

# A Conservation Carol

## APPROCCI INTERDISCIPLINARI NELL' AMBITO DELLA CONSERVAZIONE DEI BENI CULTURALI

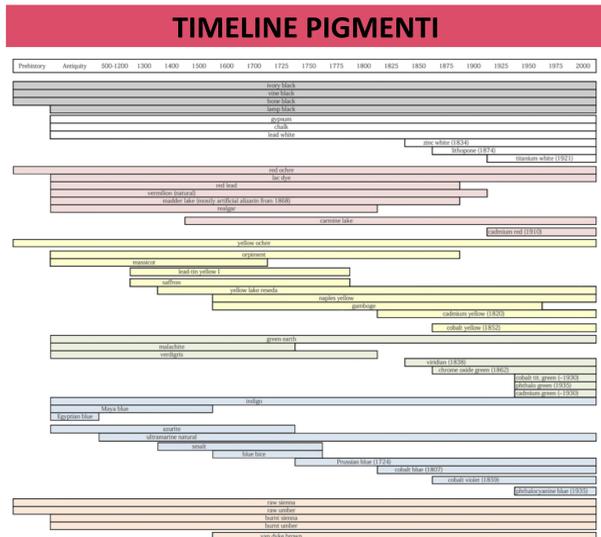
### GAMUT MAPPING DI PIGMENTI PITTORICI NELLE DIVERSE EPOCHE STORICHE

Alessandro Mantoan\*<sup>1</sup>, Alice Plutino<sup>1</sup> e Alessandro Rizzi<sup>1</sup>

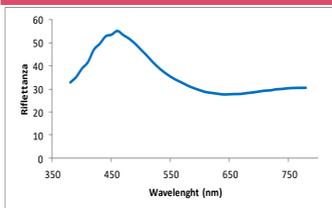
\*Corresponding Author: [alessandromantoan@hotmail.it](mailto:alessandromantoan@hotmail.it)

<sup>1</sup>Dipartimento di Informatica, Università degli Studi di Milano

Le analisi colorimetriche dei pigmenti pittorici possono offrire una diversa rappresentazione e visualizzazione dei dati provenienti da analisi di riflettanza, spesso utilizzate a fini di identificazione: se gli spettri in riflettanza dei pigmenti mostrano il colore "fisico", ovvero l'intensità della radiazione elettromagnetica emessa alle diverse lunghezze d'onda rispetto ad uno standard bianco, attraverso la creazione di spazi colorimetrici e relative coordinate possiamo indagare i pigmenti sulla base del colore percepito, fornendo alla spettroscopia un ulteriore strumento d'indagine.



### PASSAGGIO DA SPETTRO IN RIFLETTANZA A XYZ



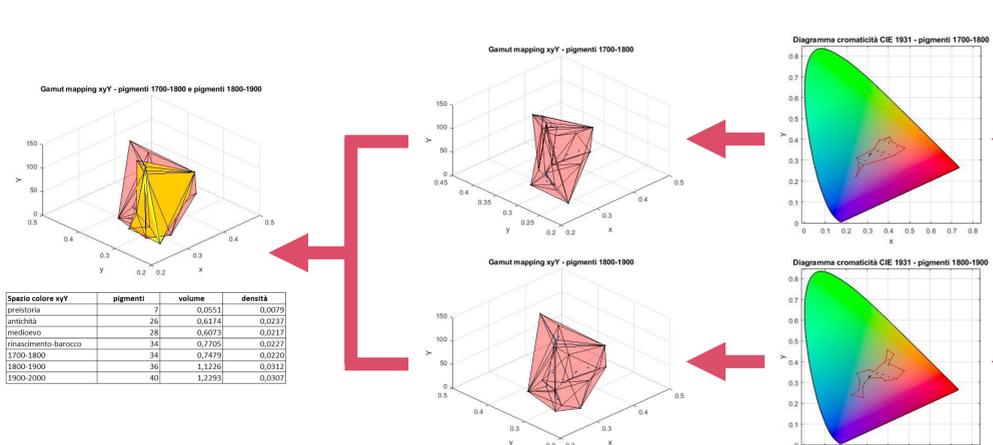
$$X = \frac{1}{N} \sum_i x_i R_i I_i \Delta\lambda$$

$$Y = \frac{1}{N} \sum_i y_i R_i I_i \Delta\lambda$$

$$Z = \frac{1}{N} \sum_i z_i R_i I_i \Delta\lambda$$

$$N = \sum_i y_i I_i \Delta\lambda$$

| Azzurrite | R(λ)     | G(λ)     | B(λ)   | x <sub>i</sub> | y <sub>i</sub> | z <sub>i</sub> | X        | Y        | Z        |        |
|-----------|----------|----------|--------|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|--------|
| 380       | 3.27E-01 | 49.9755  | 0.0014 | 0.0000         | 0.0005         | 0.0000         | 2.24     | 0.06     | 10.54    |        |
| 390       | 5.51E-01 | 54.8482  | 0.0042 | 0.0001         | 0.0001         | 0.0001         | 8.14     | 0.23     | 38.45    |        |
| 400       | 3.89E-01 | 62.7489  | 0.0143 | 0.0004         | 0.0002         | 0.0002         | 46.01    | 1.27     | 218.18   |        |
| 410       | 4.16E-01 | 91.4880  | 0.0435 | 0.0012         | 0.0004         | 0.0004         | 165.77   | 4.61     | 790.15   |        |
| 420       | 4.71E-01 | 93.4319  | 0.1344 | 0.0040         | 0.0016         | 0.0016         | 591.11   | 17.60    | 289.85   |        |
| 430       | 4.97E-01 | 68.6820  | 0.2839 | 0.0116         | 0.0036         | 0.0036         | 1322.63  | 49.96    | 5987.74  |        |
| 440       | 5.29E-01 | 104.8650 | 0.3483 | 0.0230         | 0.0071         | 0.0071         | 1893.59  | 127.69   | 9669.38  |        |
| 450       | 5.37E-01 | 117.5080 | 0.3362 | 0.0380         | 0.0121         | 0.0121         | 2112.47  | 238.77   | 11134.85 |        |
| 460       | 5.53E-01 | 111.8120 | 0.2960 | 0.0600         | 0.0160         | 0.0160         | 1332.63  | 391.06   | 10879.16 |        |
| 470       | 5.55E-01 | 114.8610 | 0.1954 | 0.0910         | 0.0276         | 0.0276         | 1201.29  | 559.44   | 7917.82  |        |
| 480       | 5.19E-01 | 115.9230 | 0.0956 | 0.1390         | 0.0410         | 0.0410         | 575.45   | 836.46   | 4891.38  |        |
| 490       | 4.98E-01 | 108.8150 | 0.0320 | 0.2000         | 0.0652         | 0.0652         | 173.30   | 1126.17  | 2933.38  |        |
| 500       | 4.71E-01 | 109.3440 | 0.0049 | 0.3230         | 0.2720         | 0.2720         | 25.24    | 1668.82  | 1401.12  |        |
| 510       | 4.45E-01 | 107.8020 | 0.0093 | 0.5030         | 0.1582         | 0.1582         | 44.63    | 2413.81  | 799.17   |        |
| 520       | 4.17E-01 | 104.7950 | 0.0053 | 0.7190         | 0.0725         | 0.0725         | 276.32   | 3101.15  | 341.78   |        |
| 530       | 3.92E-01 | 107.8890 | 0.1655 | 0.8820         | 0.0422         | 0.0422         | 698.65   | 3638.92  | 177.98   |        |
| 540       | 3.71E-01 | 104.4950 | 0.2994 | 0.9540         | 0.0203         | 0.0203         | 1124.36  | 3699.65  | 78.60    |        |
| 550       | 3.53E-01 | 104.9450 | 0.4335 | 0.9950         | 0.0088         | 0.0088         | 1593.64  | 3635.48  | 21.13    |        |
| 560       | 3.38E-01 | 100.0000 | 0.5945 | 0.9950         | 0.0039         | 0.0039         | 2009.06  | 3362.51  | 11.18    |        |
| 570       | 3.26E-01 | 96.3240  | 0.7621 | 0.9520         | 0.0021         | 0.0021         | 2390.96  | 2985.99  | 6.59     |        |
| 580       | 3.12E-01 | 95.7690  | 0.9163 | 0.8700         | 0.0017         | 0.0017         | 2742.12  | 2602.61  | 4.94     |        |
| 590       | 3.02E-01 | 88.8584  | 1.0263 | 0.7870         | 0.0011         | 0.0011         | 2748.21  | 2027.08  | 2.95     |        |
| 600       | 2.93E-01 | 80.0000  | 1.0622 | 0.6310         | 0.0008         | 0.0008         | 2788.86  | 1664.86  | 2.11     |        |
| 610       | 2.85E-01 | 69.9991  | 1.0020 | 0.5030         | 0.0003         | 0.0003         | 2599.51  | 1284.09  | 0.87     |        |
| 620       | 2.81E-01 | 67.6887  | 0.8545 | 0.3810         | 0.0002         | 0.0002         | 2106.47  | 939.28   | 0.47     |        |
| 630       | 2.77E-01 | 63.2089  | 0.6424 | 0.2650         | 0.0001         | 0.0001         | 1484.75  | 614.48   | 0.12     |        |
| 640       | 2.74E-01 | 63.6992  | 0.4479 | 0.1750         | 0.0000         | 0.0000         | 1028.28  | 401.76   | 0.05     |        |
| 650       | 2.72E-01 | 60.0268  | 0.2835 | 0.1070         | 0.0000         | 0.0000         | 624.08   | 255.54   | 0.00     |        |
| 660       | 2.70E-01 | 55.7148  | 0.1649 | 0.0610         | 0.0000         | 0.0000         | 365.14   | 135.07   | 0.00     |        |
| 670       | 2.77E-01 | 62.2775  | 0.0374 | 0.0320         | 0.0000         | 0.0000         | 198.98   | 72.85    | 0.00     |        |
| 680       | 2.80E-01 | 78.2842  | 0.0488 | 0.0170         | 0.0000         | 0.0000         | 102.62   | 37.30    | 0.00     |        |
| 690       | 2.83E-01 | 69.7213  | 0.0227 | 0.0062         | 0.0000         | 0.0000         | 44.79    | 16.20    | 0.00     |        |
| 700       | 2.87E-01 | 71.6091  | 0.0114 | 0.0041         | 0.0000         | 0.0000         | 23.34    | 8.43     | 0.00     |        |
| 710       | 2.91E-01 | 74.3499  | 0.0058 | 0.0021         | 0.0000         | 0.0000         | 12.51    | 4.52     | 0.00     |        |
| 720       | 2.92E-01 | 61.8048  | 0.0039 | 0.0010         | 0.0000         | 0.0000         | 5.22     | 2.49     | 0.00     |        |
| 730       | 2.97E-01 | 69.8858  | 0.0014 | 0.0005         | 0.0000         | 0.0000         | 2.99     | 1.08     | 0.00     |        |
| 740       | 2.99E-01 | 75.0870  | 0.0007 | 0.0002         | 0.0000         | 0.0000         | 1.55     | 0.56     | 0.00     |        |
| 750       | 3.01E-01 | 63.9227  | 0.0003 | 0.0001         | 0.0000         | 0.0000         | 0.64     | 0.23     | 0.00     |        |
| 760       | 3.05E-01 | 48.4182  | 0.0002 | 0.0001         | 0.0000         | 0.0000         | 0.23     | 0.08     | 0.00     |        |
| 770       | 3.08E-01 | 66.8054  | 0.0001 | 0.0000         | 0.0000         | 0.0000         | 0.17     | 0.06     | 0.00     |        |
| 780       | 3.04E-01 | 63.3020  | 0.0000 | 0.0000         | 0.0000         | 0.0000         | 0.08     | 0.03     | 0.00     |        |
|           |          |          |        |                |                |                | 34897.12 | 37910.46 | 59727.32 |        |
|           |          |          |        |                |                |                | 32.8867  | 35.1430  | 55.9672  | 122.00 |



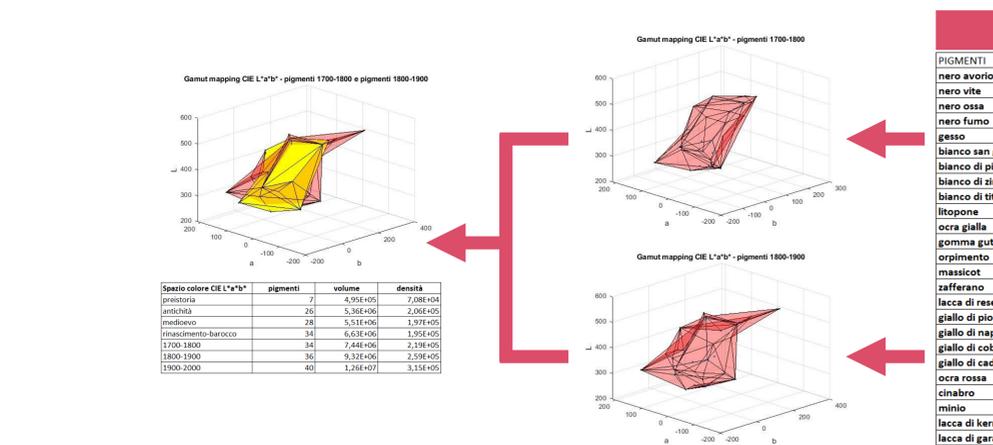
### SPAZIO COLORE CIExy

| PIGMENTI                | x      | y      | Y        | PIGMENTI                | x      | y      | Y       |
|-------------------------|--------|--------|----------|-------------------------|--------|--------|---------|
| nero avorio             | 0,3126 | 0,3304 | 15,5310  | lacca carminio          | 0,3849 | 0,3083 | 19,3051 |
| nero vite               | 0,3095 | 0,3265 | 17,1939  | rosso di cadmio         | 0,4425 | 0,3186 | 24,8413 |
| nero ossa               | 0,3094 | 0,3257 | 15,4875  | terra verde             | 0,3289 | 0,3514 | 41,2659 |
| nero fumo               | 0,3060 | 0,3202 | 16,5473  | verdigris               | 0,2499 | 0,3110 | 20,9607 |
| gesso                   | 0,3130 | 0,3285 | 108,2889 | malachite               | 0,2914 | 0,3453 | 62,7430 |
| bianco san giovanni     | 0,3171 | 0,3322 | 112,4731 | verde di cromo          | 0,3090 | 0,3615 | 27,0356 |
| bianco di piombo        | 0,3103 | 0,3259 | 126,1809 | verde smeraldo          | 0,2521 | 0,3433 | 30,5673 |
| bianco di zinco         | 0,3114 | 0,3276 | 123,8266 | verde di cadmio         | 0,2557 | 0,3899 | 30,6176 |
| bianco di titanio       | 0,3088 | 0,3256 | 130,5137 | verde cobalto           | 0,2919 | 0,3828 | 35,1095 |
| litopone                | 0,3091 | 0,3288 | 112,5855 | verde ftalcianina       | 0,2691 | 0,3220 | 18,3878 |
| ocra gialla             | 0,4022 | 0,3904 | 60,0920  | indaco                  | 0,2874 | 0,2966 | 17,4685 |
| gomma gutta             | 0,4448 | 0,4006 | 58,7253  | azzurrite               | 0,2635 | 0,2859 | 35,1430 |
| massicot                | 0,4045 | 0,4114 | 69,9273  | maya blu                | 0,2683 | 0,2863 | 20,6524 |
| zafferrano              | 0,3793 | 0,3928 | 87,9522  | blu egizio              | 0,2469 | 0,2539 | 30,1667 |
| zafferrano              | 0,4158 | 0,3889 | 53,1330  | blu oltremare           | 0,2594 | 0,2639 | 38,6626 |
| lacca di reseda         | 0,3867 | 0,3999 | 55,4506  | amaltino                | 0,2454 | 0,2208 | 22,2507 |
| giallo di piombo-stagno | 0,3563 | 0,3959 | 97,8545  | blu di prussia          | 0,2787 | 0,2767 | 14,8348 |
| giallo di napoli        | 0,3971 | 0,4070 | 71,6147  | blu di brema            | 0,2655 | 0,3060 | 49,7133 |
| giallo di cobalto       | 0,4276 | 0,4357 | 76,6499  | blu cobalto             | 0,2260 | 0,2405 | 33,9763 |
| giallo di cadmio        | 0,3976 | 0,4562 | 104,4772 | blu ftalcianina         | 0,2580 | 0,2490 | 15,8883 |
| ocra rossa              | 0,3791 | 0,3397 | 27,0960  | violetto di cobalto     | 0,2814 | 0,2271 | 25,8792 |
| cinabro                 | 0,4020 | 0,3279 | 33,5881  | terra ombra naturale    | 0,3504 | 0,3461 | 21,6859 |
| minio                   | 0,4762 | 0,3565 | 44,7807  | terra ombra bruciata    | 0,3447 | 0,3412 | 17,6811 |
| lacca di kermes         | 0,4287 | 0,3237 | 23,4287  | bruno van dyck          | 0,3163 | 0,3306 | 15,3597 |
| lacca di garanza        | 0,3659 | 0,3239 | 39,1834  | terra di siena naturale | 0,4019 | 0,3812 | 42,6649 |
| realgar                 | 0,4404 | 0,3652 | 40,8877  | terra di siena bruciata | 0,3706 | 0,3378 | 20,3834 |

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

$$Y = Y$$



### SPAZIO COLORE CIE L\*a\*b\*

| PIGMENTI                | L        | a         | b        | PIGMENTI                | L        | a         | b         |
|-------------------------|----------|-----------|----------|-------------------------|----------|-----------|-----------|
| nero avorio             | 273,4210 | -1,9049   | 1,2836   | lacca carminio          | 295,1826 | 127,6355  | 15,8820   |
| nero vite               | 283,3984 | -1,2485   | -4,0487  | rosso di cadmio         | 322,4668 | 196,6545  | 68,2454   |
| nero ossa               | 273,1468 | -2,4011   | -4,7956  | terra verde             | 384,8560 | -8,6585   | 40,1714   |
| nero fumo               | 279,5972 | 2,3312    | -11,8409 | verdigris               | 303,8354 | -74,9915  | -49,8188  |
| gesso                   | 536,9077 | 2,0517    | -0,7034  | malachite               | 444,9421 | -77,1443  | 9,2042    |
| bianco san giovanni     | 543,9392 | 3,6301    | 9,8584   | verde di cromo          | 332,1529 | -52,0513  | 34,5683   |
| bianco di piombo        | 565,8207 | -130,7100 | -8,3198  | verde smeraldo          | 346,6968 | -128,6956 | -16,6702  |
| bianco di zinco         | 562,1794 | 0,1604    | -3,8648  | verde di cadmio         | 346,8956 | -146,8637 | 47,8508   |
| bianco di titanio       | 572,4055 | -1,7456   | -10,4688 | verde cobalto           | 363,8390 | -115,8767 | 52,0201   |
| litopone                | 544,1224 | -8,5508   | -3,6646  | verde ftalcianina       | 290,1737 | -55,4098  | -27,7166  |
| ocra gialla             | 438,3566 | 53,3030   | 166,6821 | indaco                  | 284,9839 | 8,3001    | -45,5712  |
| gomma gutta             | 434,8959 | 89,8340   | 240,6687 | azzurrite               | 363,9598 | -16,7709  | -85,8559  |
| orpimento               | 461,9035 | 23,4814   | 211,5347 | maya blu                | 302,2596 | -6,3513   | -69,2674  |
| massicot                | 499,8699 | 11,7967   | 168,4211 | blu egizio              | 345,1054 | 11,9049   | -135,4824 |
| zafferrano              | 420,0933 | 75,3190   | 170,9591 | blu oltremare           | 376,2428 | 19,1752   | -124,2630 |
| lacca di reseda         | 426,3439 | 11,1025   | 161,4372 | amaltino                | 310,2665 | 75,2639   | -171,3237 |
| giallo di piombo-stagno | 518,5458 | -41,4212  | 155,3692 | blu di prussia          | 269,0265 | 24,0136   | -68,0584  |
| giallo di napoli        | 465,7171 | 18,3163   | 197,9909 | blu di brema            | 410,5293 | -54,9756  | -64,2777  |
| giallo di cobalto       | 476,7521 | 22,8713   | 288,4581 | blu cobalto             | 359,7076 | -5,9653   | -173,3832 |
| giallo di cadmio        | 530,3427 | -66,9702  | 315,5699 | blu ftalcianina         | 275,6199 | 36,8156   | -110,8340 |
| ocra rossa              | 332,4145 | 82,5790   | 52,3857  | violetto di cobalto     | 327,1165 | 136,7671  | -152,1697 |
| cinabro                 | 358,2713 | 142,8955  | 57,3041  | terra ombra naturale    | 307,4823 | 29,7780   | 38,8616   |
| minio                   | 395,9283 | 213,2343  | 173,7426 | terra ombra bruciata    | 286,2000 | 26,8093   | 28,4447   |
| lacca di kermes         | 315,9256 | 167,2476  | 63,6630  | bruno van dyck          | 272,3493 | 2,8530    | -3,1582   |
| lacca di garanza        | 377,9962 | 100,5880  | 28,5412  | terra di siena naturale | 389,3357 | 61,4219   | 136,0193  |
| realgar                 | 383,6277 | 142,2860  | 146,3400 | terra di siena bruciata | 300,8718 | 66,9151   | 40,7165   |

$$L = 116f_y - 16 \quad f_x = \sqrt{\frac{X}{Y}}$$

$$a = 50(f_x - f_x') \quad f_y = \sqrt{\frac{Y}{Z}} \quad x_r = X/Y$$

$$b = 200(f_y - f_y') \quad f_z = \sqrt{\frac{Z}{Y}} \quad y_r = Y/Y$$

$$Z_r = Z/Z$$

B