# Tractament del soroll en imatges digitals

Treball Final de Grau: Creació Gràfica

Joan Mora Peralta, 26/12/2020

**Índex**


1. Presentació .....5
2. Imatges.....5
    2.1. Imatges Originals.....5
    2.2. Imatges amb soroll afegit.....6
3. Algorismes .....7
    3.1. Average .....7
    3.2. Gaussian .....7
    3.3. Bilateral.....7
    3.4. Salt and Pepper Median .....8
    3.5. Conservative.....8
4. Obtenció de dades .....8
    4.1. Dades de les imatges originals.....9
    4.2. Dades de les imatges originals amb soroll .....9
    4.3. Dades de les imatges tractades.....11
        4.3.1. Mètode Average .....11
            4.3.1.1. Paràmetres .....11
            4.3.1.2. Resultats.....12
        4.3.2. Mètode Gaussian .....17
            4.3.2.1. Paràmetres .....17
            4.3.2.2. Resultats.....18
        4.3.3. Mètode Bilateral.....23
            4.3.3.1. Paràmetres: .....23
            4.3.3.2. Resultats.....24
        4.3.4. Mètode Salt and Pepper Median .....29
            4.3.4.1. Paràmetres .....29
            4.3.4.2. Resultats.....30
        4.3.5. Mètode Conservative .....35
            4.3.5.1. Paràmetres .....35
            4.3.5.2. Resultats.....35
5. Processament de dades.....40
    5.1. Efectivitat basada en diferències.....40
        5.1.1. Valoracions.....40
        5.1.2. Simplificació de les valoracions i resultats .....41
            5.1.2.1. Resultats generals .....42
            5.1.2.2. Resultats segons el soroll .....43
    5.2. Restauració basada en diferències .....44
        5.2.1. Valoracions.....45
        5.2.2. Simplificació de les valoracions i resultats .....46
            5.2.2.1. Resultats generals .....47
            5.2.2.2. Resultats segons el soroll .....48
    5.3. Conservació basada en característiques .....49
        5.3.1. Valoracions.....49
            5.3.1.1. Restaurar la quantificació malmesa durant l'addició de soroll.....49

5.3.1.2. Mantenir la gamma d'intensitats de la imatge original ....50
5.3.1.3. Restaurar els valors de saturació originals ....51
5.3.1.4. Recuperar els valors de llum originals ....52
5.3.1.5. Recuperar els valors de contrast originals ....53
5.3.1.6. Restaurar el nombre de colors originals ....54
5.3.1.7. Restaurar la intensitat més freqüent (moda) ....55
5.3.1.8. Restaurar els valors extrems originals ....56
5.3.1.9. Recuperar la forma de l'histograma ....57
5.3.1.10 Processar la imatge ràpidament ....58
5.3.2. Resum i ponderació de valoracions ....58
5.3.2.1. Resultats generals ....60
5.3.2.2. Resultats segons el soroll ....60
6. Creacions experimentals ....61
6.1. Generació de contorns ....62
6.2. Eliminació d'imperfeccions, allisat de textures ....62
6.3. Generació de *glitchs*, artefactes ....63
6.4. Il·luminació, aures ....63
6.5. Pintura ....64
6.6. Escombrat de color ....65
6.7. Aplicacions alternatives de reducció de soroll ....66
7. Hipòtesis ....67
8. Conclusions ....68
Bibliografia ....69

## 1. Presentació

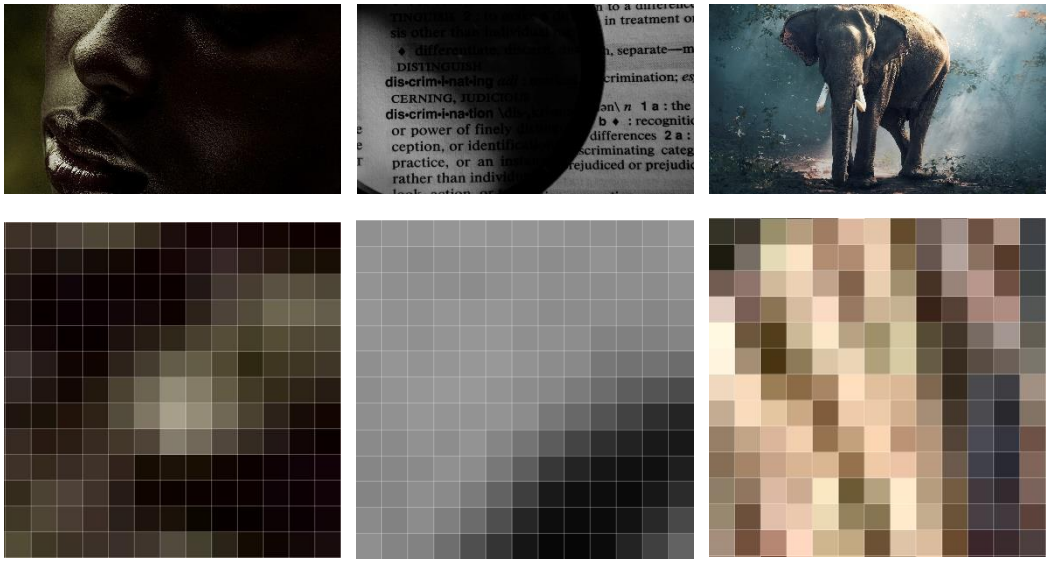
Aquest treball és un estudi en forma d'investigació quantitativa sobre com certs algorismes de reducció de soroll en imatges digitals processen la informació i en quin grau assoleixen els seus objectius tenint en compte diverses naturaleses del soroll. També inclourem en els anàlisis les comparacions d'histogrames, els temps de processat i altres característiques de les imatges que poden ser rellevants.

Les persones podem saber visualment si una imatge té soroll i on es localitza perquè disposem d'una gran experiència sensorial que ens permet detectar-lo, però les màquines no i necessiten que els introduïm instruccions directes sobre com discernir-lo, però sovint els algorismes són massa simples a tals efectes, la processen de forma bruta en tota la superfície de la imatge o directament apliquen difuminat per tal de dissimular-lo. Amb tot, sovint apareixen pèrdues qualitatives que també intentarem captar i explicar a través de certs anàlisis.

## 2. Imatges

### 2.1. Imatges Originals

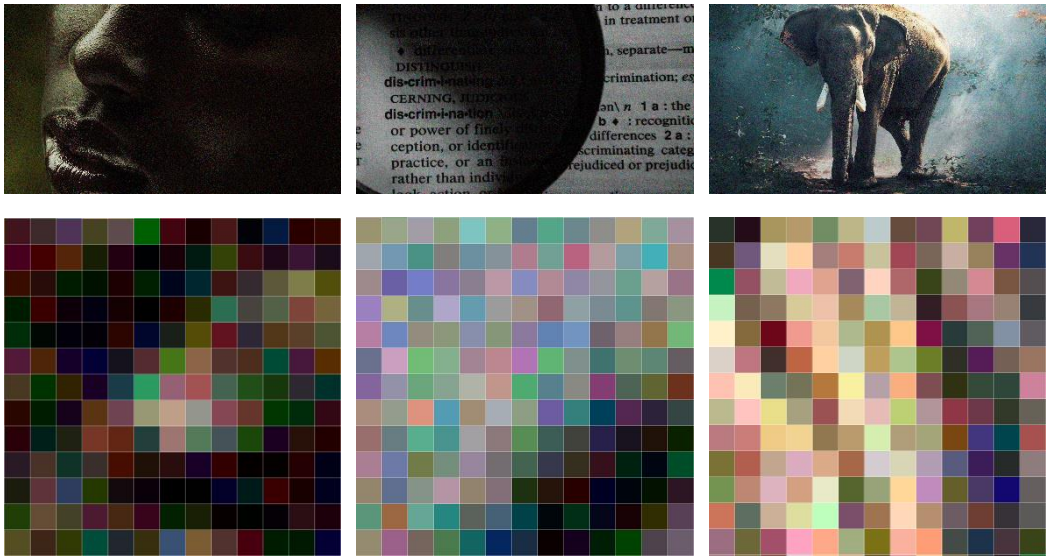
Aquestes són les imatges de partida, de les quals s'ha extret una petita mostra per tal de tenir una referència i poder apreciar els efectes que s'apliquen després de cada procés.



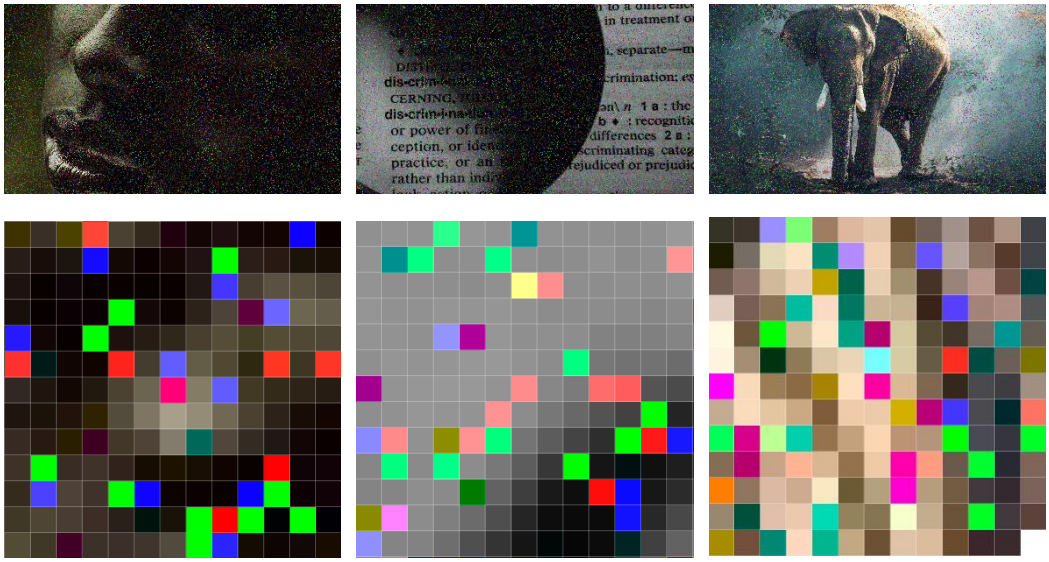
Imatge 1. D'esquerra a dreta: imatges 1, 2 i 3.

## 2.2. Imatges amb soroll afegit

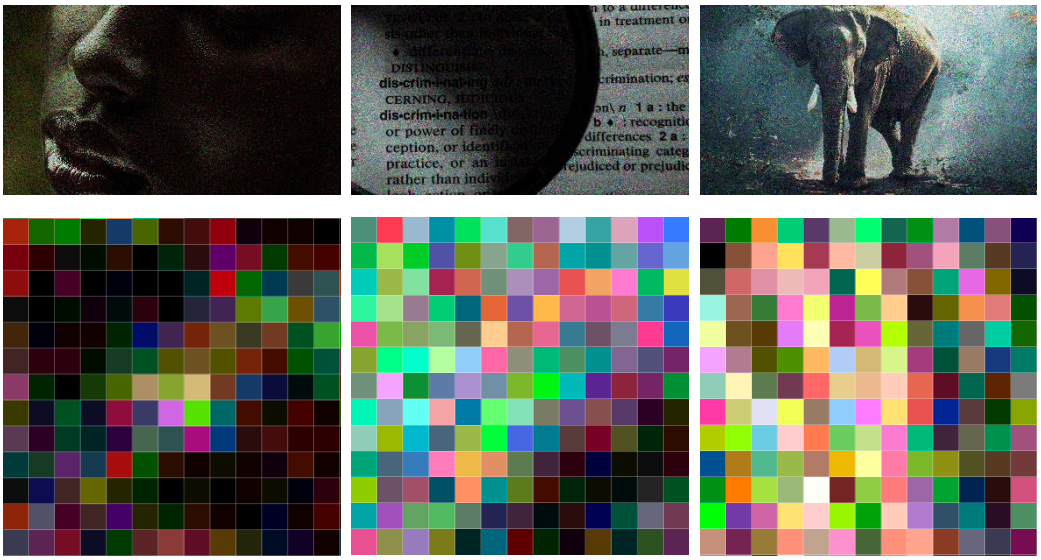
En el pròxim pas d'extracció de dades partirem de les 9 imatges següents, a les que s'ha aplicat en la mateixa mesura 3 tipus de soroll diferents: gaussià, impulsional i de captura, des de la pàgina web mass-images.pro.



Imatge 2. Soroll gaussià



Imatge 3. Soroll impulsional



Imatge 4. Soroll de captura

## 3. Algorismes

Els algorismes seleccionats per a aquest estudi han estat aquells que reflecteixen una manera singular d'entendre el soroll, evitant així algorismes compostos o massa complexos, ja que al final volem obtenir unes interpretacions menys ambigües i més centrades en un sol mecanisme.

### 3.1. Average

La màscara convoluciona tota la imatge calculant una mitjana aritmètica d'intensitats de color i aplicant el resultat al píxel central.

### 3.2. Gaussian

És un algorisme que es basa únicament en la distribució dels pesos dins la màscara seguint una forma gaussiana de dues dimensions. Aquests pesos podran variar depenent de la mida de la màscara i la desviació (sigma).

### 3.3. Bilateral

Aquest es un algorisme simple que detecta els contorns de forma bilateral, adoptant els pesos segons la variació lumínica entre píxels oposats respecte el central.

### 3.4. Salt and Pepper Median

Per cada píxel de la imatge, l'algorisme calcula la mediana del seu entorn i compara els valors obtinguts amb el píxel central. Si la diferència és gran, es substituirà el valor del píxel central per la mediana obtinguda. S'aplica un marge de tolerància com a variable i de ser aquest 0, l'algorisme operaria com un algorisme de mediana pur.

### 3.5. Conservative

Aquest algorisme corregeix la intensitat dels píxels només si aquesta supera les intensitats màximes i mínimes dels que l'envolten. En tal cas, el píxel s'ajusta a aquests límits.

## 4. Obtenció de dades

En aquest punt analitzarem totes les imatges amb i sense soroll, tant originals com processades, seguint sempre la mateixa metodologia i extraient les següents dades:

- Dades d'imatge
  - Mostra gràfica
    - imatge 1: {X = 624, Y = 128} fins a {X = 636 Y = 140}
    - imatge 2: {X = 199, Y = 794} fins a {X = 211, Y = 806}
    - imatge 3: {X = 1092, Y = 284} fins a {X = 1104, Y = 296}
  - Histograma de llum, vermell, verd, blau
    - Mitjana
    - Mediana
    - Contrast[1] (Desviació típica)
    - Moda
    - Mínim
    - Màxim
  - Saturació[1]
  - Nombre de colors únics

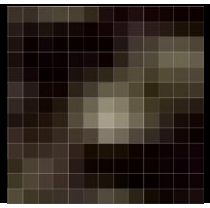
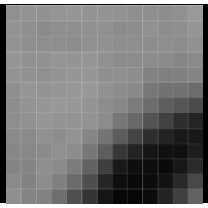
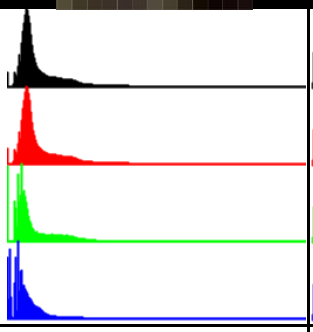
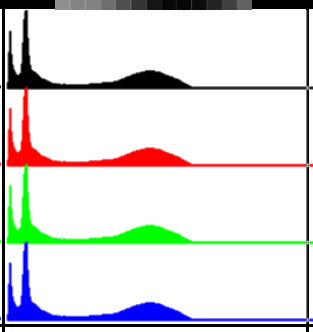
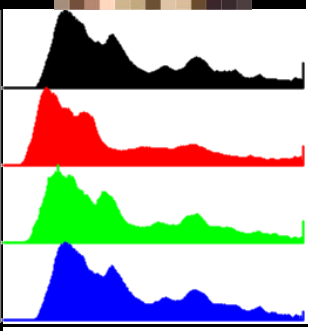
[1] No és una dada objectiva sinó una interpretació aproximada i subjectiva.

- Valors extrems en vermell, verd, blau.
    - Mínim
    - Màxim

- Dades de processament
    - Exemples màscares[2]
    - Temps de processat

- Dades relatives
    - Diferències totals d'intensitats entre imatges

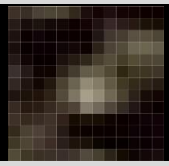
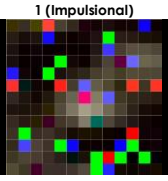
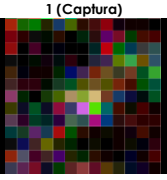
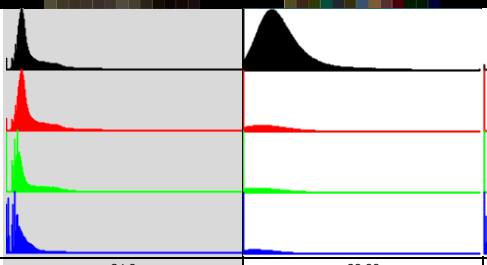
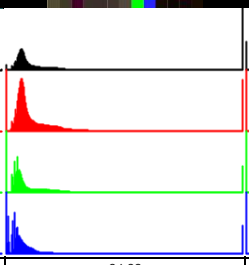
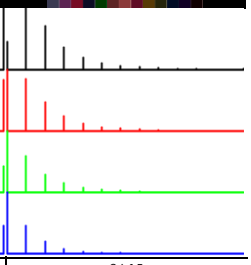
## 4.1. Dades de les imatges originals

| | 1 | | 2 | | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mostra gràfica** |  | |  | | | |
| **Histogrames** |  | |  | |  | |
| **Mitjana** | 26,3 | | 65,15 | | 98,38 | |
| | 31,82 | | 65,15 | | 91,77 | |
| | 27,18 | | 65,15 | | 100,04 | |
| | 19,88 | | 65,15 | | 103,33 | |
| **Mediana** | 16 | | 54 | | 80 | |
| | 20 | | 54 | | 70 | |
| | 15 | | 54 | | 83 | |
| | 12 | | 54 | | 88 | |
| **Contrast** | 30,53 | | 51,87 | | 57,34 | |
| **Moda** | 13 | | 16 | | 45 | |
| **Mínim** | 0 | | 0 | | 0 | |
| **Màxim** | 254 | | 174 | | 255 | |
| **Saturació** | 80% | | 51% | | 45% | |
| **Colors únics** | 35445 | | 174 | | 146061 | |
| **Extrems (clipping)** | 23565 | 361 | 5419 | 0 | 14 | 7000 |
| | 149501 | 265 | 5419 | 0 | 37 | 7200 |
| | 136560 | 0 | 5419 | 0 | 17 | 2851 |

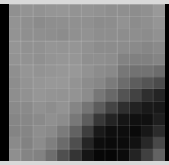
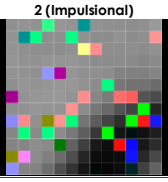
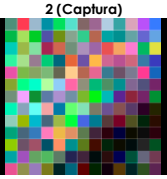
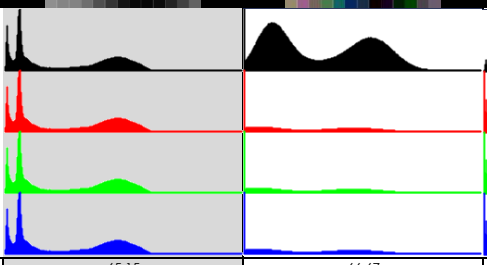
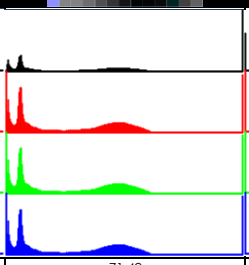
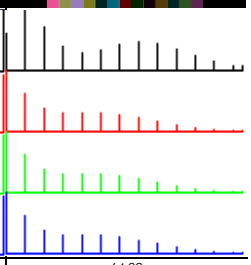
Imatge 5. Dades de les imatges originals.

## 4.2. Dades de les imatges originals amb soroll

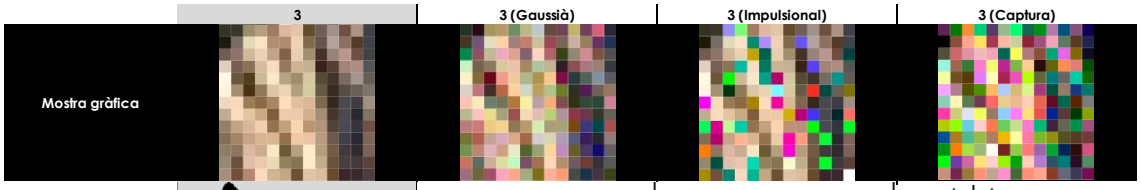
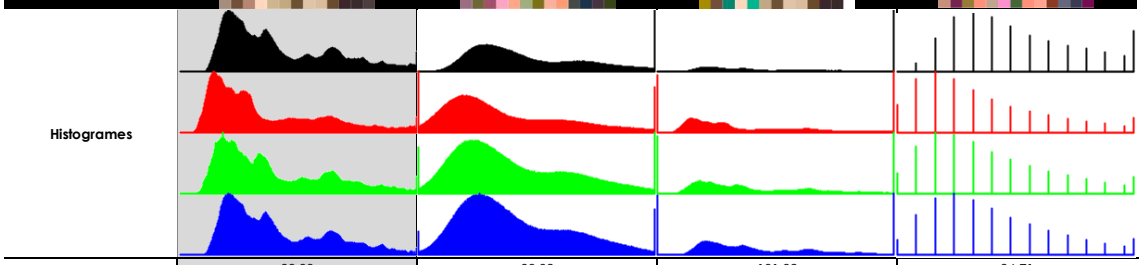
[2] Amb dades irreals

| | 1 | | 1 (Gaussià) | | 1 (Impulsional) | | 1 (Captura) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | |  | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 26,3 | | 28,88 | | 36,39 | | 26,15 | |
| | 31,82 | | 33,53 | | 41,42 | | 31,65 | |
| | 27,18 | | 29,81 | | 37,14 | | 27,04 | |
| | 19,88 | | 23,31 | | 30,61 | | 19,77 | |
| Mediana | 16 | | 20 | | 16 | | 20 | |
| | 20 | | 26 | | 20 | | 20 | |
| | 15 | | 21 | | 15 | | 20 | |
| | 12 | | 15 | | 12 | | 0 | |
| Contrast | 30,53 | | 33,63 | | 58,14 | | 37,82 | |
| Moda | 13 | | 14 | | 9 | | 7 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 80% | | 78% | | 82% | | 82% | |
| Colors únics | 35445 | | 501957 | | 53498 | | 2472 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 316971 | 565 | 124625 | 104234 | 708475 | 5306 |
| | 149501 | 265 | 434256 | 528 | 238605 | 103276 | 906363 | 4967 |
| | 136560 | 0 | 543474 | 212 | 226066 | 103398 | 1106911 | 2587 |

Imatge 6. Dades de la imatge 1 amb soroll.

| | 2 | | 2 (Gaussià) | | 2 (Impulsional) | | 2 (Captura) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | |  | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 65,15 | | 66,67 | | 71,42 | | 64,99 | |
| | 65,15 | | 66,65 | | 71,35 | | 64,96 | |
| | 65,15 | | 66,68 | | 71,42 | | 65 | |
| | 65,15 | | 66,69 | | 71,49 | | 65 | |
| Mediana | 54 | | 57 | | 54 | | 41 | |
| | 54 | | 57 | | 53 | | 41 | |
| | 54 | | 57 | | 54 | | 41 | |
| | 54 | | 57 | | 54 | | 41 | |
| Contrast | 51,87 | | 53,43 | | 66,34 | | 63,01 | |
| Moda | 16 | | 13 | | 15 | | 0 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 204 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 51% | | 52% | | 56% | | 61% | |
| Colors únics | 174 | | 858849 | | 3116 | | 2679 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 252302 | 0 | 108775 | 103300 | 532124 | 9996 |
| | 5419 | 0 | 251949 | 0 | 108252 | 103792 | 531948 | 10110 |
| | 5419 | 0 | 252054 | 0 | 108485 | 104830 | 532204 | 10132 |

Imatge 7. Dades de la imatge 2 amb soroll.

| | 3 | | 3 (Gaussià) | | 3 (Impulsional) | | 3 (Captura) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | | | |
| Histogrames |  | | | | | | | |
| Mitjana | 98,38 | | 98,32 | | 101,32 | | 96,71 | |
| | 91,77 | | 91,75 | | 95,4 | | 90,07 | |
| | 100,04 | | 99,95 | | 102,79 | | 98,29 | |
| | 103,33 | | 103,25 | | 105,77 | | 101,76 | |
| Mediana | 80 | | 83 | | 80 | | 82 | |
| | 70 | | 74 | | 70 | | 82 | |
| | 83 | | 85 | | 83 | | 82 | |
| | 88 | | 90 | | 88 | | 82 | |
| Contrast | 57,34 | | 60,29 | | 68,28 | | 68,2 | |
| Moda | 45 | | 51 | | 15 | | 0 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 46% | | 50% | | 51% | |
| Colors únics | 146061 | | 12239487 | | 186417 | | 2691 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 31117 | 23544 | 103554 | 110234 | 144730 | 77201 |
| | 37 | 7200 | 15139 | 19978 | 103427 | 110076 | 99130 | 82468 |
| | 17 | 2851 | 7047 | 13617 | 103409 | 106356 | 72548 | 77229 |

Imatge 8. Dades de la imatge 3 amb soroll.

## 4.3. Dades de les imatges tractades

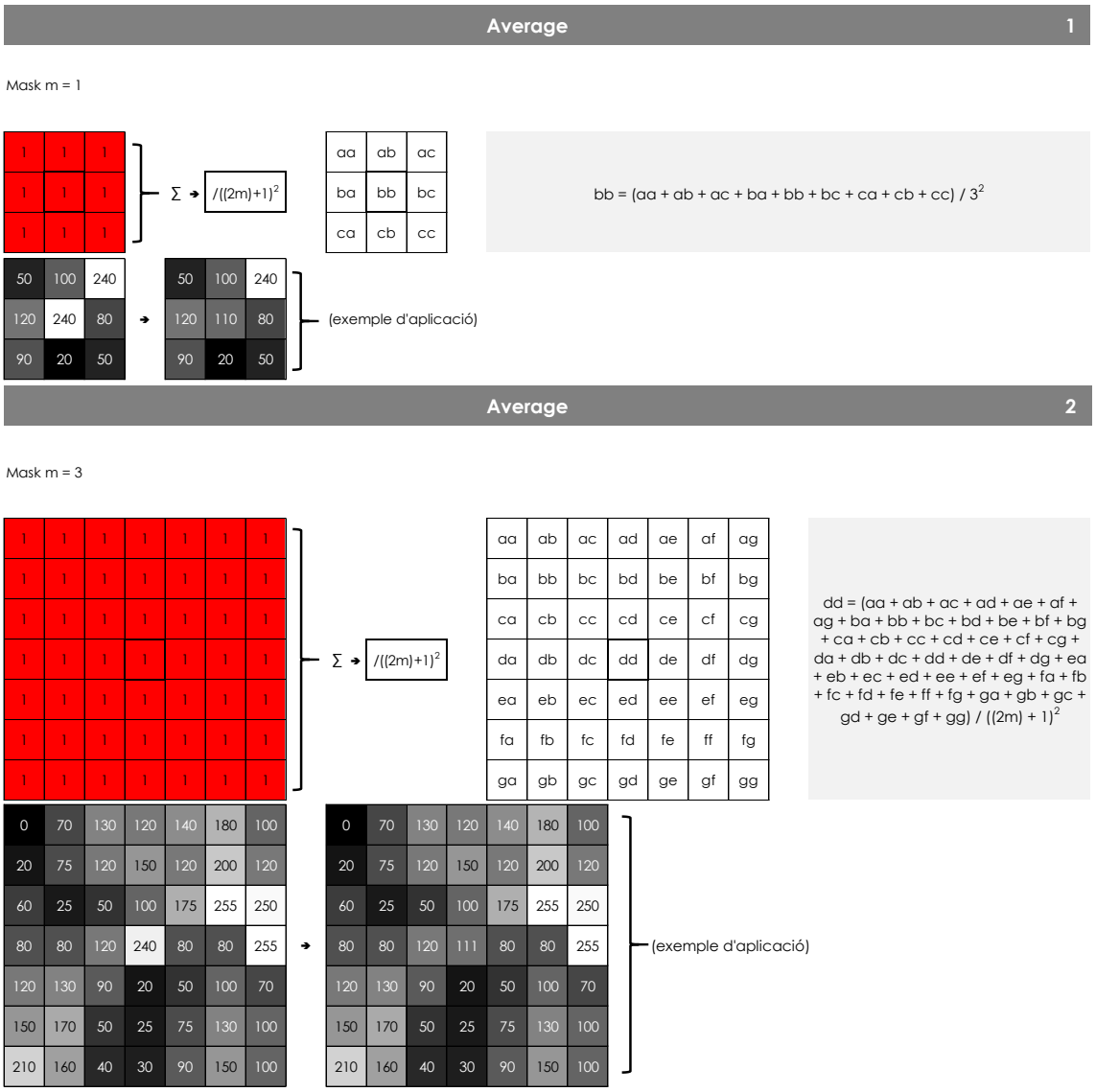
De la mateixa manera també recopilarem les dades que podem extreure dels processos.

### 4.3.1. Mètode Average

#### 4.3.1.1. Paràmetres

- Nivell1
  - Mask: 1
- Nivell 2
  - Mask: 3

Un exemple de la màscara aplicant els paràmetres amb els valors seleccionats pot ser el següent:




Imatge 9. Simulació de la mecànica de l'algorisme Average.

## 4.3.1.2. Resultats

| | 1 | | 1 (Gaussià) | | 1 (Gaussià) + Average 1 | | 1 (Gaussià) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 28,88 | | 28,44 | | 28,39 | |
| | 31,82 | | 33,53 | | 33,09 | | 33,04 | |
| | 27,18 | | 29,81 | | 29,36 | | 29,32 | |
| | 19,88 | | 23,31 | | 22,86 | | 22,82 | |
| Mediana | 16 | | 20 | | 19 | | 19 | |
| | 20 | | 26 | | 23 | | 22 | |
| | 15 | | 21 | | 19 | | 18 | |
| | 12 | | 15 | | 16 | | 15 | |
| Contrast | 30,53 | | 33,63 | | 28,34 | | 26,78 | |
| Moda | 13 | | 14 | | 15 | | 15 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 1 | | 4 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 245 | | 219 | |
| Saturació | 80% | | 78% | | 78% | | 78% | |
| Colors únics | 35445 | | 501957 | | 205398 | | 77853 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 316971 | 565 | 330 | 0 | 0 | 0 |
| | 149501 | 265 | 434256 | 528 | 763 | 0 | 2 | 0 |
| | 136560 | 0 | 543474 | 212 | 1601 | 0 | 2 | 0 |
| Temps | | | | | 1332 | | 4013 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 6% | |

Imatge 10. Dades de la imatge 1 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Average.

| | 1 | | 1 (Impulsional) | | 1 (Impulsuinal) + Average 1 | | 1 (Impulsional) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 36,39 | | 35,95 | | 35,9 | |
| | 31,82 | | 41,42 | | 40,97 | | 40,93 | |
| | 27,18 | | 37,14 | | 36,7 | | 36,65 | |
| | 19,88 | | 30,61 | | 30,17 | | 30,12 | |
| Mediana | 16 | | 16 | | 31 | | 28 | |
| | 20 | | 20 | | 36 | | 33 | |
| | 15 | | 15 | | 33 | | 28 | |
| | 12 | | 12 | | 22 | | 25 | |
| Contrast | 30,53 | | 58,14 | | 31,22 | | 26,16 | |
| Moda | 13 | | 9 | | 20 | | 24 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 249 | | 212 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 72% | | 72% | |
| Colors únics | 35445 | | 53498 | | 355473 | | 229717 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 124625 | 104234 | 6086 | 0 | 345 | 0 |
| | 149501 | 265 | 238605 | 103276 | 8484 | 0 | 366 | 0 |
| | 136560 | 0 | 226066 | 103398 | 8616 | 0 | 377 | 0 |
| Temps | | | | | 1503 | | 4394 | |
| Diferències | | | | | 9% | | 9% | |

Imatge 11. Dades de la imatge 1 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Average.

| | 1 | | 1 (Captura) | | 1 (Captura) + Average 1 | | 1 (Captura) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3<br>31,82<br>27,18<br>19,88 | | 26,15<br>31,65<br>27,04<br>19,77 | | 25,73<br>31,22<br>26,61<br>19,35 | | 25,66<br>31,66<br>26,55<br>19,28 | |
| Mediana | 16<br>20<br>15<br>12 | | 20<br>20<br>20<br>0 | | 15<br>20<br>15<br>11 | | 16<br>20<br>14<br>11 | |
| Contrast | 30,53 | | 37,82 | | 29,67 | | 27,77 | |
| Moda | 13 | | 7 | | 12 | | 12 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 235 | | 207 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 81% | | 80% | |
| Colors únics | 35445 | | 2472 | | 138722 | | 143582 | |
| Extrems (clipping) | 23565<br>149501<br>136560 | 361<br>265<br>0 | 708475<br>906363<br>1106911 | 5306<br>4967<br>2587 | 19350<br>42612<br>87009 | 0<br>0<br>0 | 5133<br>5977<br>6134 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 1415 | | 4200 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

Imatge 12. Dades de la imatge 1 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Average.

| | 2 | | 2 (Gaussià) | | 2 (Gaussià) + Average 1 | | 2 (Gaussià) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15<br>65,15<br>65,15<br>65,15 | | 66,67<br>66,65<br>66,68<br>66,69 | | 66,23<br>66,21<br>66,23<br>66,24 | | 66,18<br>66,16<br>66,19<br>66,2 | |
| Mediana | 54<br>54<br>54<br>54 | | 57<br>57<br>57<br>57 | | 54<br>54<br>54<br>54 | | 56<br>56<br>56<br>56 | |
| Contrast | 51,87 | | 53,43 | | 50,24 | | 49,18 | |
| Moda | 16 | | 13 | | 17 | | 17 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 1 | | 4 | |
| Màxim | 174 | | 204 | | 173 | | 162 | |
| Saturació | 51% | | 52% | | 50% | | 50% | |
| Colors únics | 174 | | 858849 | | 238995 | | 65556 | |
| Extrems (clipping) | 5419<br>5419<br>5419 | 0<br>0<br>0 | 252302<br>251949<br>252054 | 0<br>0<br>0 | 1151<br>1045<br>1115 | 0<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 1610 | | 4348 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 6% | |

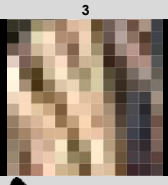
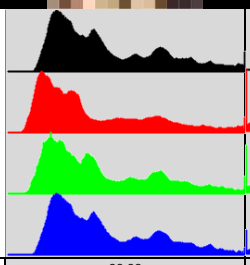
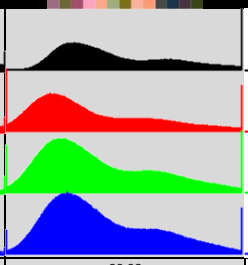
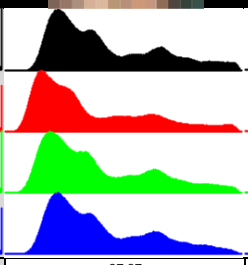
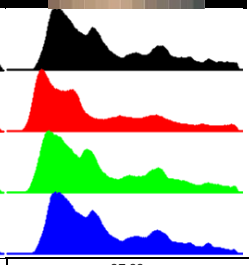
Imatge 13. Dades de la imatge 2 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Average.

| | 2 | | 2 (Impulsional) | | 2 (Impulsional) + Average 1 | | 2 (Impulsional) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 71,42 | | 70,98 | | 70,93 | |
| | 65,15 | | 71,35 | | 70,91 | | 70,86 | |
| | 65,15 | | 71,42 | | 70,98 | | 70,93 | |
| | 65,15 | | 71,49 | | 71,05 | | 71 | |
| Mediana | 54 | | 54 | | 68 | | 63 | |
| | 54 | | 53 | | 68 | | 63 | |
| | 54 | | 54 | | 68 | | 63 | |
| | 54 | | 54 | | 68 | | 63 | |
| Contrast | 51,87 | | 66,34 | | 48,95 | | 46,1 | |
| Moda | 16 | | 15 | | 22 | | 25 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 181 | | 164 | |
| Saturació | 51% | | 56% | | 47% | | 46% | |
| Colors únics | 174 | | 3116 | | 284805 | | 226212 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 108775 | 103300 | 8089 | 0 | 859 | 0 |
| | 5419 | 0 | 108252 | 103792 | 7921 | 0 | 855 | 0 |
| | 5419 | 0 | 108485 | 104830 | 7825 | 0 | 660 | 0 |
| Temps | | | | | 1527 | | 4349 | |
| Diferències | | | | | 8% | | 8% | |

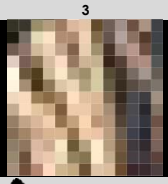
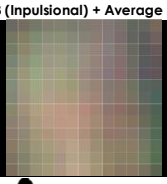
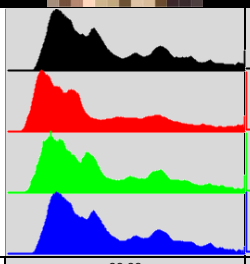
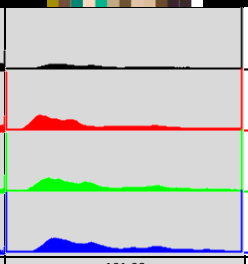
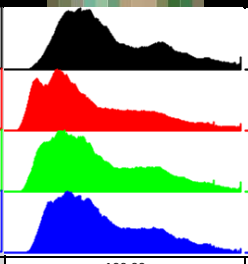
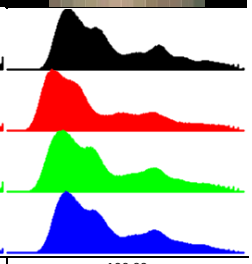
Imatge 14. Dades de la imatge 2 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Average.

| | 2 | | 2 (Captura) | | 2 (Captura) + Average 1 | | 2 (Captura) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 64,99 | | 64,56 | | 64,5 | |
| | 65,15 | | 64,96 | | 64,54 | | 64,48 | |
| | 65,15 | | 65 | | 64,58 | | 64,51 | |
| | 65,15 | | 65 | | 64,58 | | 64,51 | |
| Mediana | 54 | | 41 | | 52 | | 55 | |
| | 54 | | 41 | | 52 | | 55 | |
| | 54 | | 41 | | 52 | | 55 | |
| | 54 | | 41 | | 52 | | 55 | |
| Contrast | 51,87 | | 63,01 | | 52,78 | | 50,84 | |
| Moda | 16 | | 0 | | 1 | | 14 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 199 | | 167 | |
| Saturació | 51% | | 61% | | 53% | | 51% | |
| Colors únics | 174 | | 2679 | | 287957 | | 199302 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 532124 | 9996 | 73558 | 0 | 25493 | 0 |
| | 5419 | 0 | 531948 | 10110 | 73146 | 0 | 24387 | 0 |
| | 5419 | 0 | 532204 | 10132 | 73921 | 0 | 26213 | 0 |
| Temps | | | | | 1406 | | 4282 | |
| Diferències | | | | | 9% | | 10% | |

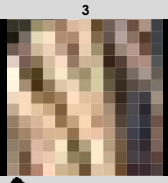
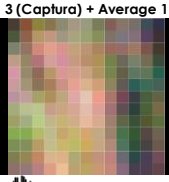
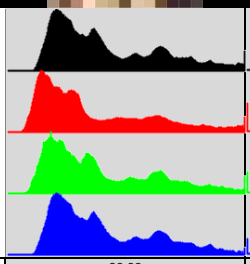
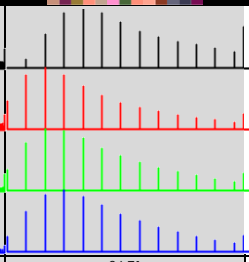
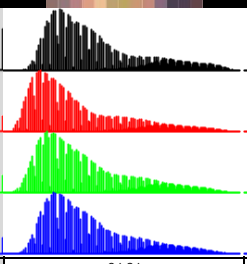
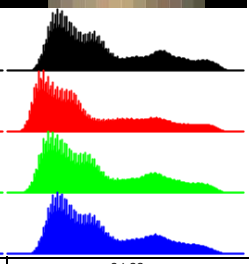
Imatge 15. Dades de la imatge 2 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Average.

| | 3 | | 3 (Gaussià) | | 3 (Gaussià) + Average 1 | | 3 (Gaussià) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | | | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38 | | 98,32 | | 97,87 | | 97,83 | |
| | 91,77 | | 91,75 | | 91,31 | | 91,26 | |
| | 100,04 | | 99,95 | | 99,5 | | 99,46 | |
| | 103,33 | | 103,25 | | 102,81 | | 102,76 | |
| Mediana | 80 | | 83 | | 80 | | 80 | |
| | 70 | | 74 | | 70 | | 70 | |
| | 83 | | 85 | | 83 | | 83 | |
| | 88 | | 90 | | 88 | | 88 | |
| Contrast | 57,34 | | 60,29 | | 56,47 | | 55,44 | |
| Moda | 45 | | 51 | | 46 | | 45 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 11 | | 19 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 253 | | 250 | |
| Saturació | 45% | | 46% | | 44% | | 44% | |
| Colors únics | 146061 | | 12239487 | | 506517 | | 246867 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 31117 | 23544 | 0 | 31 | 0 | 0 |
| | 37 | 7200 | 15139 | 19978 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 17 | 2851 | 7047 | 13617 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| Temps | | | | | 1451 | | 4109 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

Imatge 16. Dades de la imatge 3 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Average.

| | 3 | | 3 (Impulsional) | | 3 (Impulsional) + Average 1 | | 3 (Inpulsional) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38 | | 101,32 | | 100,88 | | 100,83 | |
| | 91,77 | | 95,4 | | 94,96 | | 94,91 | |
| | 100,04 | | 102,79 | | 102,34 | | 102,3 | |
| | 103,33 | | 105,77 | | 105,33 | | 105,28 | |
| Mediana | 80 | | 80 | | 87 | | 85 | |
| | 70 | | 70 | | 78 | | 76 | |
| | 83 | | 83 | | 88 | | 87 | |
| | 88 | | 88 | | 93 | | 92 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,28 | | 52,96 | | 50,58 | |
| Moda | 45 | | 15 | | 56 | | 54 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 17 | | 22 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 50% | | 40% | | 39% | |
| Colors únics | 146061 | | 186417 | | 793852 | | 438942 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 103554 | 110234 | 0 | 2755 | 0 | 371 |
| | 37 | 7200 | 103427 | 110076 | 0 | 3108 | 0 | 282 |
| | 17 | 2851 | 103409 | 106356 | 0 | 1446 | 0 | 147 |
| Temps | | | | | 1419 | | 4092 | |
| Diferències | | | | | 8% | | 8% | |

Imatge 17. Dades de la imatge 3 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Average.

| | 3 | | 3 (Captura) | | 3 (Captura) + Average 1 | | 3 (Captura) + Average 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | |  | | | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38 | | 96,71 | | 96,26 | | 96,22 | |
| | 91,77 | | 90,07 | | 89,63 | | 89,58 | |
| | 100,04 | | 98,29 | | 97,85 | | 97,8 | |
| | 103,33 | | 101,76 | | 101,31 | | 101,27 | |
| Mediana | 80 | | 82 | | 81 | | 80 | |
| | 70 | | 82 | | 70 | | 70 | |
| | 83 | | 82 | | 81 | | 83 | |
| | 88 | | 82 | | 88 | | 87 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,2 | | 55,02 | | 52,89 | |
| Moda | 45 | | 0 | | 46 | | 45 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 8 | | 16 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 249 | | 239 | |
| Saturació | 45% | | 51% | | 44% | | 43% | |
| Colors únics | 146061 | | 2691 | | 560917 | | 443569 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 144730 | 77201 | 1 | 29 | 0 | 0 |
| | 37 | 7200 | 99130 | 82468 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 17 | 2851 | 72548 | 77229 | 0 | 21 | 0 | 0 |
| Temps | | | | | 1451 | | 4118 | |
| Diferències | | | | | 12% | | 13% | |

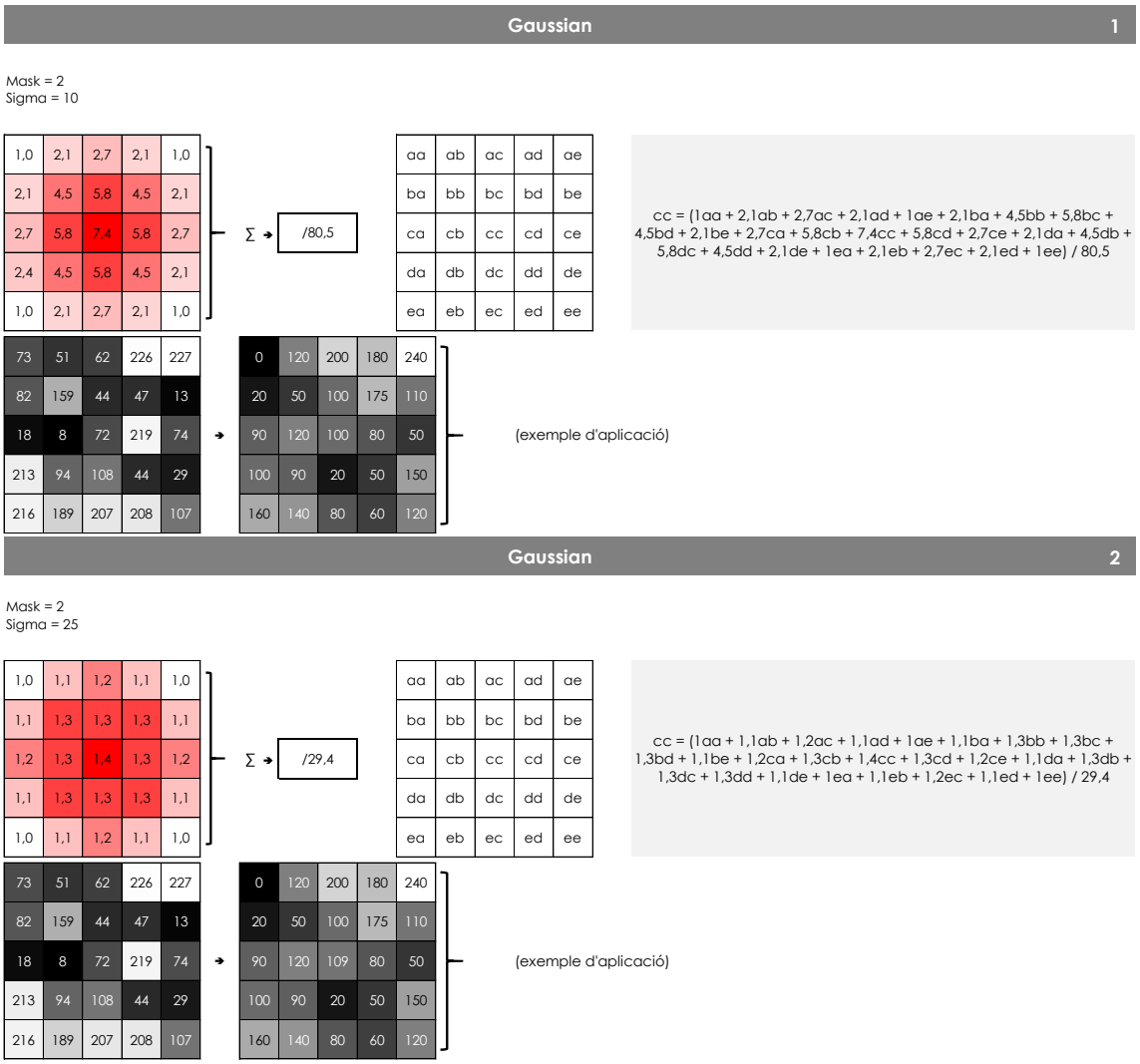
Imatge 18. Dades de la imatge 3 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Average.

### 4.3.2. Mètode Gaussian

#### 4.3.2.1. Paràmetres

- Nivell1
  - Mask: 2
  - Sigma: 10
- Nivell 2
  - Mask: 2
  - Sigma: 25

Un exemple de la màscara aplicant els paràmetres amb els valors seleccionats pot ser el següent:




Imatge 19. Simulació de la mecànica de l'algorisme Gaussian.

## 4.3.2.2. Resultats

| | 1 | | 1 (Gaussià) | | 1 (Gaussià) + Gaussian 1 | | 1 (Gaussià) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 28,88 | | 28,23 | | 28,33 | |
| | 31,82 | | 33,53 | | 33,03 | | 33,03 | |
| | 27,18 | | 29,81 | | 29,07 | | 29,22 | |
| | 19,88 | | 23,31 | | 22,58 | | 22,73 | |
| Mediana | 16 | | 20 | | 19 | | 19 | |
| | 20 | | 26 | | 22 | | 22 | |
| | 15 | | 21 | | 18 | | 18 | |
| | 12 | | 15 | | 15 | | 16 | |
| Contrast | 30,53 | | 33,63 | | 27,29 | | 27,58 | |
| Moda | 13 | | 14 | | 15 | | 15 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 3 | | 3 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 233 | | 230 | |
| Saturació | 80% | | 78% | | 78% | | 78% | |
| Colors únics | 35445 | | 501957 | | 135842 | | 116475 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 316971 | 565 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| | 149501 | 265 | 434256 | 528 | 2 | 0 | 3 | 0 |
| | 136560 | 0 | 543474 | 212 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| Temps | | | | | 995 | | 930 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 6% | |

Imatge 20. Dades de la imatge 1 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 1 | | 1 (Impulsional) | | 1 (Impulsuinal) + Gaussian 1 | | 1 (Impulsional) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 36,39 | | 35,83 | | 35,71 | |
| | 31,82 | | 41,42 | | 40,92 | | 40,92 | |
| | 27,18 | | 37,14 | | 36,54 | | 36,37 | |
| | 19,88 | | 30,61 | | 30,01 | | 29,83 | |
| Mediana | 16 | | 16 | | 29 | | 29 | |
| | 20 | | 20 | | 33 | | 34 | |
| | 15 | | 15 | | 29 | | 29 | |
| | 12 | | 12 | | 24 | | 24 | |
| Contrast | 30,53 | | 58,14 | | 28,26 | | 27,51 | |
| Moda | 13 | | 9 | | 22 | | 23 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 224 | | 221 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 72% | | 72% | |
| Colors únics | 35445 | | 53498 | | 405401 | | 343223 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 124625 | 104234 | 2153 | 0 | 1078 | 0 |
| | 149501 | 265 | 238605 | 103276 | 2685 | 0 | 2080 | 0 |
| | 136560 | 0 | 226066 | 103398 | 2434 | 0 | 1945 | 0 |
| Temps | | | | | 955 | | 923 | |
| Diferències | | | | | 9% | | 9% | |

Imatge 21. Dades de la imatge 1 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 1 | | 1 (Captura) | | 1 (Captura) + Gaussian 1 | | 1 (Captura) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3<br>31,82<br>27,18<br>19,88 | | 26,15<br>31,65<br>27,04<br>19,77 | | 25,64<br>31,16<br>26,51<br>19,25 | | 25,62<br>31,15<br>26,47<br>19,23 | |
| Mediana | 16<br>20<br>15<br>12 | | 20<br>20<br>20<br>0 | | 16<br>20<br>15<br>11 | | 16<br>20<br>15<br>11 | |
| Contrast | 30,53 | | 37,82 | | 28,68 | | 28,62 | |
| Moda | 13 | | 7 | | 11 | | 11 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 222 | | 217 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 80% | | 80% | |
| Colors únics | 35445 | | 2472 | | 223901 | | 198342 | |
| Extrems (clipping) | 23565<br>149501<br>136560 | 361<br>265<br>0 | 708475<br>906363<br>1106911 | 5306<br>4967<br>2587 | 9500<br>13321<br>19546 | 0<br>0<br>0 | 8883<br>12160<br>17318 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 942 | | 962 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

Imatge 22. Dades de la imatge 1 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 2 | | 2 (Gaussià) | | 2 (Gaussià) + Gaussian 1 | | 2 (Gaussià) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15<br>65,15<br>65,15<br>65,15 | | 66,67<br>66,65<br>66,68<br>66,69 | | 66,11<br>66,15<br>66,08<br>66,09 | | 65,99<br>66,15<br>65,9<br>65,91 | |
| Mediana | 54<br>54<br>54<br>54 | | 57<br>57<br>57<br>57 | | 54<br>54<br>54<br>54 | | 54<br>54<br>54<br>54 | |
| Contrast | 51,87 | | 53,43 | | 49,88 | | 49,68 | |
| Moda | 16 | | 13 | | 17 | | 17 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 3 | | 3 | |
| Màxim | 174 | | 204 | | 167 | | 165 | |
| Saturació | 51% | | 52% | | 50% | | 50% | |
| Colors únics | 174 | | 858849 | | 138947 | | 112983 | |
| Extrems (clipping) | 5419<br>5419<br>5419 | 0<br>0<br>0 | 252302<br>251949<br>252054 | 0<br>0<br>0 | 8<br>3<br>6 | 0<br>0<br>0 | 4<br>3<br>2 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 927 | | 969 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 6% | |

Imatge 23. Dades de la imatge 2 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 2 | | 2 (Impulsional) | | 2 (Impulsional) + Gaussian 1 | | 2 (Inpulsional) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 71,42 | | 70,85 | | 70,72 | |
| | 65,15 | | 71,35 | | 70,85 | | 70,85 | |
| | 65,15 | | 71,42 | | 70,82 | | 70,62 | |
| | 65,15 | | 71,49 | | 70,89 | | 70,69 | |
| Mediana | 54 | | 54 | | 64 | | 63 | |
| | 54 | | 53 | | 64 | | 63 | |
| | 54 | | 54 | | 64 | | 63 | |
| | 54 | | 54 | | 64 | | 63 | |
| Contrast | 51,87 | | 66,34 | | 47,41 | | 46,99 | |
| Moda | 16 | | 15 | | 24 | | 25 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 172 | | 170 | |
| Saturació | 51% | | 56% | | 47% | | 47% | |
| Colors únics | 174 | | 3116 | | 485108 | | 371660 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 108775 | 103300 | 3995 | 0 | 3643 | 0 |
| | 5419 | 0 | 108252 | 103792 | 5699 | 0 | 6370 | 0 |
| | 5419 | 0 | 108485 | 104830 | 5276 | 0 | 5847 | 0 |
| Temps | | | | | 930 | | 928 | |
| Diferències | | | | | 8% | | 8% | |

Imatge 24. Dades de la imatge 2 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 2 | | 2 (Captura) | | 2 (Captura) + Gaussian 1 | | 2 (Captura) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 64,99 | | 64,46 | | 64,38 | |
| | 65,15 | | 64,96 | | 64,47 | | 64,46 | |
| | 65,15 | | 65 | | 64,45 | | 64,34 | |
| | 65,15 | | 65 | | 64,45 | | 6,34 | |
| Mediana | 54 | | 41 | | 53 | | 54 | |
| | 54 | | 41 | | 53 | | 54 | |
| | 54 | | 41 | | 53 | | 54 | |
| | 54 | | 41 | | 53 | | 54 | |
| Contrast | 51,87 | | 63,01 | | 51,84 | | 51,48 | |
| Moda | 16 | | 0 | | 14 | | 14 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 179 | | 175 | |
| Saturació | 51% | | 61% | | 52% | | 52% | |
| Colors únics | 174 | | 2679 | | 385960 | | 323586 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 532124 | 9996 | 42823 | 0 | 46330 | 0 |
| | 5419 | 0 | 531948 | 10110 | 42018 | 0 | 45187 | 0 |
| | 5419 | 0 | 532204 | 10132 | 43444 | 0 | 46692 | 0 |
| Temps | | | | | 958 | | 938 | |
| Diferències | | | | | 9% | | 10% | |

Imatge 25. Dades de la imatge 2 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 3 | | 3 (Gaussià) | | 3 (Gaussià) + Gaussian 1 | | 3 (Gaussià) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 98,38<br>91,77<br>100,04<br>103,33 | | 98,32<br>91,75<br>99,95<br>103,25 | | 97,75<br>91,25<br>99,34<br>102,64 | | 97,61<br>91,25<br>99,13<br>102,44 | |
| Mediana | 80<br>70<br>83<br>88 | | 83<br>74<br>85<br>90 | | 80<br>70<br>83<br>87 | | 80<br>70<br>83<br>87 | |
| Contrast | 57,34 | | 60,29 | | 55,99 | | 55,81 | |
| Moda | 45 | | 51 | | 45 | | 44 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 16 | | 17 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 251 | | 251 | |
| Saturació | 45% | | 46% | | 44% | | 44% | |
| Colors únics | 146061 | | 12239487 | | 364574 | | 325538 | |
| Extrems (clipping) | 14<br>37<br>17 | 7000<br>7200<br>2851 | 31117<br>15139<br>7047 | 23544<br>19978<br>13617 | 0<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 911 | | 959 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

Imatge 26. Dades de la imatge 3 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 3 | | 3 (Impulsional) | | 3 (Impulsional) + Gaussian 1 | | 3 (Inpulsional) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 98,38<br>91,77<br>100,04<br>103,33 | | 101,32<br>95,4<br>102,79<br>105,77 | | 100,75<br>94,9<br>102,18<br>105,17 | | 100,62<br>94,9<br>101,99<br>104,97 | |
| Mediana | 80<br>70<br>83<br>88 | | 80<br>70<br>83<br>88 | | 86<br>77<br>87<br>92 | | 85<br>77<br>87<br>91 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,28 | | 51,61 | | 51,24 | |
| Moda | 45 | | 15 | | 59 | | 57 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 20 | | 20 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 254 | | 254 | |
| Saturació | 45% | | 50% | | 40% | | 40% | |
| Colors únics | 146061 | | 186417 | | 685876 | | 605092 | |
| Extrems (clipping) | 14<br>37<br>17 | 7000<br>7200<br>2851 | 103554<br>103427<br>103409 | 110234<br>110076<br>106356 | 0<br>0<br>0 | 1187<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 | 69<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 990 | | 1003 | |
| Diferències | | | | | 8% | | 8% | |

Imatge 27. Dades de la imatge 3 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Gaussian.

| | 3 | | 3 (Captura) | | 3 (Captura) + Gaussian 1 | | 3 (Captura) + Gaussian 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 98,38 | | 96,71 | | 96,15 | | 96,05 | |
| | 91,77 | | 90,07 | | 89,57 | | 89,57 | |
| | 100,04 | | 98,29 | | 97,71 | | 97,57 | |
| | 103,33 | | 101,76 | | 101,17 | | 101,02 | |
| Mediana | 80 | | 82 | | 80 | | 80 | |
| | 70 | | 82 | | 70 | | 70 | |
| | 83 | | 82 | | 82 | | 82 | |
| | 88 | | 82 | | 87 | | 87 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,2 | | 53,83 | | 53,46 | |
| Moda | 45 | | 0 | | 45 | | 44 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 13 | | 14 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 242 | | 242 | |
| Saturació | 45% | | 51% | | 43% | | 43% | |
| Colors únics | 146061 | | 2691 | | 674884 | | 601872 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 144730 | 77201 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 37 | 7200 | 99130 | 82468 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 17 | 2851 | 72548 | 77229 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Temps | | | | | 929 | | 965 | |
| Diferències | | | | | 12% | | 13% | |

Imatge 28. Dades de la imatge 3 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Gaussian.

### 4.3.3. Mètode Bilateral

#### 4.3.3.1. Paràmetres:

- Nivell1
  - Mask: 2
  - Threshold: 900
  - Colors: 0
- Nivell 2
  - Mask: 3
  - Sigma: 400
  - Colors: 0

Un exemple de la màscara aplicant els paràmetres amb els valors seleccionats pot ser el següent:

**Bilateral** 1

Mask = 2
Threshold = 900
Colors = 0

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 33 | 165 | 59 | 120 | 229 |
| 185 | 33 | 63 | 145 | 2 |
| 22 | 121 | 74 | 33 | 19 |
| 94 | 63 | 42 | 201 | 2 |
| 132 | 72 | 37 | 40 | 81 |

Diferencials oposats

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 48 | 125 | 22 | 48 | 97 |
| 183 | 168 | 21 | 82 | 92 |
| 3 | 88 | 0 | 88 | 3 |
| 92 | 82 | 21 | 168 | 183 |
| 97 | 48 | 22 | 125 | 48 |

Semblança ‰

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 812 | 510 | 914 | 812 | 620 |
| 282 | 341 | 918 | 678 | 639 |
| 988 | 655 | 1000 | 655 | 988 |
| 639 | 678 | 918 | 341 | 282 |
| 620 | 812 | 914 | 510 | 812 |

Filtre Threshold

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 914 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 918 | 0 | 0 |
| 988 | 0 | 1000 | 0 | 988 |
| 0 | 0 | 918 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 914 | 0 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| aa | ab | ac | ad | ae |
| ba | bb | bc | bd | be |
| ca | cb | cc | cd | ce |
| da | db | dc | dd | de |
| ea | eb | ec | ed | ee |

→

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 914* ac | | |
| | | 918* bc | | |
| 988* ca | | 1000 *cc | | 988* ce |
| | | 918* dc | | |
| | | 914* ec | | |

/ 6640

**Bilateral** 2

Mask = 3
Threshold = 400
Colors = 0

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 59 | 107 | 186 | 148 | 44 | 205 |
| 229 | 60 | 223 | 146 | 224 | 215 | 219 |
| 167 | 141 | 103 | 37 | 21 | 56 | 227 |
| 137 | 195 | 82 | 202 | 185 | 102 | 26 |
| 200 | 109 | 252 | 50 | 248 | 23 | 18 |
| 246 | 106 | 71 | 206 | 95 | 199 | 189 |
| 49 | 59 | 82 | 86 | 90 | 150 | 79 |

Diferencials oposats

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 63 | 91 | 17 | 100 | 66 | 15 | 156 |
| 40 | 139 | 128 | 60 | 153 | 109 | 27 |
| 149 | 118 | 145 | 13 | 231 | 53 | 27 |
| 111 | 93 | 103 | 0 | 103 | 93 | 111 |
| 27 | 53 | 231 | 13 | 145 | 118 | 149 |
| 27 | 109 | 153 | 60 | 128 | 139 | 40 |
| 156 | 15 | 66 | 100 | 17 | 91 | 63 |

Semblança ‰

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 753 | 643 | 933 | 608 | 741 | 941 | 388 |
| 843 | 455 | 498 | 765 | 400 | 573 | 894 |
| 416 | 537 | 431 | 949 | 94 | 792 | 894 |
| 565 | 635 | 596 | 1000 | 596 | 635 | 565 |
| 894 | 792 | 94 | 949 | 431 | 537 | 416 |
| 894 | 573 | 400 | 765 | 498 | 455 | 843 |
| 388 | 941 | 741 | 608 | 933 | 643 | 753 |

Filtre Threshold

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 753 | 643 | 933 | 608 | 741 | 941 | 0 |
| 843 | 455 | 498 | 765 | 400 | 573 | 894 |
| 416 | 537 | 431 | 949 | 0 | 792 | 894 |
| 565 | 635 | 596 | 1000 | 596 | 635 | 565 |
| 894 | 792 | 0 | 949 | 431 | 537 | 416 |
| 894 | 573 | 400 | 765 | 498 | 455 | 843 |
| 0 | 941 | 741 | 608 | 933 | 643 | 753 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| aa | ab | ac | ad | ae | af | ag |
| ba | bb | bc | bd | be | bf | bg |
| ca | cb | cc | cd | ce | cf | cg |
| da | db | dc | dd | de | df | dg |
| ea | eb | ec | ed | ee | ef | eg |
| fa | fb | fc | fd | fe | ff | fg |
| ga | gb | gc | gd | ge | gf | gg |

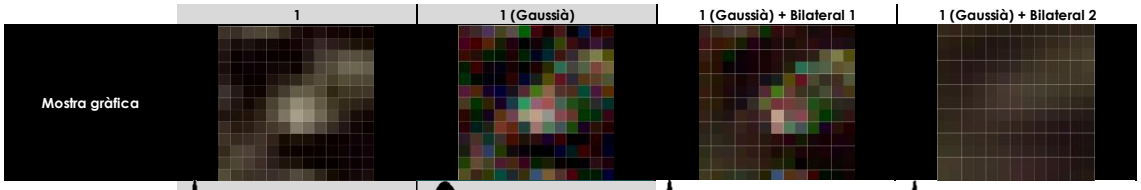
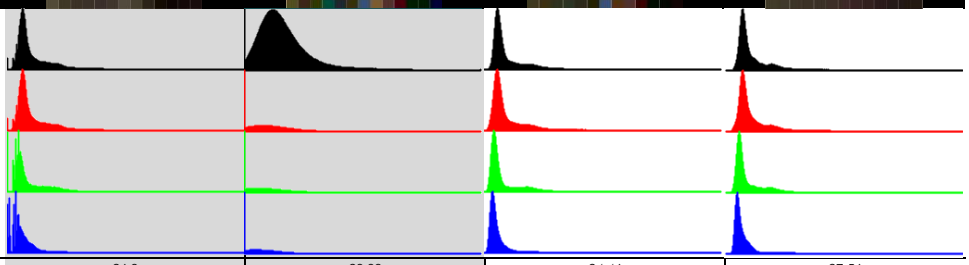
→

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 753* aa | 643* ab | 933* ac | 608* ad | 741* ae | 941* af | |
| 843* ba | 455* bb | 498* bc | 765* bd | 400* be | 573* bf | 894* bg |
| 416* ca | 537* cb | 431* cc | 949* cd | | 792* cf | 894* cg |
| 565* da | 635* db | 596* dc | 1000 *dd | 596* de | 635* df | 565* dg |
| 894* ea | 792* eb | | 949* ed | 431* ee | 537* ef | 416* eg |
| 894*f a | 573*f b | 400*f c | 765*f d | 498*f e | 455*f f | 843*f g |
| | 941* gb | 741* gc | 608* gd | 933* ge | 643* gf | 753* gg |

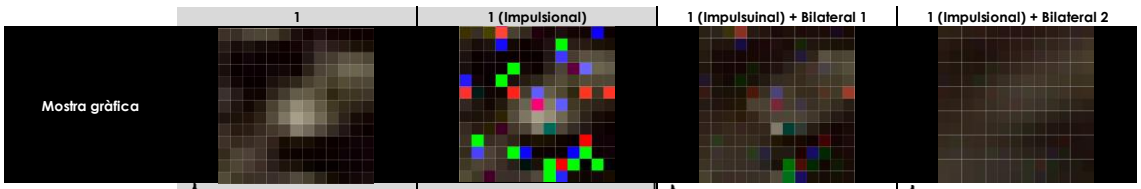
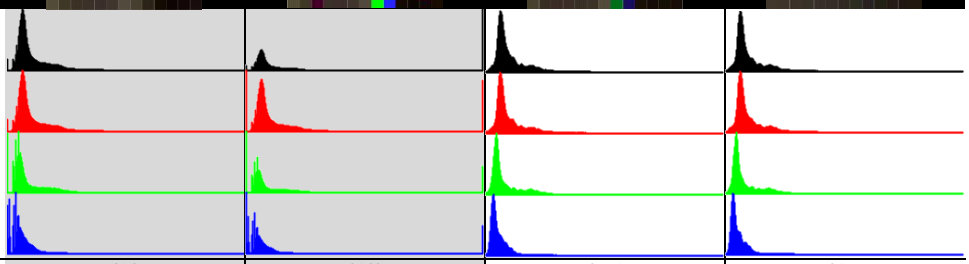
/ 15430

Imatge 29. Simulació de la mecànica de l'algorisme Bilateral.

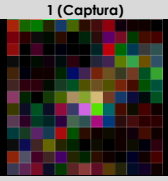
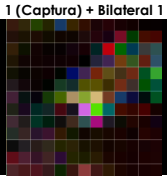
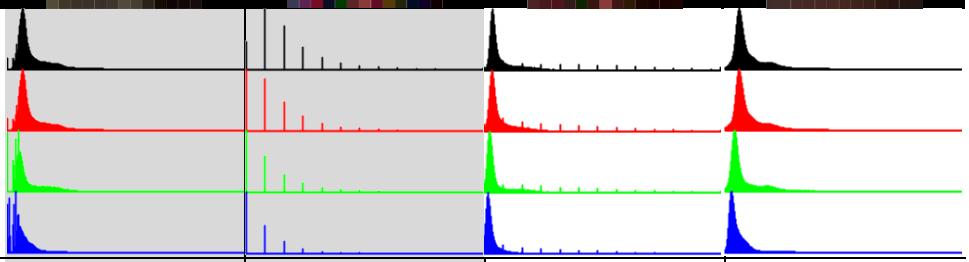
## 4.3.3.2. Resultats

| | 1 | | 1 (Gaussià) | | 1 (Gaussià) + Bilateral 1 | | 1 (Gaussià) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | | | |
| Histogrames |  | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 28,88 | | 24,46 | | 27,56 | |
| | 31,82 | | 33,53 | | 29,13 | | 32,25 | |
| | 27,18 | | 29,81 | | 25,44 | | 28,48 | |
| | 19,88 | | 23,31 | | 18,8 | | 21,95 | |
| Mediana | 16 | | 20 | | 14 | | 18 | |
| | 20 | | 26 | | 17 | | 21 | |
| | 15 | | 21 | | 13 | | 17 | |
| | 12 | | 15 | | 11 | | 15 | |
| Contrast | 30,53 | | 33,63 | | 28,91 | | 26,66 | |
| Moda | 13 | | 14 | | 11 | | 14 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 4 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 211 | |
| Saturació | 80% | | 78% | | 82% | | 79% | |
| Colors únics | 35445 | | 501957 | | 176209 | | 66484 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 316971 | 565 | 398 | 152 | 0 | 0 |
| | 149501 | 265 | 434256 | 528 | 762 | 139 | 0 | 0 |
| | 136560 | 0 | 543474 | 212 | 1236 | 39 | 0 | 0 |
| Temps | | | | | 3345 | | 5200 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 6% | |

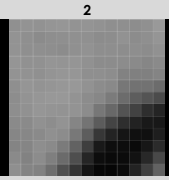
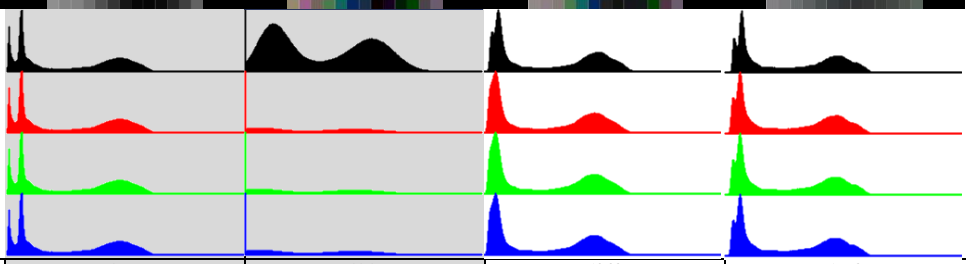
Imatge 30. Dades de la imatge 1 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 1 | | 1 (Impulsional) | | 1 (Impulsuinal) + Bilateral 1 | | 1 (Impulsional) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | | | |
| Histogrames |  | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 36,39 | | 25,54 | | 24,77 | |
| | 31,82 | | 41,42 | | 30,95 | | 30,09 | |
| | 27,18 | | 37,14 | | 26,44 | | 25,65 | |
| | 19,88 | | 30,61 | | 19,22 | | 18,57 | |
| Mediana | 16 | | 16 | | 15 | | 15 | |
| | 20 | | 20 | | 19 | | 19 | |
| | 15 | | 15 | | 14 | | 14 | |
| | 12 | | 12 | | 11 | | 11 | |
| Contrast | 30,53 | | 58,14 | | 28,84 | | 27,43 | |
| Moda | 13 | | 9 | | 11 | | 11 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 213 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 81% | | 81% | |
| Colors únics | 35445 | | 53498 | | 107887 | | 73749 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 124625 | 104234 | 5097 | 596 | 3741 | 0 |
| | 149501 | 265 | 238605 | 103276 | 6256 | 566 | 4377 | 0 |
| | 136560 | 0 | 226066 | 103398 | 5756 | 467 | 3976 | 0 |
| Temps | | | | | 3065 | | 5398 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

Imatge 31. Dades de la imatge 1 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 1 | | 1 (Captura) | | 1 (Captura) + Bilateral 1 | | 1 (Captura) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | |  | |  | | | |
| Histogrames |  | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3<br>31,82<br>27,18<br>19,88 | | 26,15<br>31,65<br>27,04<br>19,77 | | 20,09<br>24,62<br>21,12<br>14,54 | | 24,23<br>29,71<br>25,09<br>17,89 | |
| Mediana | 16<br>20<br>15<br>12 | | 20<br>20<br>20<br>0 | | 9<br>12<br>8<br>6 | | 15<br>19<br>13<br>10 | |
| Contrast | 30,53 | | 37,82 | | 31,97 | | 26,99 | |
| Moda | 13 | | 7 | | 6 | | 11 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 201 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 86% | | 81% | |
| Colors únics | 35445 | | 2472 | | 183623 | | 121531 | |
| Extrems (clipping) | 23565<br>149501<br>136560 | 361<br>265<br>0 | 708475<br>906363<br>1106911 | 5306<br>4967<br>2587 | 17527<br>28786<br>65140 | 3764<br>3541<br>1838 | 6262<br>7538<br>7847 | 1<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 3231 | | 5108 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 7% | |

Imatge 32. Dades de la imatge 1 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 2 | | 2 (Gaussià) | | 2 (Gaussià) + Bilateral 1 | | 2 (Gaussià) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | | | |
| Histogrames |  | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15<br>65,15<br>65,15<br>65,15 | | 66,67<br>66,65<br>66,68<br>66,69 | | 63,99<br>63,98<br>63,98<br>64,01 | | 65,59<br>65,57<br>65,6<br>65,61 | |
| Mediana | 54<br>54<br>54<br>54 | | 57<br>57<br>57<br>57 | | 52<br>52<br>52<br>52 | | 56<br>56<br>56<br>56 | |
| Contrast | 51,87 | | 53,43 | | 51,23 | | 48,92 | |
| Moda | 16 | | 13 | | 13 | | 16 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 4 | |
| Màxim | 174 | | 204 | | 175 | | 160 | |
| Saturació | 51% | | 52% | | 52% | | 50% | |
| Colors únics | 174 | | 858849 | | 212238 | | 55873 | |
| Extrems (clipping) | 5419<br>5419<br>5419 | 0<br>0<br>0 | 252302<br>251949<br>252054 | 0<br>0<br>0 | 847<br>861<br>885 | 0<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 3319 | | 5240 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 6% | |

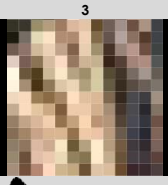
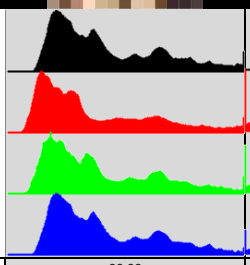
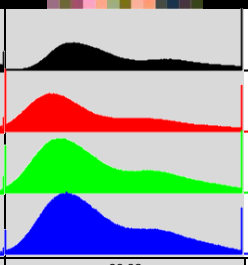
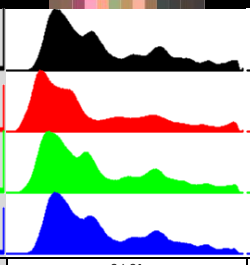
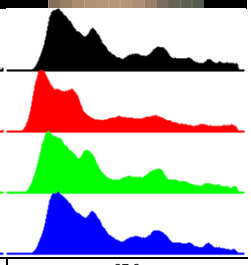
Imatge 33. Dades de la imatge 2 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 2 | | 2 (Impulsional) | | 2 (Impulsional) + Bilateral 1 | | 2 (Impulsional) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 71,42 | | 64,72 | | 63,62 | |
| | 65,15 | | 71,35 | | 64,71 | | 63,6 | |
| | 65,15 | | 71,42 | | 64,72 | | 63,63 | |
| | 65,15 | | 71,49 | | 64,73 | | 63,63 | |
| Mediana | 54 | | 54 | | 54 | | 54 | |
| | 54 | | 53 | | 54 | | 54 | |
| | 54 | | 54 | | 54 | | 54 | |
| | 54 | | 54 | | 54 | | 54 | |
| Contrast | 51,87 | | 66,34 | | 51,33 | | 50,27 | |
| Moda | 16 | | 15 | | 11 | | 11 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 255 | | 213 | |
| Saturació | 51% | | 56% | | 51% | | 52% | |
| Colors únics | 174 | | 3116 | | 87299 | | 72949 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 108775 | 103300 | 13773 | 0 | 17049 | 0 |
| | 5419 | 0 | 108252 | 103792 | 13103 | 0 | 16118 | 0 |
| | 5419 | 0 | 108485 | 104830 | 12894 | 0 | 15704 | 0 |
| Temps | | | | | 3184 | | 5300 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

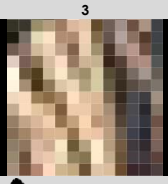
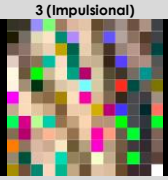
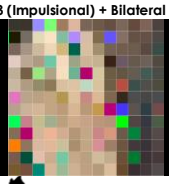
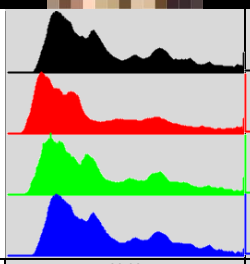
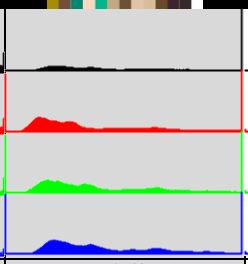
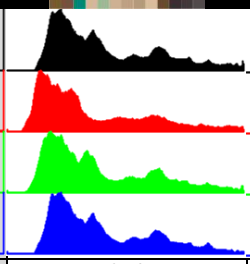
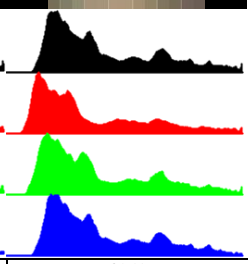
Imatge 34. Dades de la imatge 2 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 2 | | 2 (Captura) | | 2 (Captura) + Bilateral 1 | | 2 (Captura) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 64,99 | | 61,6 | | 62,87 | |
| | 65,15 | | 64,96 | | 61,58 | | 62,84 | |
| | 65,15 | | 65 | | 61,58 | | 62,88 | |
| | 65,15 | | 65 | | 61,64 | | 62,87 | |
| Mediana | 54 | | 41 | | 41 | | 53 | |
| | 54 | | 41 | | 41 | | 53 | |
| | 54 | | 41 | | 41 | | 53 | |
| | 54 | | 41 | | 41 | | 53 | |
| Contrast | 51,87 | | 63,01 | | 59,96 | | 49,9 | |
| Moda | 16 | | 0 | | 8 | | 13 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 255 | | 163 | |
| Saturació | 51% | | 61% | | 60% | | 52% | |
| Colors únics | 174 | | 2679 | | 406569 | | 160473 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 532124 | 9996 | 71434 | 6213 | 43034 | 0 |
| | 5419 | 0 | 531948 | 10110 | 71274 | 6353 | 42312 | 0 |
| | 5419 | 0 | 532204 | 10132 | 72020 | 6321 | 43510 | 0 |
| Temps | | | | | 3655 | | 5533 | |
| Diferències | | | | | 5% | | 10% | |

Imatge 35. Dades de la imatge 2 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 3 | | 3 (Gaussià) | | 3 (Gaussià) + Bilateral 1 | | 3 (Gaussià) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | | | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38 | | 98,32 | | 96,81 | | 97,3 | |
| | 91,77 | | 91,75 | | 90,15 | | 90,71 | |
| | 100,04 | | 99,95 | | 98,49 | | 98,93 | |
| | 103,33 | | 103,25 | | 101,8 | | 102,26 | |
| Mediana | 80 | | 83 | | 78 | | 79 | |
| | 70 | | 74 | | 68 | | 70 | |
| | 83 | | 85 | | 81 | | 82 | |
| | 88 | | 90 | | 86 | | 87 | |
| Contrast | 57,34 | | 60,29 | | 57,05 | | 55,38 | |
| Moda | 45 | | 51 | | 45 | | 46 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 19 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 250 | |
| Saturació | 45% | | 46% | | 45% | | 44% | |
| Colors únics | 146061 | | 12239487 | | 414278 | | 225551 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 31117 | 23544 | 155 | 604 | 0 | 0 |
| | 37 | 7200 | 15139 | 19978 | 137 | 272 | 0 | 0 |
| | 17 | 2851 | 7047 | 13617 | 129 | 72 | 0 | 0 |
| Temps | | | | | 3460 | | 5358 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

Imatge 36. Dades de la imatge 3 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 3 | | 3 (Impulsional) | | 3 (Impulsional) + Bilateral 1 | | 3 (Inpulsional) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | |  | |  | | | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38 | | 101,32 | | 97,52 | | 96,44 | |
| | 91,77 | | 95,4 | | 90,94 | | 89,86 | |
| | 100,04 | | 102,79 | | 99,16 | | 98,1 | |
| | 103,33 | | 105,77 | | 102,44 | | 101,36 | |
| Mediana | 80 | | 80 | | 78 | | 77 | |
| | 70 | | 70 | | 69 | | 67 | |
| | 83 | | 83 | | 82 | | 80 | |
| | 88 | | 88 | | 87 | | 84 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,28 | | 56,3 | | 56,98 | |
| Moda | 45 | | 15 | | 47 | | 43 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 18 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 254 | |
| Saturació | 45% | | 50% | | 41% | | 45% | |
| Colors únics | 146061 | | 186417 | | 275836 | | 236015 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 103554 | 110234 | 1051 | 1057 | 0 | 0 |
| | 37 | 7200 | 103427 | 110076 | 1053 | 1111 | 0 | 0 |
| | 17 | 2851 | 103409 | 106356 | 1104 | 1111 | 0 | 0 |
| Temps | | | | | 3073 | | 5000 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 7% | |

Imatge 37. Dades de la imatge 3 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Bilateral.

| | 3 | | 3 (Captura) | | 3 (Captura) + Bilateral 1 | | 3 (Captura) + Bilateral 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 98,38 | | 96,71 | | 94,38 | | 94,89 | |
| | 91,77 | | 90,07 | | 87,66 | | 88,25 | |
| | 100,04 | | 98,29 | | 96,02 | | 96,5 | |
| | 103,33 | | 101,76 | | 99,46 | | 99,91 | |
| Mediana | 80 | | 82 | | 74 | | 78 | |
| | 70 | | 82 | | 61 | | 68 | |
| | 83 | | 82 | | 77 | | 80 | |
| | 88 | | 82 | | 82 | | 85 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,2 | | 64,51 | | 53,53 | |
| Moda | 45 | | 0 | | 61 | | 43 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 16 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 239 | |
| Saturació | 45% | | 51% | | 50% | | 44% | |
| Colors únics | 146061 | | 2691 | | 585428 | | 396375 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 144730 | 77201 | 17963 | 44708 | 0 | 0 |
| | 37 | 7200 | 99130 | 82468 | 11907 | 48070 | 0 | 0 |
| | 17 | 2851 | 72548 | 77229 | 9722 | 44491 | 0 | 0 |
| Temps | | | | | 3496 | | 5167 | |
| Diferències | | | | | 6% | | 13% | |

Imatge 38. Dades de la imatge 3 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Bilateral.

### 4.3.4. Mètode Salt and Pepper Median

#### 4.3.4.1. Paràmetres

- Nivell1
  - Mask: 2
  - Threshold: 150
  - Colors: 1
- Nivell 2
  - Mask: 2
  - Sigma: 25
  - Colors: 1

Un exemple de la màscara aplicant els paràmetres amb els valors seleccionats pot ser el següent:

**Salt and Pepper Median** 1

Mask = 2
Threshold = 150
Colors = 1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 83 | 203 | 224 | 185 | 81 |
| 241 | 224 | 211 | 60 | 22 |
| 130 | 200 | 180 | 100 | 55 |
| 154 | 94 | 171 | 234 | 201 |
| 242 | 233 | 2 | 37 | 5 |

Valors ordenats

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 5 | 22 | 37 | 55 |
| 60 | 81 | 83 | 94 | 100 |
| 130 | 154 | 171 | 180 | 185 |
| 200 | 201 | 203 | 211 | 224 |
| 224 | 233 | 234 | 241 | 242 |

171 Mitjana
180 Valor central

Threshold

9 Diferencia >= 150 ?

Si → 171
No → 180

Resultat

**Salt and Pepper Median** 2

Mask = 2
Threshold = 25
Colors = 1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 138 | 216 | 158 | 173 | 234 |
| 154 | 117 | 11 | 100 | 79 |
| 244 | 186 | 213 | 217 | 5 |
| 134 | 89 | 252 | 228 | 51 |
| 203 | 163 | 30 | 132 | 197 |

Valors ordenats

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 11 | 30 | 51 | 79 |
| 89 | 100 | 117 | 132 | 134 |
| 138 | 154 | 158 | 163 | 173 |
| 186 | 197 | 203 | 213 | 216 |
| 217 | 228 | 234 | 244 | 252 |

158 Mitjana
213 Valor central

Threshold

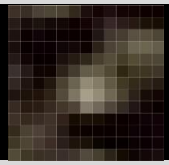
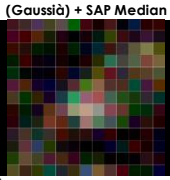
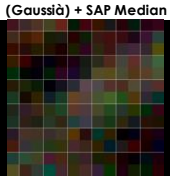
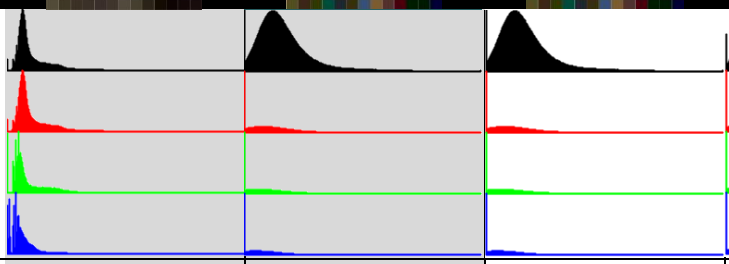
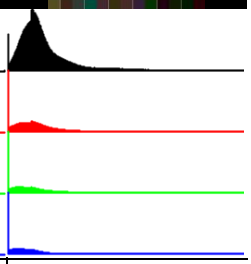
55 Diferencia >= 25 ?

Si → 158
No → 213

Resultat

Imatge 39. Simulació de la mecànica de l'algorisme Salt and Pepper.

## 4.3.4.2. Resultats

| | 1 | | 1 (Gaussià) | | 1 (Gaussià) + SAP Median 1 | | 1 (Gaussià) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Mostra gràfica** |  | | | |  | |  | |
| **Histogrames** |  | |  | |  | |  | |
| **Mitjana** | 26,3<br>31,82<br>27,18<br>19,88 | | 28,88<br>33,53<br>29,81<br>23,31 | | 28,86<br>33,51<br>29,78<br>23,29 | | 26,87<br>32,21<br>27,75<br>20,67 | |
| **Mediana** | 16<br>20<br>15<br>12 | | 20<br>26<br>21<br>15 | | 20<br>26<br>21<br>15 | | 19<br>25<br>19<br>14 | |
| **Contrast** | 30,53 | | 33,63 | | 33,55 | | 31,15 | |
| **Moda** | 13 | | 14 | | 14 | | 11 | |
| **Mínim** | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| **Màxim** | 254 | | 255 | | 255 | | 249 | |
| **Saturació** | 80% | | 78% | | 78% | | 80% | |
| **Colors únics** | 35445 | | 501957 | | 502045 | | 358702 | |
| **Extrems (clipping)** | 23565<br>149501<br>136560 | 361<br>265<br>0 | 316971<br>434256<br>543474 | 565<br>528<br>212 | 316947<br>434226<br>543453 | 499<br>454<br>168 | 248730<br>395071<br>512892 | 16<br>16<br>16 |
| **Temps** | | | | | 3200 | | 3191 | |
| **Diferències** | | | | | 0% | | 3% | |

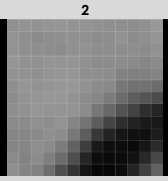
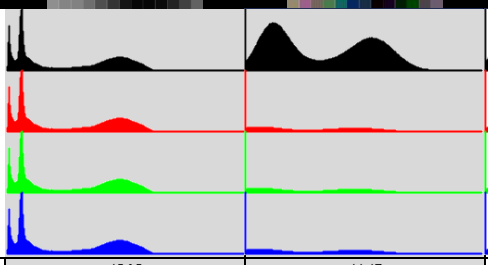
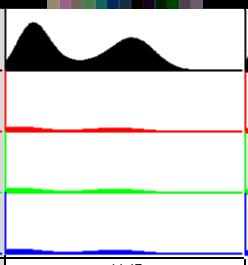
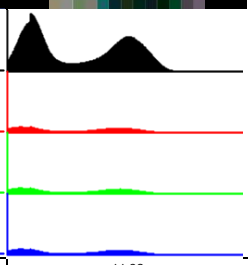
Imatge 40. Dades de la imatge 1 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 1 | | 1 (Impulsional) | | 1 (Impulsuinal) + SAP Median 1 | | 1 (Impulsional) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 36,39 | | 25,29 | | 25,8 | |
| | 31,82 | | 41,42 | | 30,6 | | 31,22 | |
| | 27,18 | | 37,14 | | 26,18 | | 26,74 | |
| | 19,88 | | 30,61 | | 19,1 | | 19,43 | |
| Mediana | 16 | | 16 | | 16 | | 16 | |
| | 20 | | 20 | | 19 | | 20 | |
| | 15 | | 15 | | 15 | | 15 | |
| | 12 | | 12 | | 12 | | 12 | |
| Contrast | 30,53 | | 58,14 | | 31,46 | | 29,93 | |
| Moda | 13 | | 9 | | 13 | | 13 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 253 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 81% | | 81% | |
| Colors únics | 35445 | | 53498 | | 83911 | | 126094 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 124625 | 104234 | 123890 | 4837 | 86309 | 39 |
| | 149501 | 265 | 238605 | 103276 | 238378 | 4282 | 201888 | 31 |
| | 136560 | 0 | 226066 | 103398 | 225991 | 2129 | 202232 | 3 |
| Temps | | | | | 3171 | | 3174 | |
| Diferències | | | | | 4% | | 5% | |

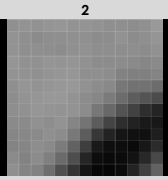
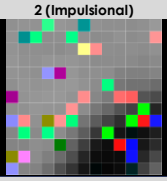
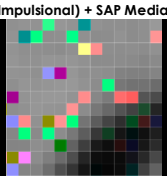
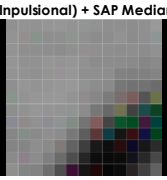
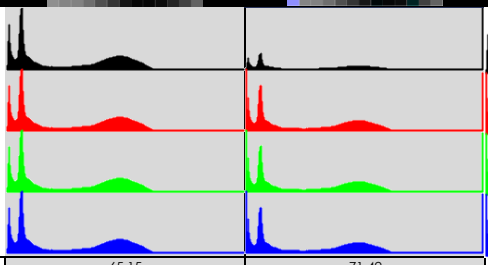
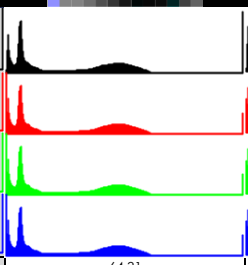
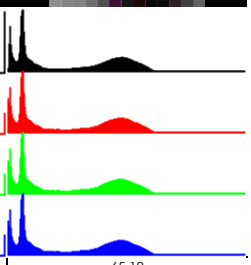
Imatge 41. Dades de la imatge 1 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 1 | | 1 (Captura) | | 1 (Captura) + SAP Median 1 | | 1 (Captura) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3 | | 26,15 | | 26,05 | | 22,48 | |
| | 31,82 | | 31,65 | | 31,56 | | 28,13 | |
| | 27,18 | | 27,04 | | 26,93 | | 23,35 | |
| | 19,88 | | 19,77 | | 19,66 | | 15,94 | |
| Mediana | 16 | | 20 | | 20 | | 20 | |
| | 20 | | 20 | | 20 | | 20 | |
| | 15 | | 20 | | 20 | | 20 | |
| | 12 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Contrast | 30,53 | | 37,82 | | 37,49 | | 31,99 | |
| Moda | 13 | | 7 | | 7 | | 7 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 252 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 81% | | 83% | |
| Colors únics | 35445 | | 2472 | | 2417 | | 890 | |
| Extrems (clipping) | 23565 | 361 | 708475 | 5306 | 708405 | 4876 | 699023 | 92 |
| | 149501 | 265 | 906363 | 4967 | 906350 | 4528 | 949673 | 90 |
| | 136560 | 0 | 1106911 | 2587 | 1106943 | 2244 | 1179295 | 31 |
| Temps | | | | | 2921 | | 2979 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 4% | |

Imatge 42. Dades de la imatge 1 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 2 | | 2 (Gaussià) | | 2 (Gaussià) + SAP Median 1 | | 2 (Gaussià) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | | | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 65,15 | | 66,67 | | 66,67 | | 66,32 | |
| | 65,15 | | 66,65 | | 66,65 | | 66,3 | |
| | 65,15 | | 66,68 | | 66,68 | | 66,32 | |
| | 65,15 | | 66,69 | | 66,69 | | 66,34 | |
| Mediana | 54 | | 57 | | 57 | | 57 | |
| | 54 | | 57 | | 57 | | 57 | |
| | 54 | | 57 | | 57 | | 57 | |
| | 54 | | 57 | | 57 | | 57 | |
| Contrast | 51,87 | | 53,43 | | 53,43 | | 52,74 | |
| Moda | 16 | | 13 | | 13 | | 0 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 204 | | 204 | | 184 | |
| Saturació | 51% | | 52% | | 52% | | 51% | |
| Colors únics | 174 | | 858849 | | 858849 | | 535936 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 252302 | 0 | 252302 | 0 | 229419 | 0 |
| | 5419 | 0 | 251949 | 0 | 251949 | 0 | 229999 | 0 |
| | 5419 | 0 | 252054 | 0 | 252054 | 0 | 229544 | 0 |
| Temps | | | | | 3211 | | 3318 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 3% | |

Imatge 43. Dades de la imatge 2 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 2 | | 2 (Impulsional) | | 2 (Impulsional) + SAP Median 1 | | 2 (Inpulsional) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | |  | |  | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 65,15 | | 71,42 | | 64,31 | | 65,18 | |
| | 65,15 | | 71,35 | | 64,29 | | 65,18 | |
| | 65,15 | | 71,42 | | 64,32 | | 65,18 | |
| | 65,15 | | 71,49 | | 64,33 | | 65,18 | |
| Mediana | 54 | | 54 | | 41 | | 55 | |
| | 54 | | 53 | | 41 | | 55 | |
| | 54 | | 54 | | 41 | | 55 | |
| | 54 | | 54 | | 41 | | 55 | |
| Contrast | 51,87 | | 66,34 | | 57,77 | | 52,14 | |
| Moda | 16 | | 15 | | 15 | | 13 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 255 | | 253 | |
| Saturació | 51% | | 56% | | 55% | | 51% | |
| Colors únics | 174 | | 3116 | | 21699 | | 43620 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 108775 | 103300 | 107458 | 36275 | 46383 | 4 |
| | 5419 | 0 | 108252 | 103792 | 107035 | 36586 | 46163 | 5 |
| | 5419 | 0 | 108485 | 104830 | 107228 | 36905 | 46269 | 2 |
| Temps | | | | | 3178 | | 3208 | |
| Diferències | | | | | 3% | | 5% | |

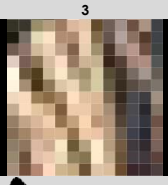
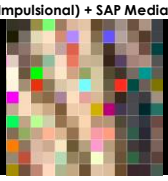
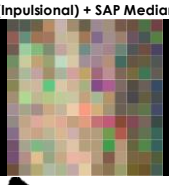
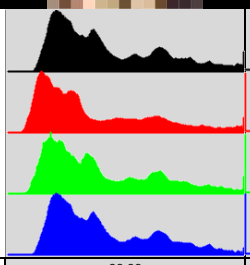
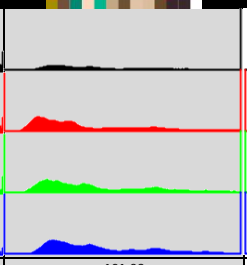
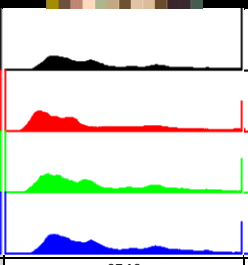
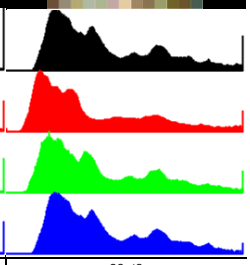
Imatge 44. Dades de la imatge 2 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 2 | | 2 (Captura) | | 2 (Captura) + SAP Median 1 | | 2 (Captura) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15<br>65,15<br>65,15<br>65,15 | | 64,99<br>64,96<br>65<br>65 | | 64,83<br>64,81<br>64,84<br>64,85 | | 63,3<br>63,29<br>63,32<br>63,29 | |
| Mediana | 54<br>54<br>54<br>54 | | 41<br>41<br>41<br>41 | | 41<br>41<br>41<br>41 | | 61<br>61<br>61<br>61 | |
| Contrast | 51,87 | | 63,01 | | 62,74 | | 55,17 | |
| Moda | 16 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 255 | | 197 | |
| Saturació | 51% | | 61% | | 61% | | 55% | |
| Colors únics | 174 | | 2679 | | 2659 | | 708 | |
| Extrems (clipping) | 5419<br>5419<br>5419 | 0<br>0<br>0 | 532124<br>531948<br>532204 | 9996<br>10110<br>10132 | 532031<br>531857<br>532118 | 8412<br>8475<br>8573 | 531886<br>532186<br>532538 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 3166 | | 3169 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 8% | |

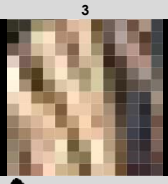
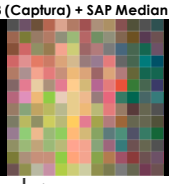
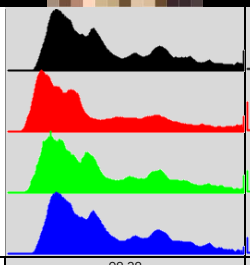
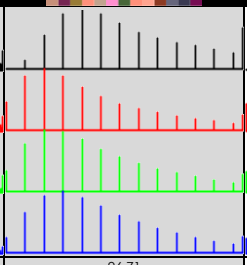
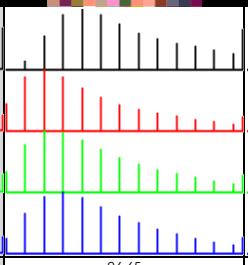
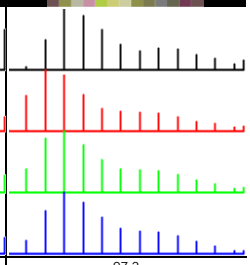
Imatge 45. Dades de la imatge 2 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 3 | | 3 (Gaussià) | | 3 (Gaussià) + SAP Median 1 | | 3 (Gaussià) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 98,38<br>91,77<br>100,04<br>103,33 | | 98,32<br>91,75<br>99,95<br>103,25 | | 98,31<br>91,75<br>99,94<br>103,25 | | 99,66<br>93,06<br>101,31<br>104,61 | |
| Mediana | 80<br>70<br>83<br>88 | | 83<br>74<br>85<br>90 | | 83<br>74<br>85<br>90 | | 82<br>72<br>84<br>89 | |
| Contrast | 57,34 | | 60,29 | | 60,28 | | 57,43 | |
| Moda | 45 | | 51 | | 51 | | 51 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 2 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 46% | | 46% | | 44% | |
| Colors únics | 146061 | | 12239487 | | 1239825 | | 795025 | |
| Extrems (clipping) | 14<br>37<br>17 | 7000<br>7200<br>2851 | 31117<br>15139<br>7047 | 23544<br>19978<br>13617 | 31108<br>15123<br>7037 | 23496<br>19948<br>13603 | 3525<br>582<br>35 | 19341<br>15809<br>10313 |
| Temps | | | | | 3376 | | 3338 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 5% | |

Imatge 46. Dades de la imatge 3 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 3 | | 3 (Impulsional) | | 3 (Impulsional) + SAP Median 1 | | 3 (Impulsional) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | |  | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38 | | 101,32 | | 97,18 | | 98,48 | |
| | 91,77 | | 95,4 | | 90,63 | | 91,88 | |
| | 100,04 | | 102,79 | | 98,84 | | 100,14 | |
| | 103,33 | | 105,77 | | 102,06 | | 103,44 | |
| Mediana | 80 | | 80 | | 78 | | 80 | |
| | 70 | | 70 | | 68 | | 70 | |
| | 83 | | 83 | | 81 | | 83 | |
| | 88 | | 88 | | 86 | | 88 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,28 | | 62,64 | | 57,04 | |
| Moda | 45 | | 15 | | 43 | | 46 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 7 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 50% | | 48% | | 44% | |
| Colors únics | 146061 | | 186417 | | 218225 | | 263368 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 103554 | 110234 | 82771 | 41304 | 1469 | 9698 |
| | 37 | 7200 | 103427 | 110076 | 79091 | 43986 | 160 | 9322 |
| | 17 | 2851 | 103409 | 106356 | 79486 | 41547 | 1 | 4454 |
| Temps | | | | | 3343 | | 3364 | |
| Diferències | | | | | 3% | | 6% | |

Imatge 47. Dades de la imatge 3 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

| | 3 | | 3 (Captura) | | 3 (Captura) + SAP Median 1 | | 3 (Captura) + SAP Median 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38 | | 96,71 | | 96,65 | | 97,3 | |
| | 91,77 | | 90,07 | | 90,05 | | 90,32 | |
| | 100,04 | | 98,29 | | 98,24 | | 99,02 | |
| | 103,33 | | 101,76 | | 101,67 | | 102,55 | |
| Mediana | 80 | | 82 | | 82 | | 82 | |
| | 70 | | 82 | | 82 | | 61 | |
| | 83 | | 82 | | 82 | | 82 | |
| | 88 | | 82 | | 82 | | 82 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,2 | | 68,08 | | 60 | |
| Moda | 45 | | 0 | | 61 | | 41 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 51% | | 51% | | 46% | |
| Colors únics | 146061 | | 2691 | | 2659 | | 1195 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 144730 | 77201 | 144550 | 76099 | 48801 | 32381 |
| | 37 | 7200 | 99130 | 82468 | 98937 | 81224 | 18485 | 30105 |
| | 17 | 2851 | 72548 | 77229 | 72334 | 75886 | 4655 | 23051 |
| Temps | | | | | 3312 | | 3214 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 11% | |

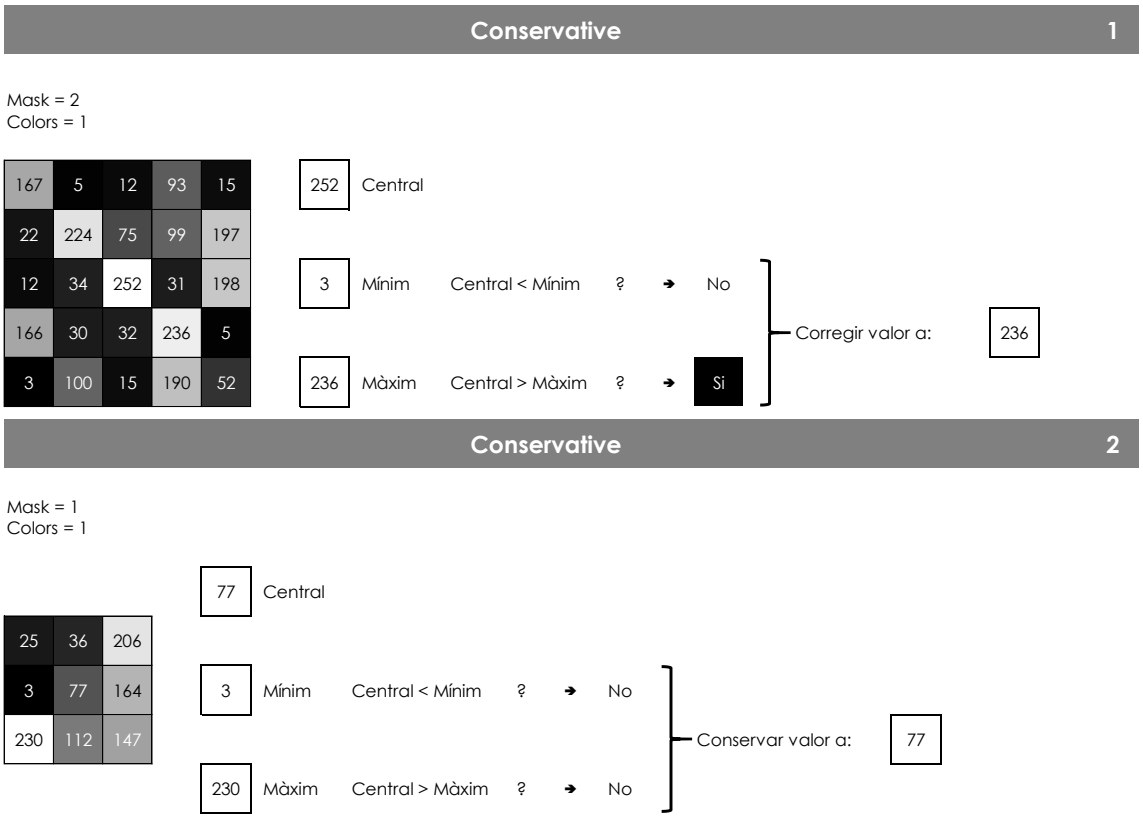
Imatge 48. Dades de la imatge 3 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Salt and Pepper.

### 4.3.5. Mètode Conservative

#### 4.3.5.1. Paràmetres

- Nivell1
  - Mask: 2
  - Colors: 1
- Nivell 2
  - Mask: 1
  - Colors: 1

Un exemple de la màscara aplicant els paràmetres amb els valors seleccionats pot ser el següent:




Imatge 49. Simulació de la mecànica de l'algorisme Conservative.

#### 4.3.5.2. Resultats

| | 1 | | 1 (Gaussià) | | 1 (Gaussià) + Conservative 1 | | 1 (Gaussià) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3<br>31,82<br>27,18<br>19,88 | | 28,88<br>33,53<br>29,81<br>23,31 | | 28,41<br>33,1<br>29,34<br>22,77 | | 27,55<br>32,5<br>28,46<br>21,69 | |
| Mediana | 16<br>20<br>15<br>12 | | 20<br>26<br>21<br>15 | | 21<br>26<br>21<br>15 | | 19<br>24<br>20<br>15 | |
| Contrast | 30,53 | | 33,63 | | 33,92 | | 31,84 | |
| Moda | 13 | | 14 | | 14 | | 13 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 80% | | 78% | | 79% | | 79% | |
| Colors únics | 35445 | | 501957 | | 467646 | | 409832 | |
| Extrems (clipping) | 23565<br>149501<br>136560 | 361<br>265<br>0 | 316971<br>434256<br>543474 | 565<br>528<br>212 | 300793<br>424750<br>535233 | 328<br>320<br>96 | 200392<br>327578<br>434819 | 194<br>212<br>55 |
| Temps | | | | | 856 | | 371 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 2% | |

Imatge 50. Dades de la imatge 1 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Conservative.

| | 1 | | 1 (Impulsional) | | 1 (Impulsuinal) + Conservative 1 | | 1 (Impulsional) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3<br>31,82<br>27,18<br>19,88 | | 36,39<br>41,42<br>37,14<br>30,61 | | 31,93<br>37,19<br>32,71<br>25,88 | | 28,17<br>33,56<br>29,05<br>21,89 | |
| Mediana | 16<br>20<br>15<br>12 | | 16<br>20<br>15<br>12 | | 16<br>20<br>15<br>12 | | 16<br>20<br>15<br>12 | |
| Contrast | 30,53 | | 58,14 | | 48,22 | | 37,13 | |
| Moda | 13 | | 9 | | 13 | | 13 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 253 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 81% | | 81% | |
| Colors únics | 35445 | | 53498 | | 122745 | | 136349 | |
| Extrems (clipping) | 23565<br>149501<br>136560 | 361<br>265<br>0 | 124625<br>238605<br>226066 | 104234<br>103276<br>103398 | 80243<br>201158<br>187419 | 58302<br>57415<br>57748 | 41464<br>131144<br>117823 | 19442<br>18855<br>19236 |
| Temps | | | | | 902 | | 344 | |
| Diferències | | | | | 2% | | 4% | |

Imatge 51. Dades de la imatge 1 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Conservative.

| | 1 | | 1 (Captura) | | 1 (Captura) + Conservative 1 | | 1 (Captura) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 26,3<br>31,82<br>27,18<br>19,88 | | 26,15<br>31,65<br>27,04<br>19,77 | | 25,33<br>30,83<br>26,23<br>18,94 | | 23,77<br>29,42<br>24,64<br>17,25 | |
| Mediana | 16<br>20<br>15<br>12 | | 20<br>20<br>20<br>0 | | 20<br>20<br>20<br>0 | | 20<br>20<br>20<br>0 | |
| Contrast | 30,53 | | 37,82 | | 36,43 | | 34,36 | |
| Moda | 13 | | 7 | | 7 | | 7 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 254 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 80% | | 82% | | 82% | | 83% | |
| Colors únics | 35445 | | 2472 | | 2243 | | 1969 | |
| Extrems (clipping) | 23565<br>149501<br>136560 | 361<br>265<br>0 | 708475<br>906363<br>1106911 | 5306<br>4967<br>2587 | 701088<br>900374<br>1105941 | 3703<br>3468<br>1742 | 648127<br>904572<br>1141439 | 2015<br>1868<br>911 |
| Temps | | | | | 860 | | 355 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 2% | |

Imatge 52. Dades de la imatge 1 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Conservative.

| | 2 | | 2 (Gaussià) | | 2 (Gaussià) + Conservative 1 | | 2 (Gaussià) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15<br>65,15<br>65,15<br>65,15 | | 66,67<br>66,65<br>66,68<br>66,69 | | 66,42<br>66,4<br>66,43<br>66,44 | | 65,94<br>65,91<br>65,94<br>65,96 | |
| Mediana | 54<br>54<br>54<br>54 | | 57<br>57<br>57<br>57 | | 56<br>56<br>56<br>56 | | 55<br>55<br>55<br>55 | |
| Contrast | 51,87 | | 53,43 | | 53,12 | | 52,59 | |
| Moda | 16 | | 13 | | 13 | | 13 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 204 | | 196 | | 188 | |
| Saturació | 51% | | 52% | | 52% | | 52% | |
| Colors únics | 174 | | 858849 | | 798024 | | 642976 | |
| Extrems (clipping) | 5419<br>5419<br>5419 | 0<br>0<br>0 | 252302<br>251949<br>252054 | 0<br>0<br>0 | 246005<br>245564<br>245758 | 0<br>0<br>0 | 193241<br>192712<br>192276 | 0<br>0<br>0 |
| Temps | | | | | 885 | | 342 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 2% | |

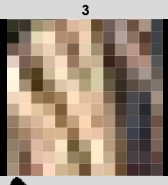
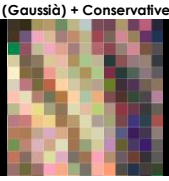
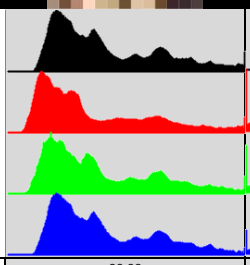
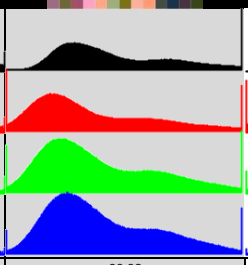
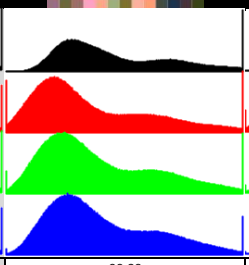
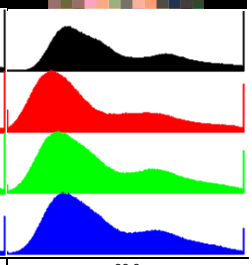
Imatge 53. Dades de la imatge 2 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Conservative.

| | 2 | | 2 (Impulsional) | | 2 (Impulsional) + Conservative 1 | | 2 (Impulsional) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 71,42 | | 68,69 | | 66,34 | |
| | 65,15 | | 71,35 | | 68,63 | | 66,3 | |
| | 65,15 | | 71,42 | | 68,69 | | 66,33 | |
| | 65,15 | | 71,49 | | 68,75 | | 66,38 | |
| Mediana | 54 | | 54 | | 54 | | 54 | |
| | 54 | | 53 | | 54 | | 54 | |
| | 54 | | 54 | | 54 | | 54 | |
| | 54 | | 54 | | 54 | | 54 | |
| Contrast | 51,87 | | 66,34 | | 60,52 | | 54,92 | |
| Moda | 16 | | 15 | | 16 | | 16 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 255 | | 221 | |
| Saturació | 51% | | 56% | | 54% | | 52% | |
| Colors únics | 174 | | 3116 | | 60029 | | 64401 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 108775 | 103300 | 63136 | 57919 | 23389 | 19229 |
| | 5419 | 0 | 108252 | 103792 | 62345 | 58237 | 23273 | 19516 |
| | 5419 | 0 | 108485 | 104830 | 62989 | 59182 | 23256 | 19962 |
| Temps | | | | | 696 | | 300 | |
| Diferències | | | | | 2% | | 4% | |

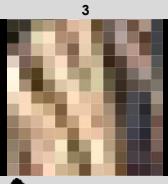
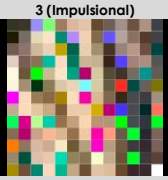
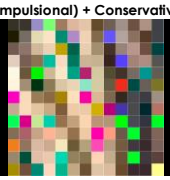
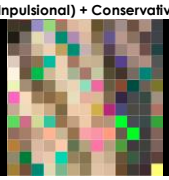
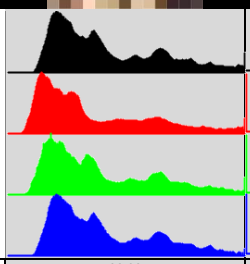
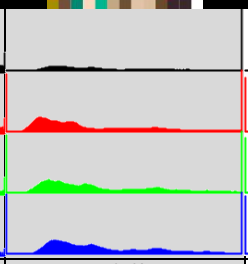
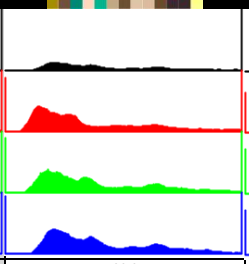
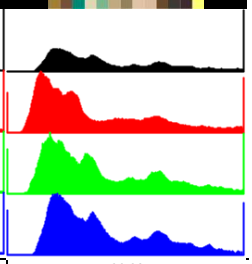
Imatge 54. Dades de la imatge 2 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Conservative.

| | 2 | | 2 (Captura) | | 2 (Captura) + Conservative 1 | | 2 (Captura) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 65,15 | | 64,99 | | 64,4 | | 63,15 | |
| | 65,15 | | 64,96 | | 64,38 | | 63,13 | |
| | 65,15 | | 65 | | 64,41 | | 63,16 | |
| | 65,15 | | 65 | | 64,41 | | 63,15 | |
| Mediana | 54 | | 41 | | 41 | | 41 | |
| | 54 | | 41 | | 41 | | 41 | |
| | 54 | | 41 | | 41 | | 41 | |
| | 54 | | 41 | | 41 | | 41 | |
| Contrast | 51,87 | | 63,01 | | 61,42 | | 58,19 | |
| Moda | 16 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 174 | | 255 | | 255 | | 241 | |
| Saturació | 51% | | 61% | | 60% | | 58% | |
| Colors únics | 174 | | 2679 | | 2396 | | 2027 | |
| Extrems (clipping) | 5419 | 0 | 532124 | 9996 | 528652 | 2560 | 517970 | 738 |
| | 5419 | 0 | 531948 | 10110 | 528442 | 2620 | 518015 | 810 |
| | 5419 | 0 | 532204 | 10132 | 528516 | 2650 | 517779 | 813 |
| Temps | | | | | 710 | | 301 | |
| Diferències | | | | | 1% | | 3% | |

Imatge 55. Dades de la imatge 2 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Conservative.

| | 3 | | 3 (Gaussià) | | 3 (Gaussià) + Conservative 1 | | 3 (Gaussià) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | | | | | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38<br>91,77<br>100,04<br>103,33 | | 98,32<br>91,75<br>99,95<br>103,25 | | 98,28<br>91,69<br>99,92<br>103,24 | | 98,3<br>91,71<br>99,94<br>103,26 | |
| Mediana | 80<br>70<br>83<br>88 | | 83<br>74<br>85<br>90 | | 83<br>73<br>84<br>89 | | 82<br>72<br>83<br>88 | |
| Contrast | 57,34 | | 60,29 | | 59,66 | | 58,56 | |
| Moda | 45 | | 51 | | 50 | | 48 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 46% | | 45% | | 45% | |
| Colors únics | 146061 | | 12239487 | | 1174517 | | 979361 | |
| Extrems (clipping) | 14<br>37<br>17 | 7000<br>7200<br>2851 | 31117<br>15139<br>7047 | 23544<br>19978<br>13617 | 18515<br>6809<br>1880 | 21616<br>17970<br>11773 | 7697<br>2439<br>673 | 16835<br>13718<br>8673 |
| Temps | | | | | 744 | | 313 | |
| Diferències | | | | | 0% | | 2% | |

Imatge 56. Dades de la imatge 3 amb soroll gaussià aplicant l'algorisme Conservative.

| | 3 | | 3 (Impulsional) | | 3 (Impulsional) + Conservative 1 | | 3 (Inpulsional) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica |  | |  | |  | |  | |
| Histogrames |  | |  | |  | |  | |
| Mitjana | 98,38<br>91,77<br>100,04<br>103,33 | | 101,32<br>95,4<br>102,79<br>105,77 | | 100,05<br>93,85<br>101,57<br>104,73 | | 98,92<br>92,45<br>100,52<br>103,78 | |
| Mediana | 80<br>70<br>83<br>88 | | 80<br>70<br>83<br>88 | | 80<br>70<br>83<br>88 | | 80<br>70<br>83<br>88 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,28 | | 63,72 | | 59,36 | |
| Moda | 45 | | 15 | | 45 | | 44 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 50% | | 48% | | 46% | |
| Colors únics | 146061 | | 186417 | | 288672 | | 290971 | |
| Extrems (clipping) | 14<br>37<br>17 | 7000<br>7200<br>2851 | 103554<br>103427<br>103409 | 110234<br>110076<br>106356 | 57617<br>58010<br>57671 | 64954<br>64445<br>60918 | 19024<br>19128<br>18907 | 26117<br>25936<br>22051 |
| Temps | | | | | 739 | | 292 | |
| Diferències | | | | | 2% | | 4% | |

Imatge 57. Dades de la imatge 3 amb soroll impulsional aplicant l'algorisme Conservative.

| | 3 | | 3 (Captura) | | 3 (Captura) + Conservative 1 | | 3 (Captura) + Conservative 2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mostra gràfica | | | | | | | | |
| Histogrames | | | | | | | | |
| Mitjana | 98,38 | | 96,71 | | 96,36 | | 95,72 | |
| | 91,77 | | 90,07 | | 89,68 | | 89,01 | |
| | 100,04 | | 98,29 | | 97,96 | | 97,37 | |
| | 103,33 | | 101,76 | | 101,43 | | 100,79 | |
| Mediana | 80 | | 82 | | 82 | | 82 | |
| | 70 | | 82 | | 82 | | 61 | |
| | 83 | | 82 | | 82 | | 82 | |
| | 88 | | 82 | | 82 | | 82 | |
| Contrast | 57,34 | | 68,2 | | 66,73 | | 63,39 | |
| Moda | 45 | | 0 | | 41 | | 41 | |
| Mínim | 0 | | 0 | | 0 | | 0 | |
| Màxim | 255 | | 255 | | 255 | | 255 | |
| Saturació | 45% | | 51% | | 50% | | 48% | |
| Colors únics | 146061 | | 2691 | | 2478 | | 2239 | |
| Extrems (clipping) | 14 | 7000 | 144730 | 77201 | 123767 | 67907 | 71732 | 48610 |
| | 37 | 7200 | 99130 | 82468 | 77322 | 71888 | 39021 | 49434 |
| | 17 | 2851 | 72548 | 77229 | 49592 | 66462 | 21471 | 43738 |
| Temps | | | | | 684 | | 300 | |
| Diferències | | | | | 1% | | 4% | |

Imatge 58. Dades de la imatge 3 amb soroll de captura aplicant l'algorisme Conservative.

## 5. Processament de dades

### 5.1. Efectivitat basada en diferències

En aquest apartat intentarem, només a partir de la informació de les diferències detectades entre imatges, obtenir un indicador que informi sobre si els mètodes estudiats son potencialment adequats per tractar cada tipus de soroll.

#### 5.1.1 Valoracions

La següent taula s'ha obtingut recopilant del nombre de diferències d'intensitat entre cada parell d'imatges. Després s'ha calculat l'angle del vèrtex que representa la imatge amb soroll, i després en tant per cent. D'aquesta manera es pot interpretar que la imatge processada marca una trajectòria en direcció a la original. Els valors poden representar-se del -100 al 100.

| 1 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OS | OP | SP | ∠ | = | | OS | OP | SP | ∠ | = | | OS | OP | SP | ∠ | = |
| 1_gaussian_average1 | 5,22 | 2,58 | 5,22 | 28,6 | 68,2 | 2_gaussian_average1 | 5,64 | 2,17 | 5,42 | 22,5 | 75,0 | 3_gaussian_average1 | 6,16 | 2,74 | 6,18 | 25,7 | 71,5 |
| 1_gaussian_average2 | 5,22 | 2,80 | 5,97 | 28,0 | 68,9 | 2_gaussian_average2 | 5,64 | 2,06 | 5,91 | 20,4 | 77,4 | 3_gaussian_average2 | 6,16 | 2,67 | 6,91 | 22,7 | 74,8 |
| 1_gaussian_gaussian1 | 5,22 | 2,60 | 5,67 | 27,2 | 69,8 | 2_gaussian_gaussian1 | 5,64 | 1,86 | 5,39 | 19,2 | 78,6 | 3_gaussian_gaussian1 | 6,16 | 2,47 | 6,26 | 22,9 | 74,5 |
| 1_gaussian_gaussian2 | 5,22 | 2,48 | 5,34 | 27,1 | 69,9 | 2_gaussian_gaussian2 | 5,64 | 1,88 | 5,67 | 19,1 | 78,7 | 3_gaussian_gaussian2 | 6,16 | 2,59 | 6,64 | 23,0 | 74,5 |
| 1_gaussian_bilateral1 | 5,22 | 2,48 | 5,22 | 27,5 | 69,5 | 2_gaussian_bilateral1 | 5,64 | 2,01 | 5,13 | 20,8 | 76,9 | 3_gaussian_bilateral1 | 6,16 | 2,60 | 5,87 | 24,8 | 72,4 |
| 1_gaussian_bilateral2 | 5,22 | 2,66 | 5,86 | 27,0 | 70,0 | 2_gaussian_bilateral2 | 5,64 | 2,17 | 8,91 | 90,0 | 0,0 | 3_gaussian_bilateral2 | 6,16 | 2,65 | 6,82 | 22,8 | 74,6 |
| 1_gaussian_SAP1 | 5,22 | 5,23 | 0,01 | 90,0 | 0,0 | 2_gaussian_SAP1 | 5,64 | 5,64 | 0,00 | 90,0 | 0,0 | 3_gaussian_SAP1 | 6,16 | 6,17 | 0,01 | 180,0 | -100,0 |
| 1_gaussian_SAP2 | 5,22 | 4,38 | 2,86 | 57,0 | 36,6 | 2_gaussian_SAP2 | 5,64 | 3,89 | 2,85 | 39,5 | 56,1 | 3_gaussian_SAP2 | 6,16 | 4,42 | 4,52 | 45,8 | 49,1 |
| 1_gaussian_conservative1 | 5,22 | 4,97 | 2,89 | 68,8 | 23,5 | 2_gaussian_conservative1 | 5,64 | 5,33 | 0,31 | 0,0 | 100,0 | 3_gaussian_conservative1 | 6,16 | 5,77 | 0,44 | 26,6 | 70,4 |
| 1_gaussian_conservative2 | 5,22 | 4,14 | 1,55 | 39,4 | 56,3 | 2_gaussian_conservative2 | 5,64 | 4,24 | 1,41 | 5,9 | 93,4 | 3_gaussian_conservative2 | 6,16 | 4,63 | 2,80 | 45,1 | 49,9 |
| 1_impulse_average1 | 4,99 | 5,40 | 8,90 | 32,5 | 63,9 | 2_impulse_average1 | 5,01 | 4,56 | 8,21 | 29,3 | 67,4 | 3_impulse_average1 | 4,99 | 4,85 | 8,50 | 29,8 | 66,9 |
| 1_impulse_average2 | 4,99 | 5,06 | 9,38 | 21,2 | 76,5 | 2_impulse_average2 | 5,01 | 3,76 | 8,25 | 17,1 | 81,0 | 3_impulse_average2 | 4,99 | 4,04 | 8,49 | 17,8 | 80,2 |
| 1_impulse_gaussian1 | 4,99 | 5,00 | 8,71 | 29,4 | 67,4 | 2_impulse_gaussian1 | 5,01 | 3,94 | 7,81 | 25,6 | 71,6 | 3_impulse_gaussian1 | 4,99 | 4,20 | 8,06 | 26,1 | 71,0 |
| 1_impulse_gaussian2 | 4,99 | 5,08 | 9,18 | 24,5 | 72,8 | 2_impulse_gaussian2 | 5,01 | 3,87 | 8,13 | 20,7 | 77,0 | 3_impulse_gaussian2 | 4,99 | 4,20 | 8,44 | 21,3 | 76,4 |
| 1_impulse_bilateral1 | 4,99 | 2,24 | 6,50 | 16,7 | 81,4 | 2_impulse_bilateral1 | 5,01 | 1,38 | 5,67 | 13,1 | 85,5 | 3_impulse_bilateral1 | 4,99 | 2,09 | 6,24 | 17,3 | 80,8 |
| 1_impulse_bilateral2 | 4,99 | 2,51 | 7,08 | 13,4 | 85,1 | 2_impulse_bilateral2 | 5,01 | 2,02 | 6,65 | 11,7 | 87,0 | 3_impulse_bilateral2 | 4,99 | 2,73 | 7,28 | 14,2 | 84,3 |
| 1_impulse_SAP1 | 4,99 | 0,68 | 4,44 | 4,9 | 94,6 | 2_impulse_SAP1 | 5,01 | 2,17 | 2,87 | 5,4 | 94,0 | 3_impulse_SAP1 | 4,99 | 1,85 | 3,26 | 9,3 | 89,6 |
| 1_impulse_SAP2 | 4,99 | 0,97 | 5,41 | 9,7 | 89,3 | 2_impulse_SAP2 | 5,01 | 0,34 | 5,03 | 3,9 | 95,7 | 3_impulse_SAP2 | 4,99 | 1,00 | 5,75 | 7,0 | 92,3 |
| 1_impulse_conservative1 | 4,99 | 3,07 | 2,05 | 15,9 | 82,3 | 2_impulse_conservative1 | 5,01 | 3,00 | 2,05 | 8,7 | 90,3 | 3_impulse_conservative1 | 4,99 | 3,08 | 2,03 | 15,4 | 82,9 |
| 1_impulse_conservative2 | 4,99 | 1,48 | 4,12 | 15,2 | 83,1 | 2_impulse_conservative2 | 5,01 | 1,22 | 4,03 | 9,3 | 89,7 | 3_impulse_conservative2 | 4,99 | 1,50 | 4,14 | 15,6 | 82,6 |
| 1_poisson_average1 | 6,39 | 2,69 | 6,25 | 24,5 | 72,7 | 2_poisson_average1 | 10,10 | 3,46 | 9,50 | 20,0 | 77,7 | 3_poisson_average1 | 12,81 | 4,88 | 12,24 | 22,3 | 75,2 |
| 1_poisson_average2 | 6,39 | 2,65 | 7,02 | 22,2 | 75,4 | 2_poisson_average2 | 10,10 | 2,19 | 10,16 | 12,4 | 86,2 | 3_poisson_average2 | 12,81 | 3,57 | 13,14 | 15,7 | 82,5 |
| 1_poisson_gaussian1 | 6,39 | 2,42 | 6,35 | 21,9 | 75,7 | 2_poisson_gaussian1 | 10,10 | 2,54 | 9,43 | 14,4 | 84,0 | 3_poisson_gaussian1 | 12,81 | 3,94 | 12,21 | 17,9 | 80,1 |
| 1_poisson_gaussian2 | 6,39 | 2,54 | 6,72 | 22,2 | 75,4 | 2_poisson_gaussian2 | 10,10 | 2,37 | 9,87 | 13,6 | 84,9 | 3_poisson_gaussian2 | 12,81 | 3,85 | 12,81 | 17,3 | 80,8 |
| 1_poisson_bilateral1 | 6,39 | 3,88 | 5,31 | 37,3 | 58,5 | 2_poisson_bilateral1 | 10,10 | 7,08 | 4,86 | 39,7 | 55,9 | 3_poisson_bilateral1 | 12,81 | 8,91 | 6,03 | 38,4 | 57,3 |
| 1_poisson_bilateral2 | 6,39 | 2,65 | 6,85 | 22,8 | 74,7 | 2_poisson_bilateral2 | 10,10 | 2,40 | 10,01 | 13,7 | 84,8 | 3_poisson_bilateral2 | 12,81 | 3,43 | 12,87 | 15,3 | 82,9 |
| 1_poisson_SAP1 | 6,39 | 6,39 | 0,05 | 89,8 | 0,2 | 2_poisson_SAP1 | 10,10 | 10,05 | 0,07 | 44,3 | 50,8 | 3_poisson_SAP1 | 12,81 | 12,74 | 0,18 | 66,7 | 25,8 |
| 1_poisson_SAP2 | 6,39 | 4,98 | 3,67 | 51,0 | 43,3 | 2_poisson_SAP2 | 10,10 | 5,24 | 7,61 | 30,5 | 66,1 | 3_poisson_SAP2 | 12,81 | 6,54 | 11,08 | 30,7 | 65,9 |
| 1_poisson_conservative1 | 6,39 | 6,01 | 0,40 | 17,6 | 80,4 | 2_poisson_conservative1 | 10,10 | 9,51 | 0,59 | 0,0 | 100,0 | 3_poisson_conservative1 | 12,81 | 12,09 | 0,74 | 13,0 | 85,6 |
| 1_poisson_conservative2 | 6,39 | 5,12 | 1,88 | 40,9 | 54,5 | 2_poisson_conservative2 | 10,10 | 7,57 | 3,14 | 30,7 | 65,9 | 3_poisson_conservative2 | 12,81 | 9,63 | 4,04 | 32,1 | 64,3 |

Imatge 59. Diferències entre imatges amb càlcul d'angle en el vèrtex de la imatge amb soroll .

### 5.1.2. Simplificació de les valoracions i resultats

Abans de posar-nos a elaborar gràfiques convindria simplificar les valoracions anteriors calculant una mitjana aritmètica entre els valors corresponents a un mateix soroll i a un mateix mètode.

| | Gaussian | Impulse | Poisson |
|---|---|---|---|
| Average | 72,6 | 72,7 | 78,3 |
| Gaussian | 74,3 | 72,7 | 80,1 |
| Bilateral | 60,6 | 84,0 | 69,0 |
| Salt and Pepper | 7,0 | 92,6 | 42,0 |
| Conservative | 65,6 | 85,2 | 75,1 |

Imatge 60. Taula amb les mitjanes d'efectivitat basada en diferències .

I una taula per cada tipus de soroll, comparant els dos nivells de cada mètode.

| (Gaussià) | Nivell 1 | Nivell 2 |
|---|---|---|
| Average | 71,6 | 73,7 |
| Gaussian | 74,3 | 74,4 |
| Bilateral | 72,9 | 48,2 |
| Salt and Pepper | -33,3 | 47,3 |
| Conservative | 64,7 | 66,5 |

Imatge 61. Taula amb les mitjanes d'efectivitat basada en diferències (soroll gaussià).

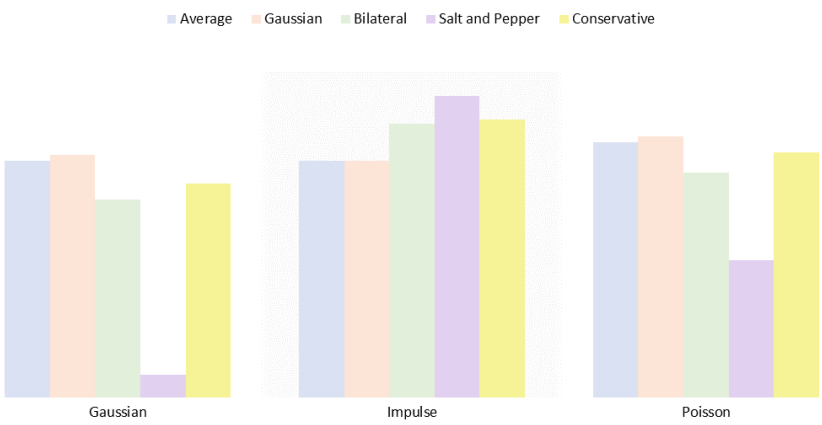
| (Impulsional) | Nivell 1 | Nivell 2 |
|---|---|---|
| Average | 66,1 | 79,2 |
| Gaussian | 70,0 | 75,4 |
| Bilateral | 82,6 | 85,4 |
| Salt and Pepper | 92,7 | 92,4 |
| Conservative | 85,2 | 85,2 |

Imatge 62. Taula amb les mitjanes d'efectivitat basada en diferències (soroll impulsional).

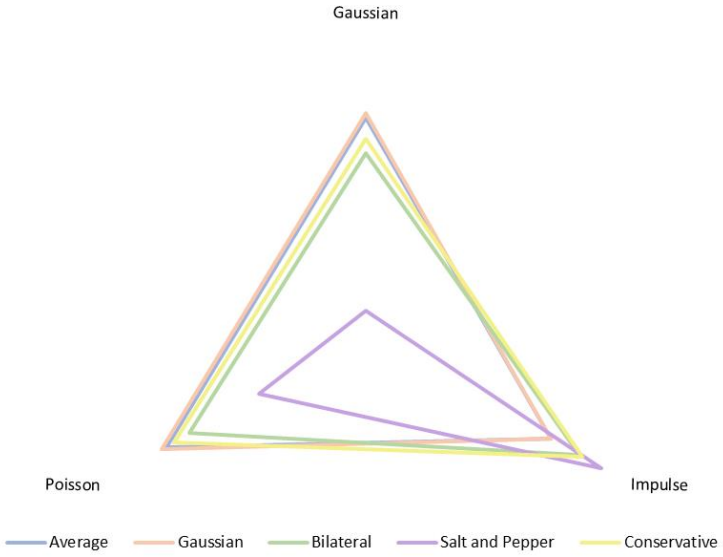
| (Captura) | Nivell 1 | Nivell 2 |
|---|---|---|
| Average | 75,2 | 81,4 |
| Gaussian | 79,9 | 80,4 |
| Bilateral | 57,2 | 80,8 |
| Salt and Pepper | 25,6 | 58,4 |
| Conservative | 88,7 | 61,6 |

Imatge 63. Taula amb les mitjanes d'efectivitat basada en diferències (soroll de captura).

#### 5.1.2.1 Resultats generals

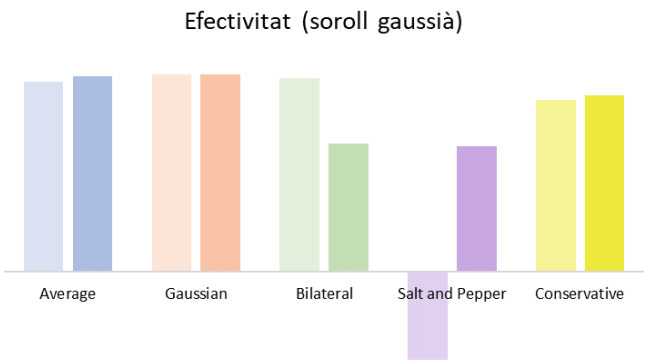



Imatge 64. Gràfica de la imatge 60 (barres).



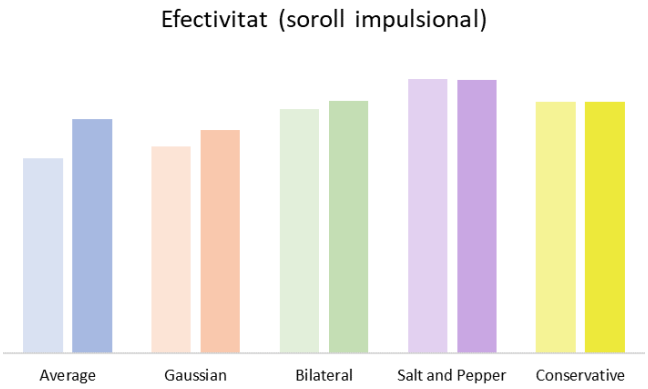

Imatge 65. Gràfica de la imatge 60 (triangle).

### 5.1.2.2. Resultats segons el soroll



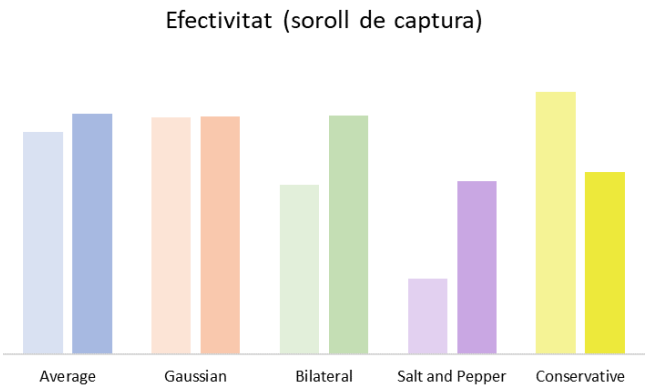
Imatge 66. Gràfica de la imatge 61.

· Els mètodes que més s'adapten al problema del soroll gaussià són Average i Gaussian. S'ha d'evitar l'ús de Salt and Pepper perquè pot resultar inclús contraproduent.




Imatge 67. Gràfica de la imatge 62.

· L'únic mètode recomanat per tractar el problema del soroll impulsional és el mètode Salt and Pepper.




Imatge 68. Gràfica de la imatge 63.

· El problema del soroll de captura es més difícil d'enfocar i el més recomanat seia aplicar el mètode Gaussian que, a diferents intensitats, mostra una eficiència estable.

## 5.2. Restauració basada en diferències

Aprofitant les mateixes dades de l'apartat anterior també podem obtenir un valor que quantifiqui la semblança de la imatge restaurada en relació amb la imatge original.

### 5.2.1. Valoracions

La següent taula s'ha obtingut recopilant els valors de diferències d'intensitat entre cada parell d'imatges. Després, s'han calculat les relacions entre les distàncies de les imatges original-soroll i original-processada. D'aquesta manera, es pot extreure si la imatge processada resultant s'assembla més a la original o no.

| 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OS | OP | | | OS | OP | | | OS | OP | |
| 1_gaussian_average1 | 5,22 | 2,58 | 51 | 2_gaussian_average1 | 5,64 | 2,17 | 62 | 3_gaussian_average1 | 6,16 | 2,74 | 56 |
| 1_gaussian_average2 | 5,22 | 2,80 | 46 | 2_gaussian_average2 | 5,64 | 2,06 | 63 | 3_gaussian_average2 | 6,16 | 2,67 | 57 |
| 1_gaussian_gaussian1 | 5,22 | 2,60 | 50 | 2_gaussian_gaussian1 | 5,64 | 1,86 | 67 | 3_gaussian_gaussian1 | 6,16 | 2,47 | 60 |
| 1_gaussian_gaussian2 | 5,22 | 2,48 | 52 | 2_gaussian_gaussian2 | 5,64 | 1,88 | 67 | 3_gaussian_gaussian2 | 6,16 | 2,59 | 58 |
| 1_gaussian_bilateral1 | 5,22 | 2,48 | 52 | 2_gaussian_bilateral1 | 5,64 | 2,01 | 64 | 3_gaussian_bilateral1 | 6,16 | 2,60 | 58 |
| 1_gaussian_bilateral2 | 5,22 | 2,66 | 49 | 2_gaussian_bilateral2 | 5,64 | 2,17 | 62 | 3_gaussian_bilateral2 | 6,16 | 2,65 | 57 |
| 1_gaussian_SAP1 | 5,22 | 5,23 | 0 | 2_gaussian_SAP1 | 5,64 | 5,64 | 0 | 3_gaussian_SAP1 | 6,16 | 6,17 | 0 |
| 1_gaussian_SAP2 | 5,22 | 4,38 | 16 | 2_gaussian_SAP2 | 5,64 | 3,89 | 31 | 3_gaussian_SAP2 | 6,16 | 4,42 | 28 |
| 1_gaussian_conservative1 | 5,22 | 4,97 | 5 | 2_gaussian_conservative1 | 5,64 | 5,33 | 5 | 3_gaussian_conservative1 | 6,16 | 5,77 | 6 |
| 1_gaussian_conservative2 | 5,22 | 4,14 | 21 | 2_gaussian_conservative2 | 5,64 | 4,24 | 25 | 3_gaussian_conservative2 | 6,16 | 4,63 | 25 |
| 1_impulse_average1 | 4,99 | 5,40 | -8 | 2_impulse_average1 | 5,01 | 4,56 | 9 | 3_impulse_average1 | 4,99 | 4,85 | 3 |
| 1_impulse_average2 | 4,99 | 5,06 | -1 | 2_impulse_average2 | 5,01 | 3,76 | 25 | 3_impulse_average2 | 4,99 | 4,04 | 19 |
| 1_impulse_gaussian1 | 4,99 | 5,00 | 0 | 2_impulse_gaussian1 | 5,01 | 3,94 | 21 | 3_impulse_gaussian1 | 4,99 | 4,20 | 16 |
| 1_impulse_gaussian2 | 4,99 | 5,08 | -2 | 2_impulse_gaussian2 | 5,01 | 3,87 | 23 | 3_impulse_gaussian2 | 4,99 | 4,20 | 16 |
| 1_impulse_bilateral1 | 4,99 | 2,24 | 55 | 2_impulse_bilateral1 | 5,01 | 1,38 | 72 | 3_impulse_bilateral1 | 4,99 | 2,09 | 58 |
| 1_impulse_bilateral2 | 4,99 | 2,51 | 50 | 2_impulse_bilateral2 | 5,01 | 2,02 | 60 | 3_impulse_bilateral2 | 4,99 | 2,73 | 45 |
| 1_impulse_SAP1 | 4,99 | 0,68 | 86 | 2_impulse_SAP1 | 5,01 | 2,17 | 57 | 3_impulse_SAP1 | 4,99 | 1,85 | 63 |
| 1_impulse_SAP2 | 4,99 | 0,97 | 81 | 2_impulse_SAP2 | 5,01 | 0,34 | 93 | 3_impulse_SAP2 | 4,99 | 1,00 | 80 |
| 1_impulse_conservative1 | 4,99 | 3,07 | 38 | 2_impulse_conservative1 | 5,01 | 3,00 | 40 | 3_impulse_conservative1 | 4,99 | 3,08 | 38 |
| 1_impulse_conservative2 | 4,99 | 1,48 | 70 | 2_impulse_conservative2 | 5,01 | 1,22 | 76 | 3_impulse_conservative2 | 4,99 | 1,50 | 70 |
| 1_poisson_average1 | 6,39 | 2,69 | 58 | 2_poisson_average1 | 10,10 | 3,46 | 66 | 3_poisson_average1 | 12,81 | 4,88 | 62 |
| 1_poisson_average2 | 6,39 | 2,65 | 59 | 2_poisson_average2 | 10,10 | 2,19 | 78 | 3_poisson_average2 | 12,81 | 3,57 | 72 |
| 1_poisson_gaussian1 | 6,39 | 2,42 | 62 | 2_poisson_gaussian1 | 10,10 | 2,54 | 75 | 3_poisson_gaussian1 | 12,81 | 3,94 | 69 |
| 1_poisson_gaussian2 | 6,39 | 2,54 | 60 | 2_poisson_gaussian2 | 10,10 | 2,37 | 77 | 3_poisson_gaussian2 | 12,81 | 3,85 | 70 |
| 1_poisson_bilateral1 | 6,39 | 3,88 | 39 | 2_poisson_bilateral1 | 10,10 | 7,08 | 30 | 3_poisson_bilateral1 | 12,81 | 8,91 | 30 |
| 1_poisson_bilateral2 | 6,39 | 2,65 | 59 | 2_poisson_bilateral2 | 10,10 | 2,40 | 76 | 3_poisson_bilateral2 | 12,81 | 3,43 | 73 |
| 1_poisson_SAP1 | 6,39 | 6,39 | 0 | 2_poisson_SAP1 | 10,10 | 10,05 | 0 | 3_poisson_SAP1 | 12,81 | 12,74 | 1 |
| 1_poisson_SAP2 | 6,39 | 4,98 | 22 | 2_poisson_SAP2 | 10,10 | 5,24 | 48 | 3_poisson_SAP2 | 12,81 | 6,54 | 49 |
| 1_poisson_conservative1 | 6,39 | 6,01 | 6 | 2_poisson_conservative1 | 10,10 | 9,51 | 6 | 3_poisson_conservative1 | 12,81 | 12,09 | 6 |
| 1_poisson_conservative2 | 6,39 | 5,12 | 20 | 2_poisson_conservative2 | 10,10 | 7,57 | 25 | 3_poisson_conservative2 | 12,81 | 9,63 | 25 |

Imatge 69. Diferències entre imatges amb càlcul de proximitat a la imatge original.

### 5.2.2. Simplificació de les valoracions i resultats

Abans de posar-nos a elaborar gràfiques convindria simplificar les valoracions anteriors calculant una mitjana aritmètica entre els valors corresponents a un mateix soroll i a un mateix mètode.

| | Gaussian | Impulse | Poisson |
|---|---|---|---|
| **Average** | 56 | 8 | 66 |
| **Gaussian** | 59 | 12 | 69 |
| **Bilateral** | 57 | 57 | 51 |
| **Salt and Pepper** | 13 | 77 | 20 |
| **Conservative** | 14 | 55 | 15 |

Imatge 70. Taula amb les mitjanes de restauració basada en diferències .

I una taula per cada tipus de soroll, comparant els dos nivells de cada mètode.

| (Gaussian) | Nivell 1 | Nivell 2 |
|---|---|---|
| **Average** | 56 | 55 |
| **Gaussian** | 59 | 59 |
| **Bilateral** | 58 | 56 |
| **Salt and Pepper** | 0 | 25 |
| **Conservative** | 6 | 23 |

Imatge 71. Taula amb les mitjanes de restauració basada en diferències (soroll gaussià).

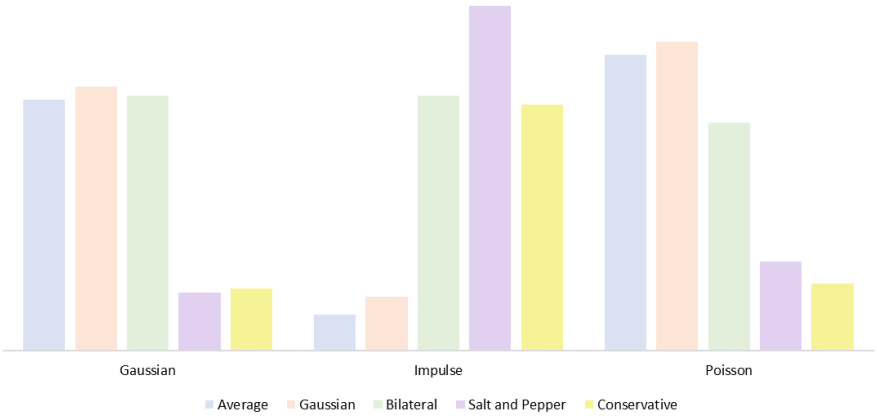
| (Impulse) | Nivell 1 | Nivell 2 |
|---|---|---|
| **Average** | 1 | 14 |
| **Gaussian** | 12 | 12 |
| **Bilateral** | 62 | 52 |
| **Salt and Pepper** | 69 | 85 |
| **Conservative** | 39 | 72 |

Imatge 72. Taula amb les mitjanes de restauració basada en diferències (soroll impulsional).

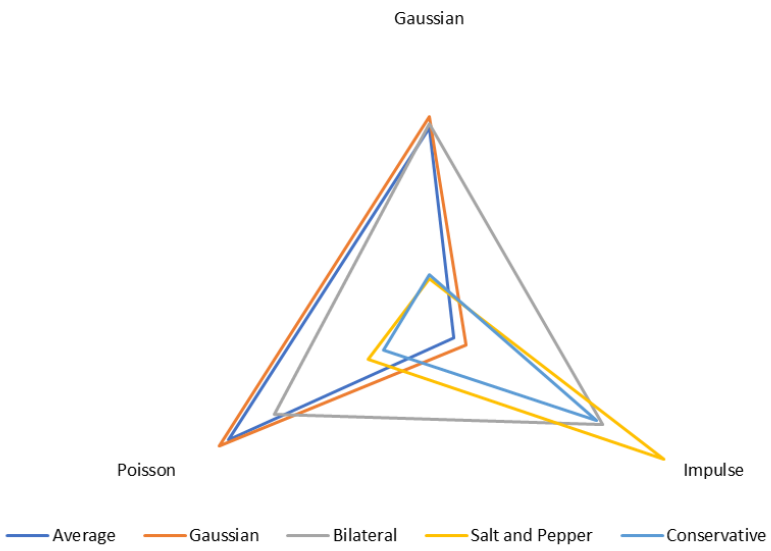
| (Poisson) | Nivell 1 | Nivell 2 |
|---|---|---|
| **Average** | 62 | 70 |
| **Gaussian** | 69 | 69 |
| **Bilateral** | 33 | 69 |
| **Salt and Pepper** | 0 | 40 |
| **Conservative** | 6 | 23 |

Imatge 73. Taula amb les mitjanes de restauració basada en diferències (soroll de captura).

### 5.2.2.1 Resultats generals



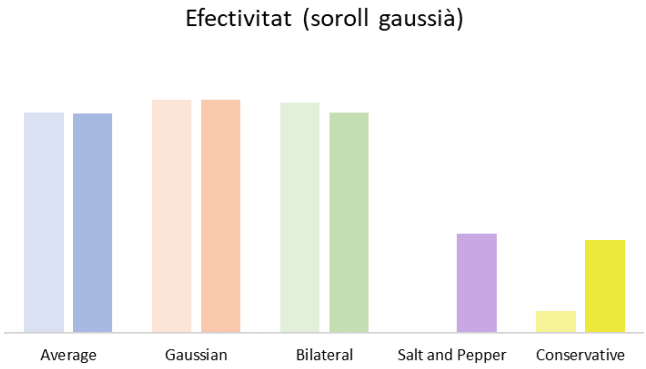

Imatge 74. Gràfica de la imatge 70 (barres).




Imatge 75. Gràfica de la imatge 70 (triangle).

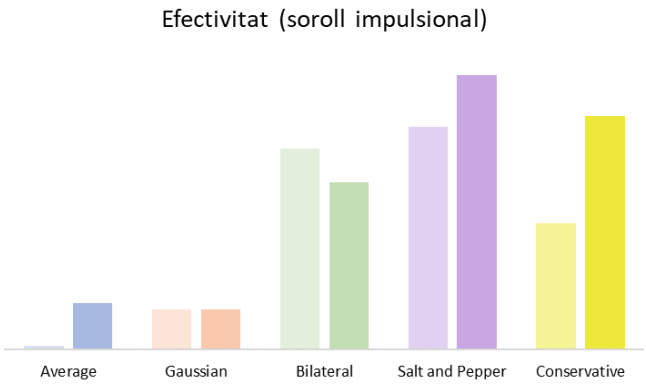
Ja amb aquest resultat, es pot veure reflectida la eficàcia de certs algorismes sobre altres. El potencial d'aquests, en aquest cas d'anàlisi, és el d'oferir una imatge resultant més semblant a l'original, sense tenir en compte l'assertivitat de l'algorisme sobre aquests tipus de soroll. Per tant, aquests resultats no ofereixen molta definició perquè estan molt limitats per el nombre de configuracions en les variables dels algorismes (2) aplicades a cada imatge i soroll.

5.2.2.2 Resultats segons el soroll



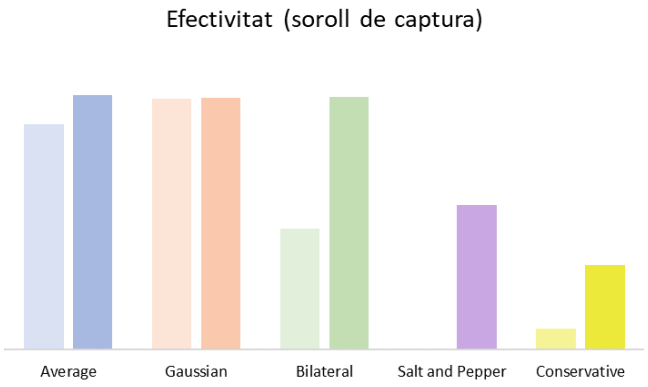

Imatge 76. Gràfica de la imatge 71.

· Clarament els mètodes Salt and Pepper no aconsegueixen resoldre correctament l'eliminació de soroll gaussià, en canvi de la resta, és lleugerament més efectiu el mètode Gaussian.




Imatge 77. Gràfica de la imatge 72.

· Clarament els mètodes Average i Gaussian no aconsegueixen resoldre correctament l'eliminació de soroll impulsional. De la resta, destaca Salt and Pepper per la seva efectivitat, sobretot en aplicacions relativament agressives.




Imatge 78. Gràfica de la imatge 73.

· Per l'eliminació de soroll de captura es recomanaria l'ús d'Average o Gaussian en primer lloc. En segon lloc es podria donar una oportunitat al mètode Bilateral jugant amb les variables. Es desaconsella molt l'ús dels mètodes Salt and Pepper i Conservative.

## 5.3. Conservació basada en característiques

Amb tot, ja sabem quines preguntes es respondre basant-nos en les dades extretes durant els anàlisis, que hem obtingut fins ara. Cada resposta serà més o menys subjectiva, així que les conclusions no es poden obtenir de una sola resposta, sinó d'un conjunt d'elles, que el ponderarem segons el seu grau aparent de subjectivitat.

### 5.3.1. Valoracions

Tot seguit s'ha procedit a valorar en una puntuació del 0 al 10 un tot al de 10 característiques observades empíricament fins ara, durant les 90 anàlisis. Algunes respostes han de ser necessàriament subjectives, per exemple si s'obtenen de l'observació visual en comptes de dades numèriques. Per això, s'informa del grau d'objectivitat aparent en un indicador en l'extrem esquerra superior.

#### 5.3.1.1 Restaurar la quantificació malmesa durant l'addició de soroll

| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 1:** restaurar la quantificació malmesa durant l'addició de soroll | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| **1** | gaussian | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | gaussian | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | impulse | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | impulse | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | poisson | 1 | 6 | 9 | 6 | 0 | 0 |
| | poisson | 2 | 8 | 9 | 9 | 0 | 0 |
| **2** | gaussian | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | gaussian | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | impulse | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | impulse | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | poisson | 1 | 0 | 9 | 3 | 0 | 0 |
| | poisson | 2 | 7 | 9 | 9 | 0 | 0 |
| **3** | gaussian | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | gaussian | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | impulse | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | impulse | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | poisson | 1 | 4 | 9 | 2 | 0 | 0 |
| | poisson | 2 | 6 | 9 | 9 | 0 | 0 |
| **Mitjana global** | | | 1,7 | 3,0 | 2,1 | 0,0 | 0,0 |
| **Mitjana gaussian** | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| **Mitjana impulse** | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| **Mitjana poisson** | | | 5,2 | 9,0 | 6,3 | 0,0 | 0,0 |

Imatge 79. Valoració 1.

· Gausian és el mètode amb més potencial per restaurar la quantificació.

· Salt and Pepper i Conservative no són capaços de generar nous valors de color, ja que restringeixen els resultats només als colors que ja existeixen en la imatge malmesa.

### 5.3.1.2. Mantenir la gamma d'intensitats de la imatge original

Comparem el rang d'intensitats de la imatge tractada (del valor mínim al valor màxim) i calculem la semblança amb el rang d'intensitats de la imatge original. Per això, es calculen les diferències absolutes de cada extrem, es divideix per 25,5 i es dedueix d'una puntuació de 10.

| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 2:** mantenir la gamma d'intensitats de la imatge original | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| **1** | gaussian | 1 | 9,6 | 9,1 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| | gaussian | 2 | 8,5 | 8,9 | 8,2 | 9,8 | 10,0 |
| | impulse | 1 | 9,8 | 8,8 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| | impulse | 2 | 8,4 | 8,7 | 8,4 | 10,0 | 10,0 |
| | poisson | 1 | 9,3 | 8,7 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| | poisson | 2 | 8,2 | 8,5 | 7,9 | 9,9 | 10,0 |
| **2** | gaussian | 1 | 9,9 | 9,6 | 10,0 | 8,8 | 9,1 |
| | gaussian | 2 | 9,4 | 9,5 | 9,3 | 9,6 | 9,5 |
| | impulse | 1 | 9,7 | 9,9 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| | impulse | 2 | 9,6 | 9,8 | 8,5 | 6,9 | 8,2 |
| | poisson | 1 | 9,0 | 9,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| | poisson | 2 | 9,7 | 10,0 | 9,6 | 9,1 | 7,4 |
| **3** | gaussian | 1 | 9,5 | 9,2 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| | gaussian | 2 | 9,1 | 9,2 | 9,1 | 9,9 | 10,0 |
| | impulse | 1 | 9,3 | 9,2 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| | impulse | 2 | 9,1 | 9,2 | 9,3 | 9,7 | 10,0 |
| | poisson | 1 | 9,5 | 9,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| | poisson | 2 | 8,7 | 8,9 | 8,7 | 10,0 | 10,0 |
| **Mitjana global** | | | 9,2 | 9,2 | 9,0 | 9,3 | 9,3 |
| **Mitjana gaussian** | | | 9,3 | 9,3 | 9,4 | 9,7 | 9,8 |
| **Mitjana impulse** | | | 9,3 | 9,3 | 8,8 | 8,9 | 9,2 |
| **Mitjana poisson** | | | 9,1 | 9,2 | 8,8 | 9,3 | 9,0 |

Imatge 80. Valoració 2.

· Especialment els mètodes Average i Bilateral no respecten gaire el rang d'intensitats en intensificar els seus paràmetres. Es deu a que, utilitzant la mitjana, els píxels centrals de la màscara difícilment podran mantenir valors extrems a causa de la contaminació que prové dels píxels del voltant.

· Els mètodes Salt and Pepper i Conservative no respecten gaire el rang d'intensitats en la imatge 2. En aquests dos casos pot passar que, en tenir en compte els 3 canals per separat, es donin resultats puntuals amb intensitats molt elevades, mentre que la imatge original mostra una manca d'intensitats elevades. Aquest fet fa que el rang es dispari amb l'ús d'aquestes variables en els algorismes.

### 5.3.1.3. Restaurar els valors de saturació originals

Els valors del 0 al 10 s'extreuen comparant els valors percentuals de les saturacions amb els de les imatges originals (sempre valors absoluts) i, agafant com a extrem superior de l'escala al valor relatiu més alt + 1, representar aquest mateix valor relatiu en l'escala obtinguda. El resultat es multiplica per 10.

| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 3:** restaurar els valors de saturació originals | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| 1 | gaussian | 1 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 9,1 |
| | gaussian | 2 | 8,2 | 8,2 | 9,1 | 10,0 | 9,1 |
| | impulse | 1 | 2,7 | 2,7 | 9,1 | 9,1 | 9,1 |
| | impulse | 2 | 2,7 | 2,7 | 9,1 | 9,1 | 9,1 |
| | poisson | 1 | 9,1 | 10,0 | 4,5 | 9,1 | 8,2 |
| | poisson | 2 | 10,0 | 10,0 | 9,1 | 7,3 | 7,3 |
| 2 | gaussian | 1 | 9,1 | 9,1 | 9,1 | 9,1 | 9,1 |
| | gaussian | 2 | 9,1 | 9,1 | 9,1 | 10,0 | 9,1 |
| | impulse | 1 | 6,4 | 6,4 | 10,0 | 6,4 | 7,3 |
| | impulse | 2 | 5,5 | 6,4 | 9,1 | 10,0 | 9,1 |
| | poisson | 1 | 8,2 | 9,1 | 1,8 | 0,9 | 1,8 |
| | poisson | 2 | 10,0 | 9,1 | 9,1 | 6,4 | 3,6 |
| 3 | gaussian | 1 | 9,1 | 9,1 | 10,0 | 9,1 | 10,0 |
| | gaussian | 2 | 9,1 | 9,1 | 9,1 | 9,1 | 10,0 |
| | impulse | 1 | 5,5 | 5,5 | 6,4 | 7,3 | 7,3 |
| | impulse | 2 | 4,5 | 5,5 | 10,0 | 9,1 | 9,1 |
| | poisson | 1 | 9,1 | 8,2 | 5,5 | 4,5 | 5,5 |
| | poisson | 2 | 8,2 | 8,2 | 9,1 | 9,1 | 7,3 |
| **Mitjana global** | | | 7,5 | 7,6 | 8,2 | 8,0 | 7,8 |
| **Mitjana gaussian** | | | 8,8 | 8,8 | 9,1 | 9,2 | 9,4 |
| **Mitjana impulse** | | | 4,5 | 4,8 | 8,9 | 8,5 | 8,5 |
| **Mitjana poisson** | | | 9,1 | 9,1 | 6,5 | 6,2 | 5,6 |

Imatge 81. Valoració 3.

· En general, recuperar la saturació en imatges amb soroll impulsional és una tasca complicada per els mètodes Average i Gaussian. Es pot deure a la naturalesa del soroll, aquest s'expressa en valors extrems en un únic canal de color i el fet d'aplicar un difuminat això generarà colors grisos sense importar els colors de la imatge original. Aquests grisos centrals faran baixar la saturació en la imatge.

· En comparació, els mètodes Bilateral, Salt and Pepper i Conservative no aconsegueixen recuperar la saturació original en imatges amb soroll de captura. Es pot deure al concepte de soroll que pren cada mètode, que entenen el soroll com efectes de color en píxels aïllats, mentre que el soroll de captura és molt present en tots els píxels a la vegada.

### 5.3.1.4 Recuperar els valors de llum originals

Els valors del 0 al 10 s'extreuen comparant els valors de les mitjanes de llum globals amb els de les imatges originals i agafant com a extrem superior de l'escala al valor relatiu més alt + 1, després representant aquest mateix valor relatiu en l'escala obtinguda. El resultat es multiplica per 10.

| Objectivitat / 10 | | | Valoració 4: recuperar els valors de llum originals | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | | | Mètodes | | | | |
| Imatge | Soroll | | Average | Gaussian | Bilateral | Salt and Pepper | Conservative |
| 1 | gaussian | 1 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 9,4 |
| | gaussian | 2 | 8,8 | 8,8 | 9,4 | 10,0 | 9,4 |
| | impulse | 1 | 5,0 | 5,0 | 9,4 | 9,4 | 9,4 |
| | impulse | 2 | 5,0 | 5,0 | 9,4 | 9,4 | 9,4 |
| | poisson | 1 | 9,4 | 10,0 | 6,3 | 9,4 | 8,8 |
| | poisson | 2 | 10,0 | 10,0 | 9,4 | 8,1 | 8,1 |
| 2 | gaussian | 1 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9,4 |
| | gaussian | 2 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 10,0 | 9,4 |
| | impulse | 1 | 7,5 | 7,5 | 10,0 | 7,5 | 8,1 |
| | impulse | 2 | 6,9 | 7,5 | 9,4 | 10,0 | 9,4 |
| | poisson | 1 | 8,8 | 9,4 | 4,4 | 3,8 | 4,4 |
| | poisson | 2 | 10,0 | 9,4 | 9,4 | 7,5 | 5,6 |
| 3 | gaussian | 1 | 9,4 | 9,4 | 10,0 | 9,4 | 10,0 |
| | gaussian | 2 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 10,0 |
| | impulse | 1 | 6,9 | 6,9 | 7,5 | 8,1 | 8,1 |
| | impulse | 2 | 6,3 | 6,9 | 10,0 | 9,4 | 9,4 |
| | poisson | 1 | 9,4 | 8,8 | 6,9 | 6,3 | 6,9 |
| | poisson | 2 | 8,8 | 8,8 | 9,4 | 9,4 | 8,1 |
| Mitjana global | | | 8,3 | 8,3 | 8,8 | 8,6 | 8,5 |
| Mitjana gaussian | | | 9,2 | 9,2 | 9,4 | 9,5 | 9,6 |
| Mitjana impulse | | | 6,3 | 6,5 | 9,3 | 9,0 | 9,0 |
| Mitjana poisson | | | 9,4 | 9,4 | 7,6 | 7,4 | 7,0 |

Imatge 82. Valoració 4.

· Veiem una dificultat dels mètodes que difuminen (Average i Gaussian) quan intenten reduir el soroll impulsional, ja que els valors extrems de llum que s'han generat no s'eliminen, sinó que es repercuteixen.

· Sovint els mètodes Bilateral, Salt and Pepper i Conservative tenen dificultats en reduir el soroll de captura. Precisament aquests mètodes es basen en avaluar els píxels de la màscara abans de decidir si es pot modificar el píxel central, ja que el soroll és intens i molt present en tots el píxels i resulta difícil solucionar-lo.

### 5.3.1.5 Recuperar els valors de contrast originals

Els valors del 0 al 10 s'extreuen comparant els valors de contrast amb els de les imatges originals i agafant com a extrem superior de l'escala al valor relatiu més alt + 1, després representant aquest mateix valor relatiu en l'escala obtinguda. El resultat es multiplica per 10.

| Objectivitat / 10 | | | Valoració 5: recuperar els valors de contrast originals | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | | | Mètodes | | | | |
| Imatge | Soroll | | Average | Gaussian | Bilateral | Salt and Pepper | Conservative |
| 1 | gaussian | 1 | 8,8 | 8,3 | 9,1 | 8,4 | 8,2 |
| | gaussian | 2 | 8,0 | 8,4 | 7,9 | 9,7 | 9,3 |
| | impulse | 1 | 9,6 | 8,8 | 9,1 | 9,5 | 0,5 |
| | impulse | 2 | 7,7 | 8,4 | 8,3 | 9,7 | 6,5 |
| | poisson | 1 | 9,5 | 9,0 | 9,2 | 6,3 | 6,8 |
| | poisson | 2 | 8,5 | 9,0 | 8,1 | 9,2 | 8,0 |
| 2 | gaussian | 1 | 9,1 | 8,9 | 9,7 | 9,2 | 9,3 |
| | gaussian | 2 | 8,6 | 8,8 | 8,4 | 9,5 | 9,6 |
| | impulse | 1 | 8,4 | 7,6 | 9,7 | 6,8 | 5,4 |
| | impulse | 2 | 6,9 | 7,4 | 9,1 | 9,9 | 8,4 |
| | poisson | 1 | 9,5 | 10,0 | 5,7 | 4,2 | 4,9 |
| | poisson | 2 | 9,4 | 9,8 | 8,9 | 8,2 | 6,6 |
| 3 | gaussian | 1 | 9,5 | 9,3 | 9,8 | 8,4 | 8,8 |
| | gaussian | 2 | 9,0 | 9,2 | 9,0 | 10,0 | 9,3 |
| | impulse | 1 | 7,7 | 6,9 | 9,4 | 7,2 | 6,6 |
| | impulse | 2 | 6,4 | 6,7 | 9,8 | 9,8 | 8,9 |
| | poisson | 1 | 8,8 | 8,1 | 6,2 | 4,3 | 5,0 |
| | poisson | 2 | 7,6 | 7,9 | 8,0 | 8,6 | 6,8 |
| Mitjana global | | | 8,5 | 8,5 | 8,6 | 8,3 | 7,2 |
| Mitjana gaussian | | | 8,8 | 8,8 | 9,0 | 9,2 | 9,1 |
| Mitjana impulse | | | 7,8 | 7,6 | 9,3 | 8,8 | 6,0 |
| Mitjana poisson | | | 8,9 | 9,0 | 7,7 | 6,8 | 6,3 |

Imatge 83. Valoració 5.

· No hi han patrons clars però podem observar que al mètode Conservative li és molt difícil rectificar els valors extrems de llum precisament perquè, mentre dins la màscara aparegui un altre píxel amb un valor extrem, el central no serà modificat i per tant es mantenen molts píxels de soroll inalterats. Aquest fet no passa amb Salt and Pepper que, utilitzant la mediana, aquests valors extrems queden exclosos del càlcul.

### 5.3.1.6. Restaurar el nombre de colors diferents originals

Els valors del 0 al 10 s'extreuen comparant la diferència del nombre de colors en la imatge tractada respecte a la imatge original sobre la diferència entre la imatge amb soroll i la original. Després apliquem un re-escalat per tal que un encert del -100% correspongui a 0 i un encert del 100% correspongui a un 10, limitant els valors inferiors de -99 en -99.

| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 6:** restaurar el nombre de colors diferents originals | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| 1 | gaussian | 1 | 8,2 | 8,9 | 8,5 | 5,0 | 5,4 |
| | gaussian | 2 | 9,5 | 9,1 | 9,7 | 6,5 | 6,0 |
| | impulse | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | impulse | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | poisson | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 5,0 |
| | poisson | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 4,9 |
| 2 | gaussian | 1 | 8,6 | 9,2 | 8,8 | 5,0 | 5,4 |
| | gaussian | 2 | 9,6 | 9,3 | 9,7 | 6,9 | 6,3 |
| | impulse | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | impulse | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | poisson | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 5,6 |
| | poisson | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 8,9 | 6,3 |
| 3 | gaussian | 1 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,6 | 9,6 |
| | gaussian | 2 | 10,0 | 9,9 | 10,0 | 9,7 | 9,7 |
| | impulse | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 |
| | impulse | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | poisson | 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 5,0 |
| | poisson | 2 | 0,0 | 0,0 | 1,3 | 5,0 | 5,0 |
| **Mitjana global** | | | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 4,3 | 4,1 |
| **Mitjana gaussian** | | | 9,3 | 9,4 | 9,4 | 7,1 | 7,0 |
| **Mitjana impulse** | | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 |
| **Mitjana poisson** | | | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 5,6 | 5,3 |

Imatge 84. Valoració 6.

· Clarament hi ha una diferència en el tractament del soroll gaussià entre els mètodes Average, Gaussian i Bilateral respecte els Salt and Pepper i Conservative. Els primers ho aconsegueixen amb una alta puntuació, mentre que els altres demostren algunes mancances. Una causa podria ser el difuminat dels primers que, tenint en compte que el soroll gaussià no genera nous colors sinó que transfereix intensitats entre els píxels adjunts, tindria aquest mètode més capacitat d'acostar-se als valors originals.

### 5.3.1.7. Restaurar la intensitat més freqüent (moda)

Els valors del 0 al 10 s'extreuen comparant la diferència del valor moda en la imatge tractada respecte a la imatge original sobre la diferència entre la imatge amb soroll i la original. Després apliquem un re-escalat tenint en compte de sumar 1 a l'extrem més alt que, invertint els valors, farà que no es pugui arribar a un resultat 0.

| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 7:** restaurar la intensitat més freqüent (moda) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| **1** | gaussian | 1 | 8,8 | 8,8 | 8,8 | 2,4 | 9,4 |
| | gaussian | 2 | 8,8 | 8,8 | 9,4 | 2,4 | 8,8 |
| | impulse | 1 | 9,0 | 8,7 | 9,7 | 8,1 | 10,0 |
| | impulse | 2 | 8,4 | 8,5 | 9,7 | 8,1 | 10,0 |
| | poisson | 1 | 9,9 | 9,8 | 9,3 | 8,7 | 9,4 |
| | poisson | 2 | 9,9 | 9,8 | 9,8 | 8,7 | 9,4 |
| **2** | gaussian | 1 | 9,8 | 9,8 | 9,4 | 6,9 | 9,4 |
| | gaussian | 2 | 9,8 | 9,8 | 10,0 | 6,9 | 6,9 |
| | impulse | 1 | 6,5 | 5,3 | 7,1 | 0,6 | 9,4 |
| | impulse | 2 | 4,7 | 4,7 | 7,1 | 0,6 | 8,2 |
| | poisson | 1 | 9,4 | 9,9 | 9,7 | 9,4 | 9,4 |
| | poisson | 2 | 9,9 | 9,9 | 9,9 | 9,4 | 9,4 |
| **3** | gaussian | 1 | 9,9 | 10,0 | 10,0 | 5,6 | 9,4 |
| | gaussian | 2 | 10,0 | 9,9 | 9,9 | 5,6 | 9,4 |
| | impulse | 1 | 9,8 | 9,7 | 10,0 | 9,1 | 10,0 |
| | impulse | 2 | 9,8 | 9,8 | 10,0 | 9,1 | 10,0 |
| | poisson | 1 | 10,0 | 10,0 | 9,8 | 9,4 | 9,8 |
| | poisson | 2 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 9,4 | 9,9 |
| **Mitjana global** | | | 9,1 | 9,1 | 9,4 | 6,7 | 9,4 |
| **Mitjana gaussian** | | | 9,5 | 9,5 | 9,6 | 4,9 | 8,9 |
| **Mitjana impulse** | | | 8,0 | 7,8 | 8,9 | 5,9 | 9,6 |
| **Mitjana poisson** | | | 9,9 | 9,9 | 9,7 | 9,2 | 9,6 |

Imatge 85. Valoració 7.

· En general, podem veure que Salt and Pepper és el que té més dificultats i que el soroll impulsional fa difícil restaurar el color més comú de la imatge, sigui quin sigui el mètode seleccionat excepte el Conservative en la imatge 2. La explicació podria ser que en una imatge monocromàtica els tres valors de color sempre son equivalents i per tant, quan un mètode com el Conservative recull els valors màxims o mínims per generar cada color, aquests sempre donaran gris, mentre que amb altres mètodes basats en mediana, l'atribució de colors per cada canal vindrà donada per la seva freqüència.

### 5.3.1.8. Restaurar els valors extrems originals

Els valors del 0 al 10 s'extreuen comparant la diferència dels 6 valors extrems (2 per canal) calculant la diferència entre els valors de la imatge restaurada i la original, sobre la diferència entre els valors de la imatge amb soroll i la original. Els resultats es limiten a 1 i s'inverteixen. Després es fa la mitja dels 6 valors i es situen en una escala de 1,01.

| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 8:** restaurar els valors extrems originals | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| 1 | gaussian | 1 | 7,2 | 7,1 | 7,2 | 4,0 | 4,2 |
| | gaussian | 2 | 7,1 | 7,1 | 7,2 | 4,4 | 4,7 |
| | impulse | 1 | 0,9 | 7,1 | 7,2 | 4,6 | 5,2 |
| | impulse | 2 | 0,9 | 7,1 | 7,1 | 4,7 | 5,6 |
| | poisson | 1 | 9,1 | 6,7 | 6,8 | 4,2 | 5,3 |
| | poisson | 2 | 8,9 | 3,3 | 3,4 | 2,3 | 4,6 |
| 2 | gaussian | 1 | 9,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 4,0 |
| | gaussian | 2 | 9,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 5,0 |
| | impulse | 1 | 9,6 | 0,9 | 0,9 | 1,5 | 4,9 |
| | impulse | 2 | 9,6 | 0,9 | 0,9 | 1,9 | 4,8 |
| | poisson | 1 | 9,4 | 0,9 | 0,9 | 1,6 | 3,6 |
| | poisson | 2 | 9,8 | 4,8 | 4,9 | 3,2 | 4,4 |
| 3 | gaussian | 1 | 10,0 | 8,9 | 9,1 | 4,9 | 4,9 |
| | gaussian | 2 | 10,0 | 8,9 | 9,1 | 4,9 | 5,1 |
| | impulse | 1 | 9,9 | 8,9 | 9,0 | 4,8 | 5,0 |
| | impulse | 2 | 10,0 | 8,9 | 8,9 | 4,7 | 5,0 |
| | poisson | 1 | 10,0 | 9,0 | 8,9 | 4,7 | 4,9 |
| | poisson | 2 | 10,0 | 9,5 | 9,5 | 5,1 | 5,2 |
| **Mitjana global** | | | 8,4 | 5,7 | 5,7 | 3,5 | 4,8 |
| **Mitjana gaussian** | | | 9,0 | 5,7 | 5,7 | 3,4 | 4,7 |
| **Mitjana impulse** | | | 6,8 | 5,7 | 5,7 | 3,7 | 5,1 |
| **Mitjana poisson** | | | 9,5 | 5,7 | 5,7 | 3,5 | 4,7 |

Imatge 86. Valoració 8.

## 5.3.1.9. Recuperar la forma de l'histograma

| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 9:** recuperar la forma de l'histograma | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| 1 | gaussian | 1 | 6,0 | 7,0 | 7,0 | 1,0 | 1,0 |
| | gaussian | 2 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 2,0 | 2,0 |
| | impulse | 1 | 3,0 | 3,0 | 7,0 | 8,0 | 3,0 |
| | impulse | 2 | 5,0 | 3,0 | 7,0 | 8,0 | 7,0 |
| | poisson | 1 | 3,0 | 7,0 | 5,0 | 1,0 | 1,0 |
| | poisson | 2 | 4,0 | 7,0 | 7,0 | 1,0 | 1,0 |
| 2 | gaussian | 1 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 1,0 | 1,0 |
| | gaussian | 2 | 4,0 | 4,0 | 6,0 | 2,0 | 2,0 |
| | impulse | 1 | 3,0 | 2,0 | 6,0 | 7,0 | 2,0 |
| | impulse | 2 | 3,0 | 2,0 | 7,0 | 9,0 | 8,0 |
| | poisson | 1 | 4,0 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 1,0 |
| | poisson | 2 | 6,0 | 3,0 | 7,0 | 1,0 | 1,0 |
| 3 | gaussian | 1 | 6,0 | 6,0 | 5,0 | 1,0 | 1,0 |
| | gaussian | 2 | 7,0 | 6,0 | 6,0 | 3,0 | 2,0 |
| | impulse | 1 | 4,0 | 5,0 | 8,0 | 1,0 | 1,0 |
| | impulse | 2 | 5,0 | 5,0 | 8,0 | 8,0 | 6,0 |
| | poisson | 1 | 3,0 | 5,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | poisson | 2 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 1,0 | 1,0 |
| **Mitjana global** | | | 4,4 | 4,7 | 6,0 | 3,2 | 2,3 |
| **Mitjana gaussian** | | | 5,5 | 5,7 | 6,0 | 1,7 | 1,5 |
| **Mitjana impulse** | | | 3,8 | 3,3 | 7,2 | 6,8 | 4,5 |
| **Mitjana poisson** | | | 4,0 | 5,0 | 4,8 | 1,0 | 1,0 |

Imatge 87. Valoració 9.

· En aquest aspecte podem veure que els mètodes Salt and Pepper i Conservative estan més preparats per recuperar l'histograma en casos de soroll impulsional i aplicant variables agressives, però en canvi son molt ineficients en sorolls gaussians i de captura. Per altra banda, els altres mètodes poden solucionar en certa mesura tots els tipus de soroll sense ser especialment eficaços en cap d'ells. De tots, el que dóna més bons resultats és el Bilateral.

### 5.3.1.10. Processar la imatge ràpidament

Per calcular la puntuació del 0 al 10 s'ha fet una correlació de tots els temps de processat, sobre el temps màxim +10. El resultat s'ha invertit i s'ha multiplicat per 10.

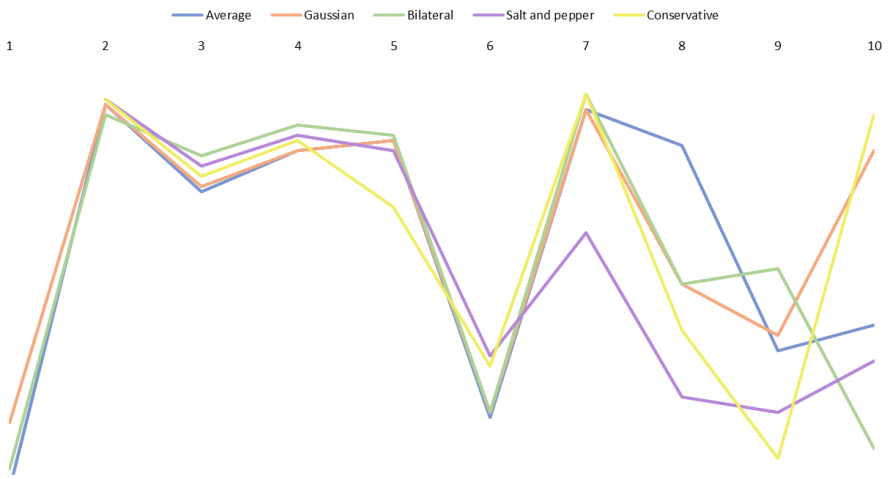
| Objectivitat / 10 | | | **Valoració 10:** processar la imatge ràpidament | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | | | **Mètodes** | | | | |
| **Imatge** | **Soroll** | | **Average** | **Gaussian** | **Bilateral** | **Salt and Pepper** | **Conservative** |
| 1 | gaussian | 1 | 7,6 | 8,2 | 4,0 | 4,2 | 8,5 |
| | gaussian | 2 | 2,8 | 8,3 | 0,6 | 4,2 | 9,3 |
| | impulse | 1 | 7,3 | 8,3 | 4,5 | 4,3 | 8,4 |
| | impulse | 2 | 2,1 | 8,3 | 3,9 | 4,3 | 9,4 |
| | poisson | 1 | 7,4 | 8,3 | 4,2 | 4,7 | 8,4 |
| | poisson | 2 | 2,4 | 8,3 | 0,8 | 4,6 | 9,4 |
| 2 | gaussian | 1 | 7,1 | 8,3 | 4,0 | 4,2 | 8,4 |
| | gaussian | 2 | 2,2 | 8,3 | 0,5 | 4,0 | 9,4 |
| | impulse | 1 | 7,2 | 8,3 | 4,3 | 4,3 | 8,7 |
| | impulse | 2 | 2,2 | 8,3 | 0,4 | 4,2 | 9,5 |
| | poisson | 1 | 7,5 | 8,3 | 3,4 | 4,4 | 8,7 |
| | poisson | 2 | 2,3 | 8,3 | 0,0 | 4,3 | 9,5 |
| 3 | gaussian | 1 | 7,4 | 8,4 | 3,8 | 3,9 | 8,7 |
| | gaussian | 2 | 2,6 | 8,3 | 0,3 | 4,0 | 9,4 |
| | impulse | 1 | 7,4 | 8,2 | 4,5 | 4,0 | 8,7 |
| | impulse | 2 | 2,6 | 8,2 | 1,0 | 3,9 | 9,5 |
| | poisson | 1 | 7,4 | 8,3 | 3,7 | 4,0 | 8,8 |
| | poisson | 2 | 2,6 | 8,3 | 0,7 | 4,2 | 9,5 |
| **Mitjana global** | | | 4,9 | 8,3 | 2,5 | 4,2 | 9,0 |
| **Mitjana gaussian** | | | 4,9 | 8,3 | 2,2 | 4,1 | 8,9 |
| **Mitjana impulse** | | | 4,8 | 8,3 | 3,1 | 4,2 | 9,0 |
| **Mitjana poisson** | | | 4,9 | 8,3 | 2,1 | 4,4 | 9,0 |

Imatge 88. Valoració 10.

· Els mètodes Average i Bilateral augmenten molt el temps de processat si les variables s'intensifiquen. En canvi, Gaussian, Salt and Pepper i Conservative conserven més o menys els mateixos temps. El més ràpid és el Conservative.

### 5.3.2. Resum i ponderació de valoracions

Aquesta gràfica representa una comparació mitjana en dues dimensions dels 5 mètodes estudiats, sobre les 10 valoracions anteriors.




Imatge 89. Gràfica resum de les 10 valoracions.

En l'anterior imatge només veiem les diferències parcials entre mètodes però no podem extreure'n una utilitat, ja que seria necessari ponderar els valors tant per la seva objectivitat durant l'obtenció, com per un enfocament concret, que dependrà dels factors que cada persona consideri. En aquest cas, he aplicat un segon nivell de ponderació amb un enfocament general, tot responent a la pregunta: "és important aquesta característica per a mantenir una imatge fidel a la original?". Per tant, la variable "processar la imatge ràpidament" no hi té aplicació.

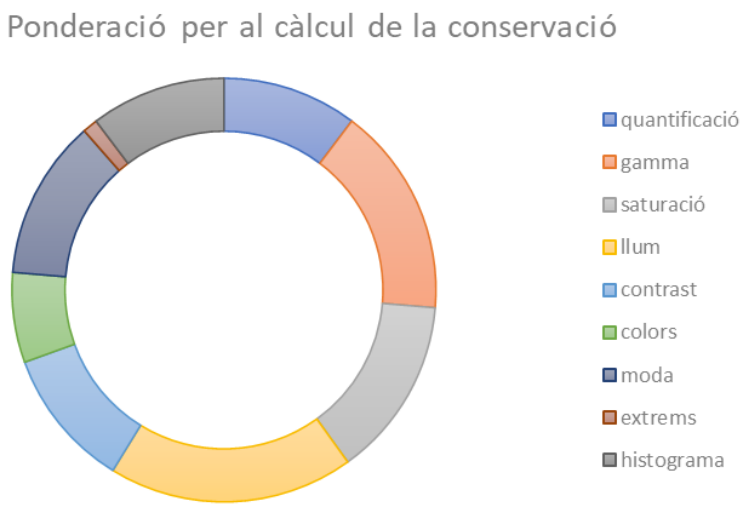
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9/10 | 6/10 | 6/10 | 7/10 | 7/10 | 6/10 | 4/10 | 3/10 | 9/10 | 0/10 |

Imatge 90. Importància atorgada a les valoracions.

Així, la ponderació que ens permetrà saber quin algorisme es caracteritza per malmetre menys la imatge queda de la següent manera:

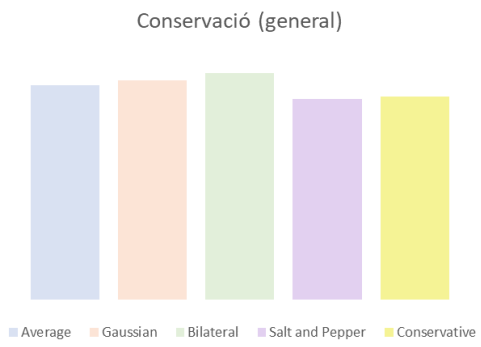
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10% | 16% | 14% | 19% | 11% | 7% | 12% | 1% | 10% | 0% |

Imatge 91. Ponderacions finals.




Imatge 92. Gràfica de la imatge 91, amb noms.

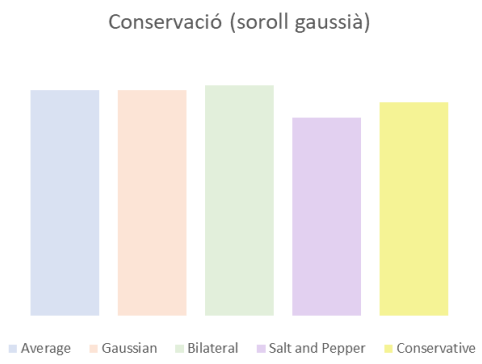
### 5.3.2.1. Resultats generals



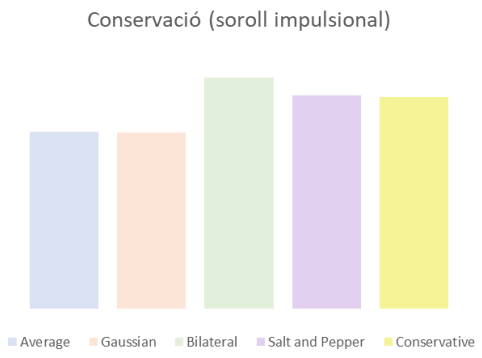

Imatge 93. Mitjanes de les valoracions ponderades.

Però en la realitat, tot dependrà també de quin sigui la naturalesa del soroll, així que també s'ha de presentar la mateixa gràfica enfocada a cada una.

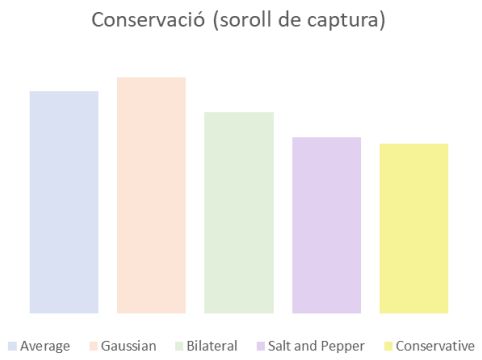
### 5.3.2.2. Resultats segons el soroll




Imatge 94. Mitjanes de les valoracions ponderades (soroll gaussià).




Imatge 95. Mitjanes de les valoracions ponderades (soroll impulsional).




Imatge 96. Mitjanes de les valoracions ponderades (soroll de captura).

D'aquesets gràfiques en podem extreure que sovint, els mètodes Salt and Pepper i Conservative no aconsegueixen restaurar la informació original de la imatge tant bé com els altres. També podem veure com, en el cas de tractar amb soroll impulsional, el mètode Bilateral marca una diferència important respecte la resta.

## 6. Creacions experimentals

Totes les imatges utilitzades en aquest apartat són de domini públic i, si no s'informa del contrari, han estat descarregades de pexels.com.

El soroll també es pot aplicar deliberadament en creacions artístiques creant un efecte al que no estem acostumats, però que pot resulta molt atractiu i estimulant, com podem veure aquí: thearthunters.com/little-bird-by-febin-raj.

## 6.1. Generació de contorns

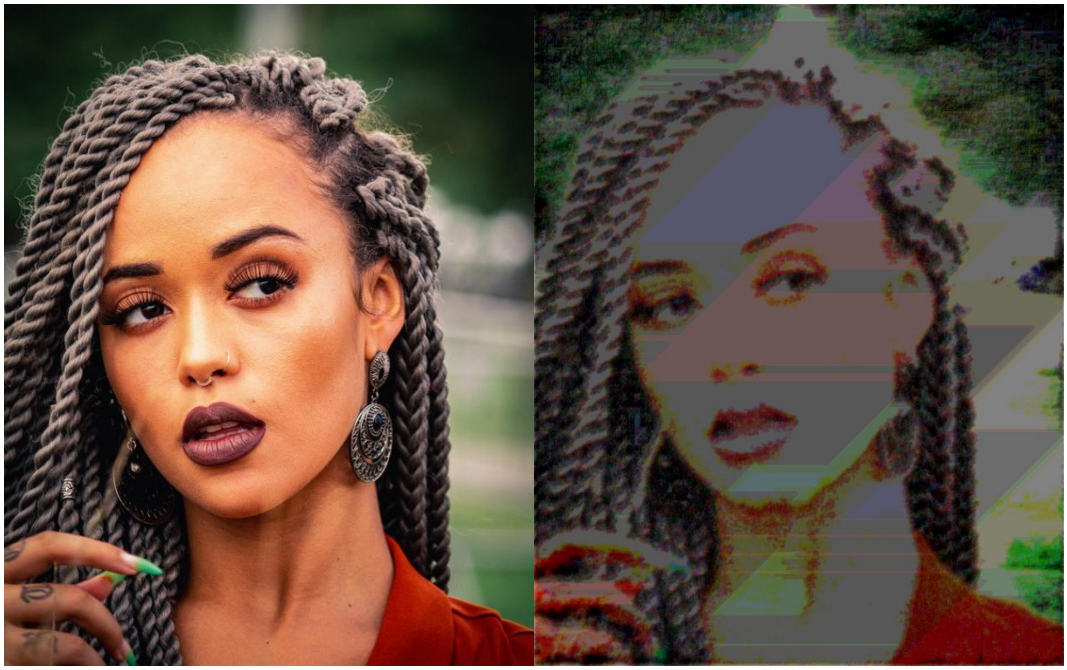
Imatge 97. Gaussian Bilateral: Mask:10; Sigma:25; Threshold:799 (girasol.png)

## 6.2. Eliminació d'imperfeccions, allisat de textures

Imatge 98. Gaussian Bilateral: Mask:10; Sigma:30; Threshold:999 (eyes.png)

Imatge 99. Crimmins speckle removal: Step:1; Margin:1 (face.png)

## 6.3. Generació de *glitchs*, artefactes



Imatge 100. Crimmins speckle removal: Step:21; Margin:1 (face.png)

## 6.4. Il·luminació, aures

Imatge 101. Non-uniform weight: MaskSize:20; Centralization:20 (street.png)

## 6.5. Pintura

Imatge 102. Progressive Conservative: InitialMaskX:50; InitialMaskY:51; MaskSize:13; Threshold:-67; Colors:1 (skin.png)

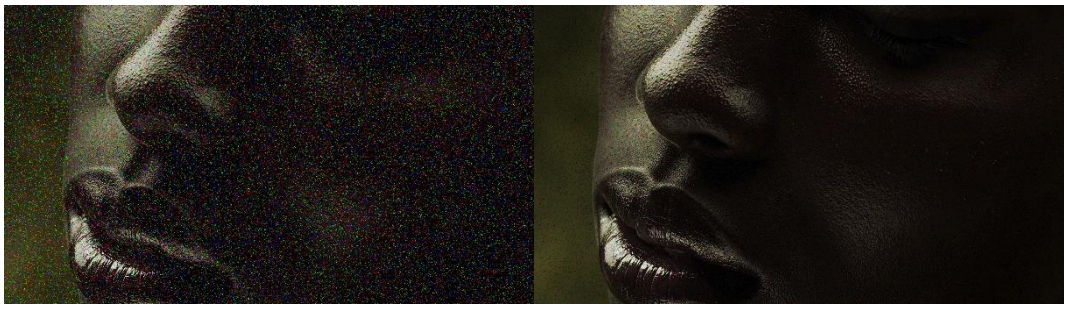
Imatge 103. Bilateral: Mask:5; Threshold:910; Colors:0 (tree.png)

Imatge 104. Progressive Median: InitialMaskX:50; InitialMaskY:50; MaskSize:7; Threshold:9; Colors:1 (street.png)

## 6.6. Escombrat de color

Imatge 105. Progressive Median: InitialMaskX:50; InitialMaskY:1; MaskSize:3; Threshold:6; Colors:1 (noise.png)

## 6.7. Aplicacions alternatives de reducció de soroll



Imatge 106. Progressive Median: InitialMaskX:50; InitialMaskY:50; MaskSize:2; Threshold:139; Colors:1 (1_impulse.png)

Imatge 107. Extreme Median: MaskSize:2; Threshold:0 (noise2.png) Descarregat de Wikipedia.

Imatge 108. Bilateral: Mask:2; Threshold:799; Colors:0 i Mask:3; Threshold:832; Colors:0 (noise.png, descarregat de wirebiters.com/wp-content/uploads/2014/10/noise.png)

## 7. Hipòtesis

1.
    a. (H0) No és possible restaurar significativament (més d'un 60%) una imatge amb soroll gaussià emprant un mètode de reducció de soroll.

b. (H1) És possible restaurar significativament (més d'un 60%) una imatge amb soroll gaussià emprant un mètode de reducció de soroll.

R: Si prenem el cas vist en l'apartat 4.3.2.2, quadre nº 4, columna nº 3 (imatge 2_gaussian_gaussian1) i revisem l'efectivitat basada en la restauració de diferències, podem comprovar que s'obté un 67% d'efectivitat.

2.

a. (H0) No és possible restaurar significativament (més d'un 83%) una imatge amb soroll impulsional emprant un mètode de reducció de soroll.
b. (H1) És possible restaurar significativament (més d'un 83%) una imatge amb soroll impulsional emprant un mètode de reducció de soroll.

R: Si prenem el cas vist en l'apartat 4.3.4.2, quadre nº 5, columna nº 4 (imatge 2_impulse_SAP2) i revisem l'efectivitat basada en la restauració de diferències, podem comprovar que s'obté un 93% d'efectivitat.

3.

a. (H0) No és possible restaurar significativament (mínim en un 70%) una imatge amb soroll de captura emprant un mètode de reducció de soroll.
b. (H1) És possible restaurar significativament (mínim en un 70%) una imatge amb soroll de captura emprant un mètode de reducció de soroll.

R: Si prenem el cas vist en l'apartat 4.3.1.2, quadre nº 9, columna nº 4 (imatge 2_poisson_average2) i revisem l'efectivitat basada en la restauració de diferències, podem comprovar que s'obté un 78% d'efectivitat.

## 8. Conclusions

Hem pogut comprovar com cada mètode analitzat respon diferent a cada tipus de soroll. Veiem també que entre les valoracions subjectives i les comparació per diferències, els resultats que s'aboquen solen ser molt semblants, cosa que dóna credibilitat als mateixos resultats. Per tant, podem destacar certs potencials i debilitats de cada un dels tipus de soroll.

Però el què realment importa no son els noms sinó els mecanismes interns. Mètodes com Gaussian i Average, els dos basats en mitjanes, solen ser més efectius contra soroll de naturalesa gaussiana o de captura, per altra banda

mètodes basats en discriminar i detectar intensitats solen ser més efectius contra soroll impulsional o soroll que generi intensitat extremes i poc comuns. Podem intuir llavors que és possible extrapolar aquests avantatges a altres algorismes que utilitzin aquestes mateixes operacions, o semblants.

El mètode Average, tot i la seva simplicitat en seu algorisme i la seva falta de discriminació, pot arribar a ser molt efectiva i adaptar-se a naturaleses de soroll molt diferents. Per altra banda, mètodes com el Salt and Pepper estan molt enfocats a solucionar un sol tipus de soroll, sent molt poc resolutiu en la resta de sorolls.

En quant a la conservació de les característiques de la imatge original, podem destacar el Salt and Pepper per la seva dificultat en restaurar el valor moda i els extrems originals, el mètode Conservative per la seva dificultat en restaurar el contrast, el mètode Average per restaurar correctament els valors extrems i el mètode Bilateral per ser el que més temps ha necessitat per processar les imatges, no sent aconsellable el seu ús per a processar moltes imatges, imatges de gran resolució o en temps real.

Amb tot, no podem oblidar que el soroll també pot ser un element artístic molt interessant.

**Bibliografia**

Imatge 1: Massud, O., 2020. [imatge] Disponible a: <https://www.pexels.com/es-es/foto/mujer-romantico-sueno-efecto-desenfocado-5311133/> [Accedit 7 novembre 2020].

Imatge 2: Panelo, I., 2020. [imatge] Disponible a: <https://www.pexels.com/es-es/foto/lente-papel-texto-pagina-4567486/> [Accedit 7 novembre 2020].

Imatge 3: Pixabay, 2016. [imatge] Disponible a: <https://www.pexels.com/es-es/foto/arboles-bosque-cesped-elefante-247431/> [Accedit 7 novembre 2020].

Mass-images.pro. s.d. Add Noise To The Photo Online. [online] Disponible a: <https://mass-images.pro/en/batch/tpl/noise> [Accedit 27 Octubre 2020].

Pauline, D., 2018. Little Bird By Febin Raj - Thearthunters. [online] The Arthunters. Disponible a: <https://www.thearthunters.com/little-bird-by-febin-raj/> Accedit 24 Desembre 2020].