con que aparecen los colores de los píxeles en la imagen digitalizada y los valores adquiridos por sus componentes de color RGB, se han definido varias reglas heurísticas. Estas reglas, al considerar válidos los píxeles con una alta frecuencia de ocurrencia y como 'artefactos' a los que tienen pequeña frecuencia de ocurrencia, asocia los segundos a los primeros cambiándoles el color. La aplicación de esta estrategia genera imágenes notablemente mejoradas. A este método de mejoramiento le hemos llamado *mejoramiento selectivo condicional*, el cual se ha aplicado para mejorar imágenes digitales en colores de varios tipos, todas impresas en semitonos.

Palabras clave: Mejoramiento de Imágenes; Imágenes de Semitono; Digitalización de Imágenes en Colores; Eliminación de Artefactos.

1 Introducción

Durante años, las imágenes en colores han sido impresas en semitonos por capas mediante la mezcla sustractiva de colores CMY(K). Este proceso se caracteriza por tener un carácter eminentemente discreto en su composición. Para extraer automáticamente la información de interés de estas imágenes, es necesario transformarla a un formato digital. Cuando estos mapas discretos son digitalizados, por ejemplo, con un escáner de colores de cama plana convencional, aparecen numerosos 'artefactos' debidos a las alteraciones que sufren las

tres componentes de color RGB de cada píxel. El resultado neto es que los originales de muchos píxeles son apreciablemente alterados. Este fenómeno prácticamente imposible usar los colores para el reconocimiento e interpretación confiable de los patrones gráficos presentes en las imágenes. Las características fundamentales de imágenes digitales de mapas así obtenidas, aparecen en [1], [2], [3].

Las soluciones basadas en el uso de los filtros tradicionales para eliminar los uniformes o impulsivos en las imágenes digitalizadas, no son generalmente efectivas. El análisis sobre la base del color, debido a que por ser operaciones globales y "ciegas" aplicadas a todos los píxeles, alterados o no, provocan que los nuevos reasignados sean numerosos y muy diferentes a los colores reales del mapa original. Este indispensable proceso de digitalización para llevar a cabo esta transformación mostrada en la Figura 1, potencialmente se originan innumerables problemas expuestos previamente en [3], en imágenes de mapas impresos en semitonos digitalizados. Si los 'artefactos' se eliminan, se hace muy difícil realizar la segmentación, descripción, reconocimiento e interpretación confiables de los patrones gráficos presentes en las mismas, para su posterior utilización, por ejemplo, en el caso de mapas, para integrarla a un Sistema de Información Geográfica [4]. Un antecedente del presente trabajo aparece en [5].

Debido a la considerable magnitud que normalmente tienen las imágenes, la digitalización crea también archivos de gran tamaño. Esto es realmente crítico si son muchos colores y se les asigna color verdadero (24 bits / píxel) a cada uno de los píxeles. Con el fin de reducir el número de colores, es común asignarle a los píxeles sólo colores de entre los 216 posibles de la Paleta de Color Seguro - PCS (Ver epígrafe 4.3) [6].

El propósito que se persigue con este trabajo, es lograr una imagen final con el mínimo de 'artefactos', reteniendo al máximo las estructuras básicas de los diversos componentes gráficos de todo tipo presentes en ellas.

Para la comprobación de los resultados del método, las imágenes se han digitalizado con un escáner de color HP PrecisionScan LTX [7] a 300 ppp (puntos por pulgada) y 24 bits / píxel, a partir de imágenes impresas en papel en semitonos en colores obtenidas en [8] y de un papel publicitario común, o simplemente con una imagen de la red.



Figura 1. Etapas de la digitalización de imágenes en colores impresos en semitonos.

2 El problema

En la Figura 2 se muestran las subimágenes digitales de 11x11 píxeles ampliadas de los patrones gráficos puntuales [1], que simbolizan una palmera de coco y un limón, tomadas de la leyenda de un mapa cartográfico en colores impreso en semitonos digitalizado y una letra 'a' ubicada dentro de una subimagen de 13x13 píxeles del mismo mapa. En ellas se

apreciar el efecto de los 'artefactos', que se manifiestan con los diferentes colores (niveles de gris) adquiridos por los píxeles al digitalizarlo. La subimagen de la palmera de coco aparece con 33 colores y la del limón con 31 colores diferentes, contando el color blanco del fondo. La subimagen de la letra 'a' aparece con 46 colores diferentes. El píxel de la esquina inferior derecha es de control.

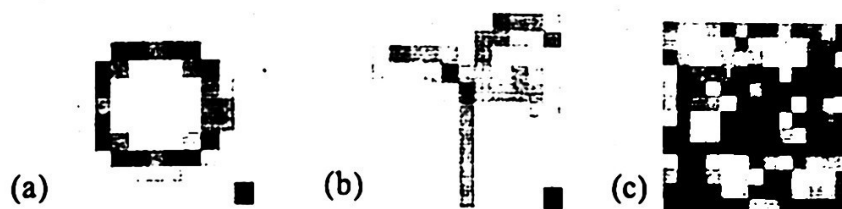


Figura 2. Subimágenes de 11x11 píxeles de dos patrones puntuales extraídos de la leyenda del mapa y de un carácter alfanumérico con 13x13 píxeles. (a) Palmera de coco. (b) Limón. Letra 'a'.

Figura 3 se muestran las subimágenes de cuatro versiones de los dos tipos de símbolos gráficos puntuales anteriores, situados en diferentes zonas del mapa. Se puede apreciar la disimilitud entre ellos y los extraídos de la leyenda mostrados en la Figura 2, debido a los 'artefactos' que se presentan. El número total de colores diferentes de los píxeles de las subimágenes de la Figura 3 se detalla en la Tabla 1.

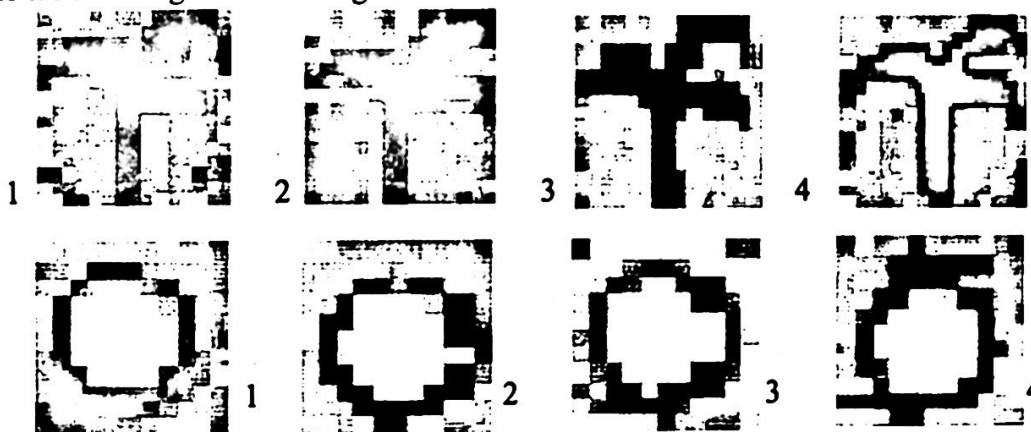


Figura 3. Patrones de la palmera de coco y del limón extraídos de diferentes zonas del mapa.

Imagen	Tamaño (píxeles)	1	2	3	4
Palmera de coco	15 x 15	74	73	79	70
Limón	11 x 11	54	39	41	43

Tabla 1. Número de colores diferentes de las subimágenes de la Figura 3.

Mejoramiento de las imágenes por métodos convencionales

Es de todos conocido, cualquier algoritmo común de umbralamiento, de limpieza de imágenes, suavizador de imágenes, o destinado para la eliminación de pulsos espúreos, es operado con máscaras de promediación, filtros de mediana, de pseudomediana y

otros, realizan su labor de una manera global y "ciega", es decir, sin tener en cuenta las características contextuales y propias de aquellos píxeles particulares que no desaparecen ni transformarse en valores no deseados. Adicionalmente, algunas de las soluciones comunes mencionadas provocan inconvenientes conocidos, tales como pérdidas de bordes, sustitución de píxeles válidos por otros no adecuados, eliminación de información de interés, ocultamiento de colores reales, empañamientos, etc., que en su aplicación como la nuestra, dificultarían el posterior reconocimiento e interpretación de los símbolos gráficos del mapa.

La solución propuesta tampoco es la de modificación de los histogramas de los planos de color sobre la base de un procesamiento local o de otro método adaptativo, que tales soluciones brindarían resultados no siempre valederos en esta aplicación, basarse en métodos que, aunque más asociados a la información digital, siguen siendo "ciegos", con pocas posibilidades de lograr una imagen final cercana a la originalmente fue.

La Figura 4 muestra las subimágenes de 13 x 13 píxeles de los dos símbolos ejemplificados (palmera de coco y limón) del mapa, junto con la de la letra 'a', después de aplicarle un procesamiento "outlier" con máscara de 3 x 3 a la imagen digital original. La palmera resultó con 116, el limón con 130 y la letra 'a' con 117 colores diferentes.

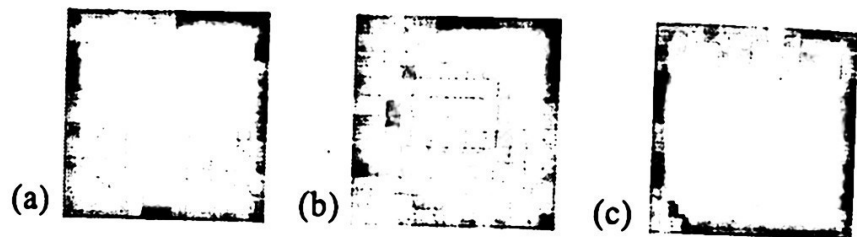


Figura 4. Imágenes obtenidas después de aplicar un procesamiento "outlier" al mapa digitalizado. (a) Palmera de coco. (b) Limón. (c) Letra 'a'.

La Figura 5 muestra las imágenes de 13 x 13 píxeles de ambos símbolos, después de aplicarle un filtraje de mediana con una cruz de 5 x 5 a la imagen original con 'artefactos'. La palmera resultó con 35 colores, el limón con 27 y la letra 'a' con 17 colores diferentes.

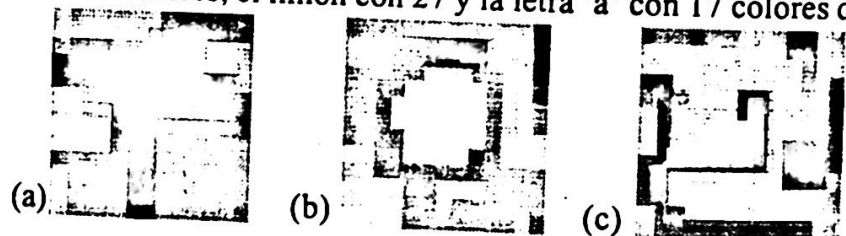


Figura 5. Imágenes después de aplicar un filtraje de mediana con una máscara en forma de cruz de 5 x 5 al mapa digitalizado. (a) Palmera de coco. (b) Limón. (c) Letra 'a'.

En todos los casos, podemos percatarnos de que la calidad de los símbolos ha empeorado por lo que su reconocimiento e interpretación con tal diversidad de colores, sobre esa base, no constituye una tarea fácil. De hecho, han quedado "camuflados" o simplemente han desaparecido, como el carácter 'a' de la Figura 5 (c).

Mejoramiento selectivo condicional de las imágenes

Efectos en la digitalización de los semitonos

este análisis, en el que se ha utilizado como ejemplo un punto de semitono de color (R), se han hecho las consideraciones siguientes:

colores de los puntos de semitono de la mezcla sustractiva CMY(K) utilizados en la impresión, se consideran saturados. El color rojo se ha creado por la superposición de puntos de semitono coincidentes, uno de color magenta y otro de color amarillo.

error de registro, es decir, la falta de coincidencia en la superposición de los puntos colores CMY(K), es cero.

ganancia del punto al realizarse la impresión es mínima.

color del sustrato es "blanco" y su distribución es uniforme.

durante el proceso de digitalización ocurre lo siguiente respecto al color que adquiere cada

Si el muestreo de la imagen tiene lugar dentro de un punto de un semitono saturado el píxel habrá adquirido una componente de color con el matiz de dicho punto y un dependiente de su brillantez (Figura 6). El resto de los píxeles adquirirá una componente dependiente tanto del por ciento coincidente con el punto de semitono en cuestión, como del color del fondo o del punto de semitono subyacente.

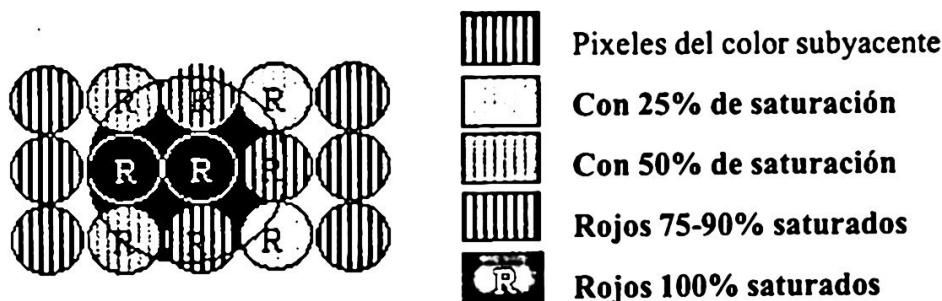


Figura 6. Muestreo de un punto de semitono de color rojo.

color del fondo es blanco (Figura 7), color que aporta todos los colores, el valor de las componentes de color correspondientes del píxel en cuestión (la magenta y la amarilla) se reduce, y aumenta a su vez el valor de la otra componente (la ciano). Como resultado se tendrá un color menos saturado, del mismo matiz y más brillante. A medida que el píxel menos del color del punto de semitono, su color se acercará más al blanco.

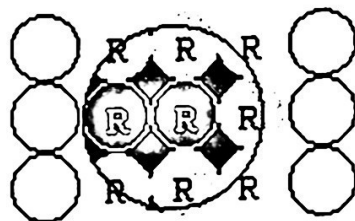


Figura 7. Muestreo de un punto de semitono de color rojo sobre fondo blanco.

Si el color del fondo es negro (Figura 8), el cual no contribuye en nada con también el valor de la componente en cuestión se reduce, pero sin aportarse otras componentes. El resultado es que el píxel correspondiente adquirirá un de sombra que se manifiesta como un píxel del mismo matiz, también menos saturado menos brillante. A medida que el píxel recibe menos del color del punto de semitono, color se acercará más al negro

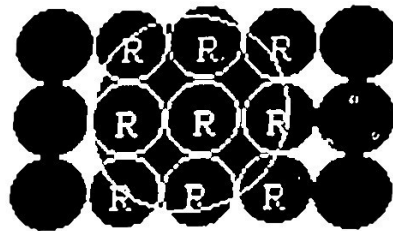


Figura 8. Muestreo de un punto de semitono de color rojo sobre fondo negro.

Si en lugar de tenerse fondo blanco o negro, se tiene un punto de semitono con otros y un probable realengo entre los puntos circulares cercanos, la diversidad de valores adquieren las componentes del color de los píxeles es mucho mayor. Esta es la razón por la que al digitalizar una imagen impresa en semitono, aparecen píxeles de muchos diferentes, alterados, los que en definitiva son los 'artefactos' que deben eliminarse medida que la frecuencia de muestreo de la imagen de semitonos aumenta, la proporción de 'artefactos' respecto al total de píxeles de la imagen tiende a disminuir.

La forma en que se eliminan los píxeles, que por su frecuencia de aparición y valores particulares de sus componentes se consideran 'artefactos', es asociándolos a aquellos píxeles de colores esenciales cuyas componentes cumplen las características regidas por las ocho reglas heurísticas detalladas en el epígrafe 5. De esa forma, los píxeles pasan a tomar el color que desde un inicio deberían haber tenido al realizarse la digitalización.

4.2 Colores esenciales

Durante el *mejoramiento selectivo condicionado* se establecieron como colores esenciales aquellos que aparecen en la leyenda del mapa que se mejora y en los fondos, en favor de facilitar la decisión sobre cuáles colores de píxel deben prevalecer y cuáles deben ser transformados para agruparse a ellos. Estos son los colores que finalmente deben prevalecer en el mapa mejorado; el resto se considerarían los 'artefactos' que finalmente debían desaparecer. En general, en el método propuesto, el usuario tendrá siempre la opción de seleccionar los colores esenciales particulares del mapa digitalizado que desea mejorar.

4.3 Paleta de Color Seguro (PCS)

La Paleta de Color Seguro PCS ("Color Safe Palette" en inglés) es una paleta que maneja un número limitado de colores, a saber, 216 colores, que se crean con un máximo de 255 valores por componente RGB para cada píxel de la imagen [6]. Los valores de píxel

reestablecidos para cada una de las componentes R, G y B de cada color de la PCS son: 0, 102, 153, 204 y 255. Los posibles colores que finalmente se producen, son obtenidos de combinación de las tres componentes con estos 6 valores para cada una.

Durante el proceso de *mejoramiento selectivo condicionado* de las imágenes, como primera alternativa para agrupar los numerosos colores que originalmente aparecieron al digitalizar mapa y según los seis niveles preestablecidos para cada una de las componentes RGB

Paleta de Color Seguro, se evaluaron tres opciones: *hacia arriba*, que lleva los valores las componentes de cada píxel al nivel inmediato superior; *hacia abajo*, ídem al nivel inmediato inferior; y *hacia el centro*, que los lleva hacia los valores inferior y superior, a de los valores intermedios de la PCS.

Finalmente se siguió la pauta de agrupar los colores hacia el centro, por ser la que rindió los mejores resultados al no alejarse mucho los colores obtenidos, de los originalmente resultantes de la digitalización. El agrupamiento en los seis grupos para cada componente de color RGB siguiendo esta pauta se muestra en la Tabla 2.

Grupo de color	Rango de la componente original	Valor de la componente final
1	$0 \leq R, G, B \leq 25$	0
2	$26 \leq R, G, B \leq 76$	51
3	$77 \leq R, G, B \leq 127$	102
4	$128 \leq R, G, B \leq 178$	153
5	$179 \leq R, G, B \leq 229$	204
6	$230 \leq R, G, B \leq 255$	255

Tabla 2. Agrupamiento de las componentes de cada color a los de la Paleta de Color Seguro (PCS).

Principios básicos para desarrollar la heurística de mejoramiento

cuatro los principios básicos que han servido de base para el desarrollo de las reglas heurísticas de mejoramiento propuestas:

La reducción del número final de colores de la imagen.

La consideración de que los 'artefactos' son los píxeles con colores no esenciales con menor frecuencia de ocurrencia en la imagen.

Debido a las características periódicas y repetitivas de los procesos de digitalización y de impresión en semitonos, se supuso que el proceso de mejoramiento puede ser llevado a cabo mediante estrictas reglas surgidas de la experiencia y de la observación.

Que las imágenes en colores no tienen niveles de gris, excepto el negro y el blanco.

Reglas heurísticas del *mejoramiento selectivo condicional*

ocho reglas heurísticas creadas se exponen a continuación.

I. Si un color C_j tiene dos componentes cualesquiera iguales y la tercera diferente.

El color C_j poco frecuente se asociará con el color C_i más frecuente, si sus componentes iguales coinciden y en la diferente discrepan por exceso o por defecto unidades.

Ejemplo: A los 1254 pixeles del color con componentes R: 255, G: 102, B: 153, asociárseles en una búsqueda los 121 pixeles con componentes R: 255, G: 51, B: 153.

II. Si un color C_j tiene sus tres componentes diferentes.

El color C_j poco frecuente se asociará con el color C_i más frecuente, si cualesquiera sus componentes coinciden y en la tercera discrepan por exceso o por defecto unidades.

Ejemplo: A los 892 pixeles del color con componentes R: 153, G: 102, B: 153, asociárseles en una búsqueda los 67 pixeles con componentes R: 153, G: 51, B: 153.

III. Si un color C_j tiene dos componentes cualesquiera iguales y la tercera diferente.

Si dos componentes de un color C_j coinciden con las correspondientes de un color esencial y difieren en la tercera componente por exceso o por defecto en 51, el color esencial absorberá al color C_j menos frecuente (más cercano) de entre los posibles.

Ejemplo: Los 1317 pixeles del color esencial con componentes R: 204, G: 102, B: 153, absorberá en una búsqueda a los 2289 pixeles del color no esencial con componentes R: 153, G: 102, B: 102.

IV. Independientemente de que las tres componentes sean iguales (grises) o no, todas iguales o inferiores al nivel 153, se agruparán como color negro con componentes RGB iguales a 0, 0, 0.

Ejemplo: A los 254 pixeles del color con componentes R: 0, G: 0, B: 0, asociárseles en la misma búsqueda los 12 pixeles con componentes R: 102, G: 51, B: 102, los 420 pixeles con componentes R: 0, G: 51, B: 102.

V. Si un color C_j tiene dos componentes cualesquiera iguales y la tercera diferente.

El color C_j poco frecuente se asociará con el color C_i más frecuente, si su componente diferente coincide en ambos y en las dos iguales discrepan por exceso o por defecto unidades. (Nota: en esta regla los colores grises no absorben, pero sí pueden ser absorbidos.)

Ejemplo: A los 2544 pixeles del color con componentes R: 102, G: 153, B: 153, asociárseles en una búsqueda los 132 pixeles con componentes R: 102, G: 204, B: 204. una nueva búsqueda, los 2676 pixeles resultantes deben absorber los 211 pixeles con componentes R: 102, G: 102, B: 102.

VI. Si un color C_j tiene cualesquiera dos componentes iguales y la tercera diferente.

El color C_i más frecuente se asociará con el color C_j menos frecuente, si las componentes discrepan por exceso o por defecto en 51 unidades.

Ejemplo: A los 545 pixeles del color con componentes R: 102, G: 153, B: 153, asociárseles en una búsqueda los 132 pixeles con componentes R: 51, G: 102, B: 102.

VII. Si un color C_j tiene sus tres componentes diferentes.

un color C_j poco frecuente coincide en una componente con la de un color C_i más frecuente, y las otras dos componentes siendo diferentes están correspondientemente invertidas, el más frecuente debe absorber al menos frecuente.

Ejemplos: A los 3245 pixeles del color con componentes R: 204, G: 102, B: 51, deben asociárseles en una búsqueda los 12 pixeles con componentes R: 204, G: 51, B: 102.

Si un color C_j tiene cualesquiera dos componentes iguales y la tercera diferente.

un color C_j poco frecuente tiene las componentes correspondientemente invertidas de color C_i más frecuente, el color más frecuente debe absorber al menos frecuente.

Ejemplo: A los 3645 pixeles del color con componentes R: 102, G: 153, B: 153, deben asociárseles en una búsqueda los 281 pixeles con componentes R: 153, G: 102, B: 102.

Algoritmo resumido del *mejoramiento selectivo condicional*

algoritmo se resume de la forma siguiente:

Entrada: imagen de semitonos en colores digitalizada, en formato bmp.

Salida: imagen mejorada condicionalmente, en formato bmp.

- ```
{
1. Entrada de la imagen digital
2. Determinación del tamaño de la imagen
3. Conversión a los colores de la Paleta de Color Seguro PCS
4. Selección de los colores esenciales de entre los de la imagen
{
5. Exploración (secuencial) de los pixeles de la imagen
6. Control de las componentes RGB de cada píxel
7. Ordenamiento en la lista TO de los colores de los pixeles por su
 frecuencia de ocurrencia desde los más a los menos frecuentes
8. Para toda la imagen, hasta que no haya nuevos agrupamientos,
 realizar la Regla X, para $1 \leq X \leq 8$
{
9. Agrupamiento de los pixeles al ejecutarse la Regla X
10. Reordenamiento de la lista TO desde los más a los menos
 frecuentes
11. Sustitución el color de los pixeles alterados por los nuevos
 colores determinados con las reglas
}
}
}
```

Aunque el procedimiento descrito tiende a hacer pensar que no es general, las imágenes resultantes obtenidas rebaten esta apreciación. La generalidad radica en la intrínseca estructura periódica de la impresión en semitonos y en la uniformidad del muestreo, independientemente de las pequeñas alteraciones que pueden ocurrir debido a

imperfecciones de la impresión, errores de registro, calidad del escáner, presencia de pliegues del papel, etc.

## 7 Resultados obtenidos

Al aplicar las ocho reglas heurísticas definidas sobre partes del mapa de imágenes, hemos obtenidos los siguientes resultados. En todos los casos, sólo ha quedado con colores esenciales.

Con el fin de comparar los resultados que se obtienen al mejorar las Figura 2, ahora de mayor tamaño, las Figuras 9-11 muestran las imágenes palmera de coco original, ahora con texto incorporado, con los colores mejorada, respectivamente. Similarmente, las Figuras 12-14 muestran ampliadas del limón original con texto incorporado. Finalmente, la Figura subimagen de 11 x 11 pixeles de la tercera letra 'a' del texto Guanajuato Original (44 colores), (b) PCS (20 colores) y (c) Mejorada (4 colores).

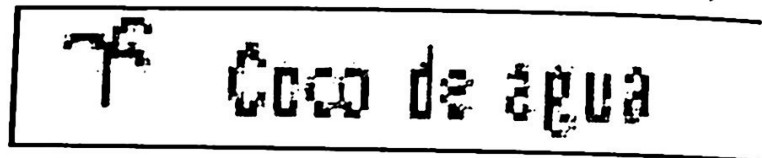


Figura 9. Imagen de la palma de coco original (de la leyenda). Tiene

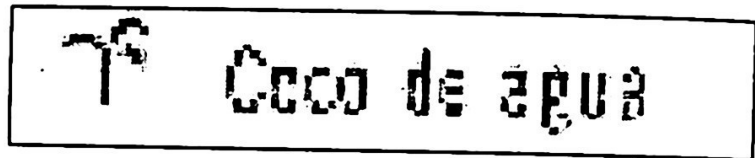


Figura 10. Imagen de la palma de coco con la PCS. Tiene 11 colores.

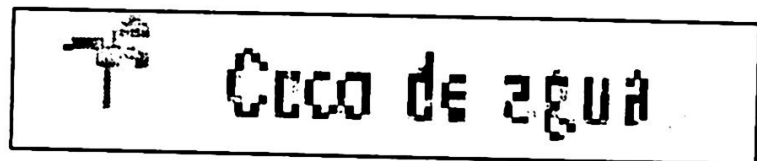


Figura 11. Imagen de la palma de coco mejorada. Sólo tiene 6 colores.

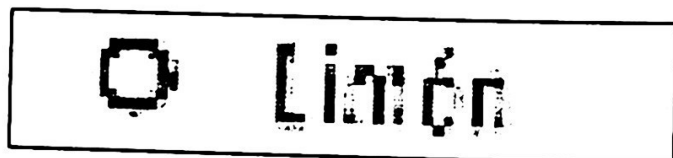


Figura 12. Imagen del limón original (de la leyenda). Tiene 58 colores.

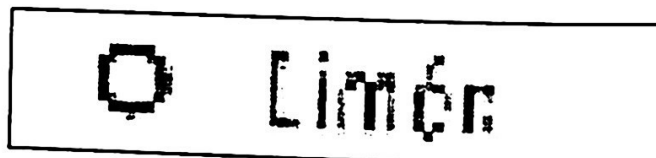
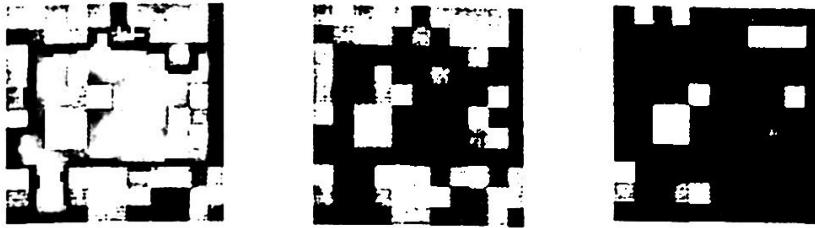


Figura 13. Imagen del limón con la PCS. Tiene 21 colores.



**Figura 14.** Imagen del limón mejorada. Sólo tiene 7 colores.



**Figura 15.** Subimagen de la tercera letra 'a' del texto Guanajuato del mapa. (a) Original (44 colores). (b) PCS (20 colores). (c) Mejorada (4 colores).

En la Figura 16 se muestran las imágenes cuadradas de 251 001 píxeles (501 píxeles de lado) de una parte del mapa de México con 8 bits/píxel para el color: 1A, original; 1B, con los colores de la PCS; y 1C, ya mejorada selectivamente.

En la Tabla 3 se muestra para cada una de las imágenes el número total de colores, el número de colores esenciales y no esenciales inicialmente, el por ciento de colores esenciales y no esenciales de cada una de las imágenes, en las tres etapas del mejoramiento selectivo condicionado. La Tabla 4 muestra el número total de píxeles de la imagen, el número de píxeles no agrupados y el % de error de agrupación, calculado sobre la base de los píxeles no agrupados respecto al total, para los colores esenciales seleccionados. En ambas tablas se destacan los resultados en las celdas sombreadas.

| Imagen →                     | 1A  | 1B   | 1C  |
|------------------------------|-----|------|-----|
| No. total de colores         | 256 | 42   | 11  |
| No. de colores esenciales    | 0   | 11   | 11  |
| No. de colores no esenciales | 256 | 30   | 0   |
| % de colores no esenciales   | 100 | 71.4 | 0   |
| % de colores esenciales      | 0   | 28.6 | 100 |

**Tabla 3.** Número total de colores de cada imagen y por cientos de colores esenciales y no esenciales relativos a ese número.

|                             |        |
|-----------------------------|--------|
| Imagen                      | 1      |
| No. total de pixeles        | 251001 |
| No. de pixeles no agrupados | 0      |
| % de error de agrupación    | 0      |

Tabla 4. Total de pixeles de las imágenes y por ciento de error en la agrupación.

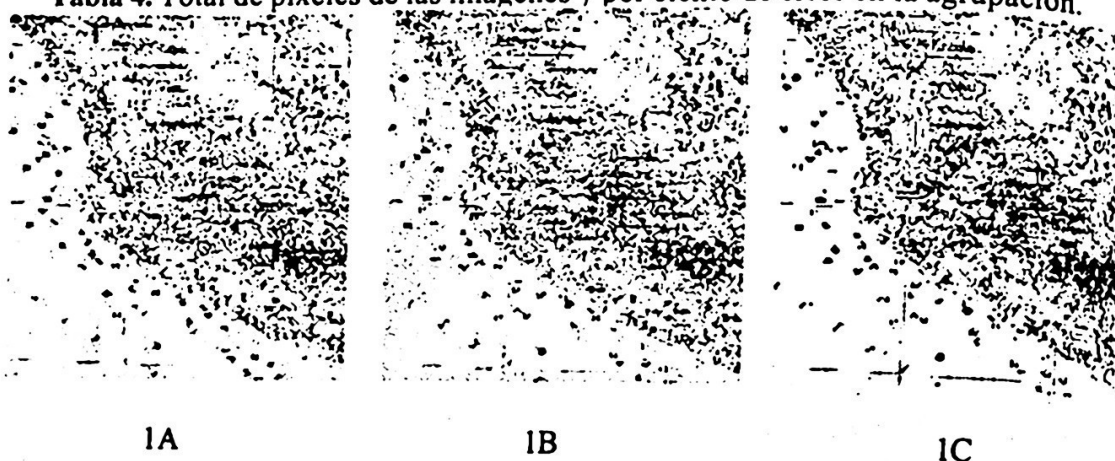


Figura 16. Imagen 1A, original. Imagen 1B, con los colores de la Paleta de Color Seguro (PCS). Imagen 1C, imagen mejorada selectivamente.

## 8 Análisis de los errores del método

El error en el mejoramiento se ha calculado sobre la base del número de pixeles con colores no agrupados, respecto al total de pixeles de la imagen, para los colores esenciales predefinidos en la operación. La Tabla 5, sobre esa base, muestra que el error para imagen mejorada es cero. El resultado visual obtenido con la imagen mejorada, no puede apreciarse aquí por lo pequeño de las imágenes y por la pérdida del color en la impresión. La evaluación general de los resultados del método puede apreciarse en [9].

## 9 Ventajas y desventajas del método de *mejoramiento selectivo condicional* propuesto

Las ventajas del método propuesto son las siguientes:

1. No se requiere el uso de costosos escáneres de tambor para la digitalización de los mapas impresos en semitonos digitalizados, excepto cuando el tamaño de la imagen lo exige.
2. No se requiere disponer de reproducciones impresas de mapas de gran calidad, ni con óptimas condiciones de conservación.
3. Se mantiene las conectividades de 4 y 8 vecinos en los contornos de los patrones gráficos puntuales, lineales y de caracteres.

No se requiere conocer a priori ninguna información relacionada con el contenido de los mapas, ni sobre la forma, tamaño o colores reales de los diversos patrones de todo tipo presentes en el mapa, salvo los que aparecen en la leyenda y que son previamente seleccionados por el usuario como esenciales.

No se hace crítica la frecuencia del muestreo con las características del contenido de los mapas, ni con el método de impresión en semitonos convencional utilizado.

Puede usarse en el mejoramiento de cualquier tipo de imagen digital, independientemente haya sido impresa en semitonos o captada con algún otro dispositivo digitalizador.

Por ser un método de agrupamiento de píxeles, puede ser utilizado en la segmentación de imágenes sobre la base del color.

No se requiere ningún mejoramiento previo de la imagen digitalizada, con los métodos clásicos "ciegos" creados para la limpieza del ruido uniforme e impulsivo.

Una vez seleccionados los adecuados colores esenciales, todo se resuelve en una sola corrida.

Por otro lado, las desventajas encontradas son las siguientes:

No es aplicable a imágenes digitalizadas con semitonos en niveles de gris.

Tiene lugar una cierta pérdida de información que surge con la primera agrupación que se hace hacia los colores de la Paleta de Color Seguro.

Por las características propias de la impresión en semitonos, la validez de los colores que se obtienen en la digitalización de algunos símbolos puntuales, lineales o caracteres alfanuméricos compuestos por trazos finos o estrechos, pierden algunos de los trazos al asociarse al color del fondo o al negro.

Puede haber cambios no decisivos en algunos de los matices de los píxeles originales.

## **0 Conclusiones**

El algoritmo de mejoramiento selectivo condicional de imágenes propuesto, ha constituido una necesidad para reconocer e interpretar más fiablemente la información existente en las imágenes en colores impresas en semitonos. Su propósito ha sido, mediante la aplicación de ocho reglas de transformación halladas heurísticamente, eliminar los 'artefactos' que se presentan al alterarse eventualmente algunos colores de los píxeles durante el proceso de digitalización de los puntos que componen los semitonos.

Las ventajas fundamentales que brinda son: permite la utilización de escáneres baratos convencionales para la digitalización; mantiene los contornos de los patrones gráficos presentes; no se requiere conocer ninguna información a priori sobre su contenido; no se requiere ningún tipo de preprocesamiento; por ser un método de agrupamiento de píxeles, puede ser utilizado en la segmentación de imágenes sobre la base del color, además de mejorarse selectivamente la imagen en una sola corrida. Si una vez mejorada la imagen sólo quedan píxeles con los colores seleccionados como esenciales, el error calculado sobre la

base del número de píxeles casuales que no pudieron transformarse respecto al total de píxeles de la imagen puede considerarse cero. El número de píxeles que quedan sin transformarse, en general, depende de los colores esenciales seleccionados por el usuario.

## Referencias

- [1] S. Levachkine, Digitalización automatizada de mapas raster, Revista Digital Universitaria, Vol. 1, No. 0, UNAM, marzo 2000, <http://www.revista.unam.mx/vol.0/art3/antece.html>
- [2] S. Levachkine, E. Polchkov, Integrated technique for automated digitization of raster maps, Revista Digital Universitaria, Vol. 1, No. 1, UNAM, julio 2000, (<http://www.revista.unam.mx/vol.1/art4/index.html>).
- [3] E. M. Felipe, M. E. Ramos, S. Levachkine, Problemas potenciales en la digitalización automática de los mapas cartográficos en colores, Congreso Internacional de Computación CIC '2000, 15-17 de noviembre de 2000, México D.F., p. 189-200.
- [4] S. Levachkine, A. Velázquez, V. Alexandrov M. Kharinov, Semantic Analysis and Recognition of Raster-Scanned Color Cartographic Images (<http://geo.cic.ipn.mx>).
- [5] E. M. Felipe, M. E. Ramos, Mejoramiento de imágenes de semitonos en colores digitalizadas, Memorias del VI Taller Iberoamericano en Reconocimiento de Patrones TIARP 2001, CIC-IPN, México D. F., p. 13-24.
- [6] <http://www.websitetips.com/color/colourchart.html> (Lynda Weinman pages)
- [7] HP PrecisionScan LTX. User's Manual.
- [8] Atlas NUTESA, Gráfica Internacional, S. A., ISBN 84-499-3077-4, España, 1979, 75 pág.
- [9] Informe Técnico del CIC (serie azul), Edgardo M. Felipe Riverón, Mario E. Ramos García, Mejoramiento Selectivo Condicional: una nueva estrategia para el mejoramiento de imágenes digitales en colores impresas en semitonos. ISBN 970-18-8365-9.