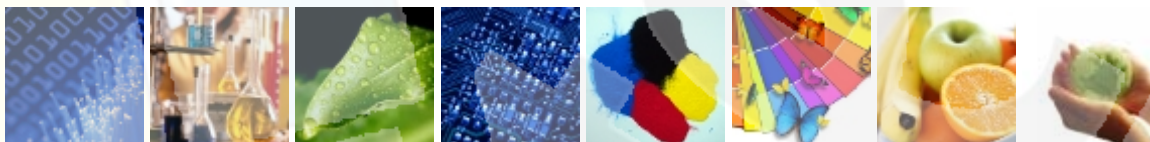



ANALISI DEL CICLO DI VITA DI CARTUCCE PER STAMPANTI LASER RIGENERATE DA SEA S.R.L.



| | |
|-----------------------|--|
| TIPO DOCUMENTO: | Rapporto tecnico LCA |
| SIGLA/IDENTIFICATIVO: | RT-103 |
| DATA EMISSIONE: | 7/10/2013 |
| REVISIONE | 0 |
| PAGINE | 1-59 |
| COMMITTENTE: | SEA Free-Tech s.r.l. Via S. Antonio, 51 - 82030 Limatola (BN) P.IVA 05102851218 |
| AUTORE: | LCA-lab SRL -laboratorio di ricerca e consulenza ambientale- Spin-off  c/o ENEA (sede operativa) -via Martiri di Monte Sole, 4 -40129 Bologna Sede legale: Via Bonci 4 - 40137 Bologna. P.I. e C.F. 02743831204 info@lca-lab.com |
| RIFERIMENTI: | francesca.falconi@ enea.it |

INDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | INTRODUZIONE | 3 |
| 2. | L'AZIENDA | 3 |
| 2.1 | Criterio di selezione delle cartucce per lo studio LCA..... | 3 |
| 3. | ANALISI DEL CICLO DI VITA | 17 |
| 3.1 | L'obiettivo dello studio | 17 |
| 3.2 | Il campo di applicazione | 17 |
| 3.2.1 | L'unità funzionale..... | 17 |
| 3.2.2 | Il sistema studiato..... | 17 |
| 3.2.3 | I confini del sistema..... | 17 |
| 3.2.4 | La qualità dei dati..... | 19 |
| 3.2.5 | La metodologia LCIA..... | 19 |
| 4. | ANALISI DI INVENTARIO | 20 |
| 4.1 | La Raccolta dati | 20 |
| 4.2 | La Modellizzazione dei processi..... | 23 |
| 4.2.1 | Cartuccia B/N piccola..... | 23 |
| 4.2.2 | Cartuccia B/N media..... | 26 |
| 4.2.3 | Cartuccia B/N grande..... | 29 |
| 4.2.4 | Cartuccia Co piccola..... | 32 |
| 4.2.5 | Cartuccia Co media..... | 34 |
| 4.2.6 | Cartuccia Co grande..... | 38 |
| 5. | ANALISI DEGLI IMPATTI..... | 41 |
| 5.2 | Calcolo dei potenziali impatti ambientali..... | 41 |
| 5.2.1 | Impatti cartuccia B/N piccola | 42 |
| 5.2.2 | Impatti cartuccia B/N media | 44 |
| 5.2.3 | Impatti cartuccia B/N grande..... | 46 |
| 5.2.4 | Impatti cartuccia Co piccola..... | 48 |
| 5.2.5 | Impatti cartuccia Co media..... | 50 |
| 5.2.6 | Impatti cartuccia Co grande..... | 52 |
| 5.3 | Calcolo dei consumi di risorse | 53 |
| 5.4 | Confronto fra cartucce..... | 54 |

1. INTRODUZIONE

Lo studio che segue costituisce l'analisi LCA (*Life Cycle Assessment*) di un set di cartucce per stampanti laser rigenerate da SEA S.r.l. nell'anno 2012 con l'obiettivo di valutare gli impatti ambientali generati dal ciclo di vita della ricostruzione di cartucce per stampanti laser a partire dal recupero di cartucce originali dismesse e altrimenti destinate a fine vita. Il prodotto denominato "cartuccia rigenerata" è un prodotto variabile poiché dipende dalla tipologia di cartuccia originale recuperata: per questo motivo è stato elaborato un criterio che individua un numero limitato di prodotti. Questi prodotti, per i quali viene effettuato lo studio LCA, vengono definiti come rappresentativi della realtà produttiva di SEA.

Lo studio LCA è condotto in accordo ai seguenti standard e requisiti:

- UNI EN ISO 14040:2006, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO 14044:2006, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- PCR 2010:04, "*Laser Printers used with data processing machines*", CPC 45264, dated 2010-04-19, rev.1.1.

2. L'AZIENDA

La S.E.A. Srl produce cartucce rigenerate per stampanti laser e inkjet e opera sul mercato europeo dal 1994, in pochi anni S.E.A. ha maturato una notevole esperienza diventando un punto di riferimento per qualità e servizio sia in Italia che all'estero. Oggi la S.E.A. ha uffici commerciali in Italia e in Europa, circa 80 dipendenti e due stabilimenti produttivi. Produce e distribuisce i propri prodotti con più di trecento brand.

Per rigenerazione di una cartuccia si intende la sua ricostruzione a partire da una cartuccia esausta, e altrimenti destinata a smaltimento finale, che viene disassemblata e sostituita solo nelle parti non più utilizzabili.

La legge a tutela del copyright vieta la riproduzione delle scocche di toner e inkjet, pertanto, nel rispetto della normativa, la Sea utilizza unicamente vuoti vergini per il compatibile (usati una sola volta come originali). Inoltre, una volta uscito un OEM¹, la SEA redige quello che viene definito "Protocollo di Lavorazione", ossia un elenco puntuale dei materiali e delle tecniche che permetterà di ricreare sempre le stesse condizioni di rigenerazione.

La Sea ha ottenuto le certificazioni: ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001, STMC EC RC Prodotto.

2.1 Criterio di selezione delle cartucce per lo studio LCA

Lo studio LCA riguarda solo le cartucce laser, la gamma di prodotti è molto ampia ed è strettamente correlata all'originale da ricostruire, pertanto, a partire da tutte le cartucce

¹ OEM=Original equipment manufacturer

prodotte nell'anno 2012, e applicando uno specifico criterio, sono state individuate 6 tipologie di cartucce per le quali effettuare l'analisi LCA.

Il criterio suddivide le cartucce nelle due macrocategorie cartucce in bianco e nero (definite come Ca_BN) e Cartucce a colori (definite come Ca_CO), successivamente le due macrocategorie sono state a loro volta suddivise, in base al numero di potenziali fogli stampabili, come indicato in tab.1.

| NUMERO DI COPIE | CATEGORIA | SIGLA |
|-----------------|-----------|-------|
| 0-4000 | PICCOLA | Pi |
| 4001-9000 | MEDIA | Me |
| >9001 | GRANDE | Gr |

Tab. 1 - Criterio di selezione per numero di stampe.

Pertanto, tutte le cartucce prodotte da SEA S.R.L. nell'anno 2012 vengono suddivise in base alla classificazione precedentemente descritta e inserite in una delle seguenti sei categorie (tab. 2): Ca_BN_Pi, Ca_BN_Me, Ca_BN_Gr, Ca_CO_Pi, Ca_CO_Me e Ca_CO_Gr.

| COLORE | PRODUTTORE OEM | DESCRIZIONE | CODICE OEM | COPIE | CATEGORIA DI CLASSIFICAZIONE |
|--------|----------------|---|----------------------|-------|------------------------------|
| Nero | Brother | HL 630, 631, 660 | TN 100 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 820, 1040, 1050, 1060 | TN 200 | 2200 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 8050 N | TN 1700 | 17000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Brother | HL 2030, 2040, 2070N | TN 2000 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 2140 | TN 2110 | 1500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 2140 | TN 2120 | 2600 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 2035 | TN 2005 | 1500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 5130, 5140, 5150, 5170 | TN 3030 | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 2240, HL 2250 | TN 2220 | 2600 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL 5130, 5140, 5150, 5170 | TN 3060 | 6700 | Ca_BN_Me |
| Nero | Brother | HL 5240, 5250, 5270 | TN 3170 | 7000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Brother | HL- 5340 | TN 3230 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Brother | HL- 5340 | TN 3280 | 8000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Brother | HL 6050, D, DN | TN 4100 | 7500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Brother | HL 7050, 7050N | TN 5500 | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Brother | HL 1030, 1240, 1250, 1270N | TN 6600 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Brother | HL 1650, 1670N | TN 7600 | 6500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Brother | 8070P, MFC 9070, 9160, 9180 | TN 8000 | 2200 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Canon | FX-3 L 200, 250, 260, 300, 350 | H11-6381, FX-3 | 5000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Canon | FX-4 L 800, 900 | H11-6401, FX-4 | 4000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Canon | FX-6 Fax L 1000 | H11-6431, FX-6 | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | FX-7 Fax L 2000 | 7621A002, FX-7 | 4500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | FX-10 | FX-10, 0263B002 | 2000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Canon | EP-27 LBP 3200 | 8489A002, EP-27 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Canon | PC D 300, 320, 340, FAX L 380, L 400 | 7833A002, T Modul, F | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Canon | A-30 FC 1, 2, 3, 5, 6, 7, 22, PC 1, 2, 3, 5 | F41-4102, A-30 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Canon | E-30 FC 210, 230, 310, 330, 530, PC 740 | 1474A003, E-30 | 4000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Canon | M Modul PC 1210 D, 1230 D, 1270 D | 6812A002, M Modul | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | CEXV 5 | C-EXV5 | 7850 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | CEXV 11 | C-EXV11 | 21000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Canon | GP 215 | GP215 | 9600 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Canon | NPG 18 | 6647A002 / C-EXV3 | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Canon | NPG 21 | 7814A002 / C-EXV7 | 5300 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | NPG 28 | 0384B002 / C-EXV14 | 8300 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | NPG 32 | 0386B002 / C-EXV18 | 8400 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | NPG-11 | NPG-11 | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Canon | CEXV-1 | CEXV-1 | 33000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Dell | P1500 | 593-10004 | 3000 | Ca_BN_Pi |

| | | | | | |
|------|-----------------|---------------------------------------|-------------------------|-------|----------|
| Nero | Dell | P1500 | 593-10006 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Dell | 2335DN | 593-10329 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Dell | M 5200 | R0137 | 18000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Dell | S 2500 | 310-3674 | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Dell | W 5300 | M2925 | 32000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Epson | EPL 5700, 5800 | C13S050010 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Epson | EPL 6200 | S050166 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Epson | M2000 | C13S050436 | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Epson | M2000 | C13S050435 | 8000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 5L, 6L, 5ML, 6LXI, 3100 | C3906A, EP A | 4500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4V, MV, V | C3900A, EP B | 8100 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4, 4M, 4MX, 5, 5N, 5M | 92298X, EP E | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4L, 4ML, 4P, 4MP, 4J | 92274A, EP P | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 5P, 5MP, 6P, 6MP | C3903A, EP V | 4000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 5si, Mopier 240, 8000 | C3909A, EP W | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 5si, Mopier 240, 8000 | C3909X, EP W | 22000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1010, 1012, 1015, 3015, 3020, 3030 | Q2612A | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1100 | C4092A, EP 22 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1150 | Q2624A | 7500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1160, 1320 | Q5949A | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1200 | C7115A, EP 25 A | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1200 | C7115X, EP 25 X | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1300 | Q2613A | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1300 | Q2613X | 10500 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1320 | Q5949X | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2100 | C4096A | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2100 | C4096X | 10000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2300 | Q2610A | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2410, 2420, 2430 | Q6511A | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2410, 2420, 2430 | Q6511X | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4000 | C4127A, EP 52 A | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4000 | C4127X, EP 52 X | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4100 | C8061A, EP 65 A | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4100 | C8061X, EP 65 CHIP X | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4200 | Q1338A | 24000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4250, 4350 | Q5942A | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4250, 4350 | Q5942X | 27000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4300 | Q1339A | 24000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4345 | Q5945A | 18000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 5000 | C4129X, EP 62 | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 5200, 5200 dtn, 5200 tn | Q7516A | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 8100 | C4182X, EP 72 | 20000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 9000 | C8543X | 30000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P2015 | Q7553A | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P2015 | Q7553X | 14000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P3005 | Q7551A | 6500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P3005 | Q7551X | 13000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ M5035MFP | Q7570A | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | P 1005 | CB435A | 1500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | P 1505 | CB436A | 2000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4015, 4515 | CC364A | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4015, 4515 | CC364X | 24000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P3015 | CE255X | 12500 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P3015 | CE255A | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P1566 | CE278A | 2100 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ P1102 | CE285A | 1600 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2055 | CE505A | 2300 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2055 | CE505X | 6500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Hewlett Packard | LJ CP 4525 | CE260X | 17000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ M4555 | CE390A | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Hewlett Packard | LJ M4555 | CE390X | 24000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 1000 | TK-17 | 11000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 1020 | TK-18 | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 1700, 3700, 6700 | TK-20H | 20000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 3000 | TK-30H | 33000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 1900 | TK-50H | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 1800, 3800 | TK-60 | 20000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 1920 | TK-55 | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 3820, 3830 | TK-65 | 20000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 6020, 6020 | TK-400 | 10000 | Ca_BN_Gr |

| | | | | | |
|------|----------------|---------------------------------|---------------------|-------|----------|
| Nero | Kyocera | FS 720, 820, 920 | TK-110 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Kyocera | FS 1030 | TK-120 | 7200 | Ca_BN_Me |
| Nero | Kyocera | FS 1300 | TK-130 | 7200 | Ca_BN_Me |
| Nero | Kyocera | FS 110 | TK-140 | 4000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Kyocera | FS1320 | TK-170 | 7200 | Ca_BN_Me |
| Nero | Kyocera | FS 2000, 3900, | TK-310 | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 3900 | TK-320 | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 4000 black | TK-330 | 20000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 2020 | TK-340 | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 3920 | TK-350 | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Kyocera | FS 4020 | TK-360 | 20000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA E | 69G8256 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | OPTRA E260 | E260A11E | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | OPTRA E360 | E360H11E | 9000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 120 | 12036SE | 2000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 210, 212 | 10S0150 | 2000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | E220 | 12S0300 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 310, 312 | 13T0101 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 320, 322, 322 N | 08A0478 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 321, 323, 323 N | 12A7400 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 321, 323, 323 N | 12A7405 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 230, 232, 234, 330, 332 | 12A8400 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 330, 332 | 12A8405 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 250, E 350 D, E 352 | 0E250A21E | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 352 | 0E352H21E | 9000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA E 450 | 0E450A21E | 11000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA E460 | E460X11E | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA E462dt | E462U11E | 18000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA M 410, 410 N, 412, 412 N | 17G0154 | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA S 4059, 1250, 1650, 1855 | 1382925 | 7500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA T 610, 612, 614, 616 | 12A5845 | 25000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 420 | 12A7415 | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 430 | 12A8420 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | T 430 | 12A8425 | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 520, 522, N, DN, X 520 | 12A6835 | 20000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 620, 622 | 12A6865 | 30000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 630, 632, 634 | 12A7462 | 21000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 632, 634 | 12A7465 | 32000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 640, 642, 644 | 64016HE | 21000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA T650 | T650A11E | 7000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA T650 | T650H11E | 25000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | T 640, 642, 644 | 64416XE | 32000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | X 422 | 12A4715, 12A3715 | 12000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA T654n | T654X11E | 36000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA X464de | X463H11G | 9000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA X464de | X463X11G | 15000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | X 464de | X463A11G | 3500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Lexmark | X 642, 644, 646 | X644H21E | 21000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | X 646 | X644X21E | 32000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA X651de | X651H11E | 25000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | OPTRA X651de | X651A11E | 7000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Lexmark | OPTRA X654 | X654X11E | 36000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Lexmark | X 215 | 0018S0090 | 3200 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Konica Minolta | BIZHUB 20 | A32W011 | 8000 | Ca_BN_Me |
| Nero | OKI | 400 E, 600 E | 9002395 | 2000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | OKI | 10 EX | 40433203 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | OKI | 14 EX | 41331702 | 4000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | OKI | B 4300 | 42102901 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | OKI | B 4200 | 1103402 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | OKI | B 4600 | 43502002 | 7000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | ML 1210, 1010 | ML - 1210 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML 1520, 1515 | ML-1520 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML 1710/1510 | ML1710D3 Maxi | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | ML 1510, 1710, 1750 | ML-1710 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML 1660/1665 | MLT-D1042S | 1500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML 1610 | ML-1610 | 2000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML 1650 | ML-1650 | 8000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | ML-1640, 2240 | MLT-D1082S/ELS | 1500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML-1910 | MLT-D1052L | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML 2010 | ML-2010 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML 2150 | ML-2150 D8/ELS | 8000 | Ca_BN_Me |

| | | | | | |
|---------|-----------------|---|----------------|-------|----------|
| Nero | Samsung | ML 2250 | ML-2250 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML-3310/SCX-4833FD | MLT-D205L/ELS | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | ML 3050 | ML-D3050B/ELS | 8000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | ML 3470 | ML-D3470B | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Samsung | ML 4300, 4500, 4600 | ML-4500 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | ML D 2850 B | ML D2850B | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | ML-6060 | ML-6060 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | SCX 4720 | SCX-4720D5/SEE | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | SF 5100, 5100P, SF 530, 531, 515 | SF-5100 | 2500 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | SCX 4016, 4216 D, 4216 F, SF 560, 565, 565 P | SCX-4216D3/SEE | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | SCX 4521 F, 4521 | SCX-4521D3 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | SCX-4100 | SCX-4100D3 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | SCX 5112, SCX 5115, SCX 5312 F, SCX 5312 FD, SCX 5315 F, SF 830 | SCX-5312D6 | 6000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | SCX 4200 | SCX-D4200A | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | SCX-4300 | MLT-D1092S | 2000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Samsung | SCX-4824 | SCX-4824 | 5000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Samsung | SCX-5530 | SCX-5530B/ELS | 8000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Xerox | Phaser 3117,3122,3124,3125 | 106R01159 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Xerox | Phaser 3200 | 113R00730 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Xerox | Phaser 3435 | 106R01415 | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Xerox | Phaser WorkCentre 3210, 3220 | 106R01486 | 4100 | Ca_BN_Me |
| Nero | Xerox | Phaser 4510 | 113R00711 | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Xerox | Phaser 4510 | 113R00712 | 19000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Panasonic | FAX UF- 5300 | UG3380 | 8000 | Ca_BN_Me |
| Nero | Panasonic | FAX UF 550, 560, 770, 855, 895 | UG3313 | 10000 | Ca_BN_Gr |
| Nero | Panasonic | FAX UF 585, 590, 595 | UG3350 | 7500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Philips | Philips 6080 | PFA 821 | 3000 | Ca_BN_Pi |
| Nero | Philips | Philips 6080 | PFA 822 | 5500 | Ca_BN_Me |
| Nero | Brother | HL 4040, MFC-9440 | TN-135BK | 5000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | TN-135C | 4000 | |
| Magenta | | | TN-135M | 4000 | |
| Giallo | | | TN-135Y | 4000 | |
| Nero | Brother | HL 3040 | TN230BK | 2200 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | TN230C | 1400 | |
| Magenta | | | TN230M | 1400 | |
| Giallo | | | TN230Y | 1400 | |
| Nero | Dell | 2135CN | 593-10320 | 2500 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | 593-10321 | 2500 | |
| Magenta | | | 593-10323 | 2500 | |
| Giallo | | | 593-10322 | 2500 | |
| Nero | Dell | 3115CN | 593-10170 | 8000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 593-10171 | 8000 | |
| Magenta | | | 593-10172 | 8000 | |
| Giallo | | | 593-10173 | 8000 | |
| Nero | Dell | 3115CN | 593-10169 | 5000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 593-10166 | 4000 | |
| Magenta | | | 593-10167 | 4000 | |
| Giallo | | | 593-10168 | 4000 | |
| Nero | Epson | C900, 1900 | C13S050100 | 4500 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | C13S050099 | 4500 | |
| Magenta | | | C13S050098 | 4500 | |
| Giallo | | | C13S050097 | 4500 | |
| Nero | Epson | C1100 | C13S050190 | 4000 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | C13S050189 | 4000 | |
| Magenta | | | C13S050188 | 4000 | |
| Giallo | | | C13S050187 | 4000 | |
| Nero | Hewlett Packard | Lj 1500, 2500 | C9700A | 5000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | C9701A | 4000 | |
| Giallo | | | C9702A | 4000 | |
| Magenta | | | C9703A | 4000 | |
| Nero | Hewlett Packard | Lj 2550, 2820, 2840 | Q3960A | 5000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | Q3961A | 4000 | |
| Giallo | | | Q3962A | 4000 | |
| Magenta | | | Q3963A | 4000 | |
| Nero | Hewlett Packard | Lj 3000 | Q7560A | 6500 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | Q7561A | 3500 | |
| Giallo | | | Q7562A | 3500 | |
| Magenta | | | Q7563A | 3500 | |
| Nero | Hewlett Packard | Lj 3500, 3550, 3700 | Q2670A | 6000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | Q2671A | 4000 | |

| | | | | | |
|---------|-----------------|------------------------|----------------------|-------|----------|
| Giallo | | | Q2672A | 4000 | |
| Magenta | | | Q2673A | 4000 | |
| Ciano | Hewlett Packard | LJ 3700 | Q2681A | 6000 | Ca_CO_Me |
| Giallo | | | Q2682A | 6000 | |
| Magenta | | | Q2683A | 6000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 3600, 3800 | Q6470A | 6000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | Q6471A | 4000 | |
| Giallo | | | Q6472A | 4000 | |
| Magenta | | | Q6473A | 4000 | |
| Ciano | Hewlett Packard | LJ 3800 | Q7581A | 6000 | Ca_CO_Me |
| Giallo | | | Q7582A | 6000 | |
| Magenta | | | Q7583A | 6000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 1215 | CB540A | 2200 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | CB541A | 1400 | |
| Magenta | | | CB543A | 1400 | |
| Giallo | | | CB542A | 1400 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2025 | CC530A | 3500 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | CC531A | 2800 | |
| Magenta | | | CC533A | 2800 | |
| Giallo | | | CC532A | 2800 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 2600 | Q6000A | 2500 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | Q6001A | 2000 | |
| Magenta | | | Q6003A | 2000 | |
| Giallo | | | Q6002A | 2000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4600, 4650 | C9720A, EP 85 BK | 9000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | C9721A, EP 85 C | 8000 | |
| Giallo | | | C9722A, EP 85 Y | 8000 | |
| Magenta | | | C9723A, EP 85 M | 8000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4700 | Q5950A | 11000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | Q5951A | 10000 | |
| Giallo | | | Q5952A | 10000 | |
| Magenta | | | Q5953A | 10000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4730 | Q6460A | 12000 | Ca_CO_Gr |
| Ciano | | | Q6461A | 12000 | |
| Giallo | | | Q6462A | 12000 | |
| Magenta | | | Q6463A | 12000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 5500, 5550 | C9730A, EP 86 BK | 13000 | Ca_CO_Gr |
| Ciano | | | C9731A, EP 85 C | 12000 | |
| Giallo | | | C9732A, EP 85 Y | 12000 | |
| Magenta | | | C9733A, EP 85 M | 12000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ CP6015, 6030, 6040 | CB380A | 16500 | Ca_CO_Gr |
| Ciano | | | CB381A | 21000 | |
| Giallo | | | CB382A | 21000 | |
| Magenta | | | CB383A | 21000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 4005 | CB400A | 7500 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | CB401A | 7500 | |
| Giallo | | | CB402A | 7500 | |
| Magenta | | | CB403A | 7500 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ 3525 | CE250A | 5000 | Ca_CO_Me |
| Nero | | | CE250X | 10500 | |
| Ciano | | | CE251A | 7000 | |
| Giallo | | | CE252A | 7000 | |
| Magenta | | | CE253A | 7000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ CM1415, LJ CP 1525 | CE320A (HP 128A) bla | 2000 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | CE321A (HP 128A) cya | 1300 | |
| Giallo | | | CE322A (HP 128A) yel | 1300 | |
| Magenta | | | CE323A (HP 128A) mag | 1300 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ CP 4525, LJ CP 4025 | CE260A | 8500 | Ca_CO_Gr |
| Ciano | | | CE261A | 11000 | |
| Giallo | | | CE262A | 11000 | |
| Magenta | | | CE263A | 11000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ M511 | CE400A | 5500 | Ca_CO_Me |
| Nero | | | CE400X | 11000 | |
| Ciano | | | CE401A | 6000 | |
| Magenta | | | CE403A | 6000 | |
| Giallo | | | CE402A | 6000 | |
| Nero | Hewlett Packard | LJ M475 | CE410A | 2200 | Ca_CO_Pi |
| Nero | | | CE410X | 4000 | |

| | | | | | |
|---------|-------------|--|--------------|-------|----------|
| Ciano | | | CE411A | 2600 | |
| Magenta | | | CE413A | 2600 | |
| Giallo | | | CE412A | 2600 | |
| Nero | Lexmark | C 500 | C500H2KG | 5000 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | C500H2CG | 3000 | |
| Giallo | | | C500H2YG | 3000 | |
| Magenta | | | C500H2MG | 3000 | |
| Nero | Lexmark | C 510 | 20K1403 | 10000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 20K1400 | 6600 | |
| Magenta | | | 20K1401 | 6600 | |
| Giallo | | | 20K1402 | 6600 | |
| Nero | Lexmark | C 522n, 524n, 530dn, 532n, 534n | C5222KS | 4000 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | C5222CS | 3000 | |
| Magenta | | | C5222MS | 3000 | |
| Giallo | | | C5222YS | 3000 | |
| Nero | Lexmark | C 522, 524 | C5240KH | 8000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | C5240CH | 5000 | |
| Magenta | | | C5240MH | 5000 | |
| Giallo | | | C5240YH | 5000 | |
| Nero | OKI | C 5000, 5100, 5150, 5200, 5250, 5300, 5400, 5450, MFP 5510, 5546 | 42127408 | 5000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 42127407 | 5000 | |
| Magenta | | | 42127406 | 5000 | |
| Giallo | | | 42127405 | 5000 | |
| Nero | OKI | C 5650/5750 | 43865708 | 8000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 43872307 | 6000 | |
| Magenta | | | 43872306 | 6000 | |
| Giallo | | | 43872305 | 6000 | |
| Nero | OKI | C 5800 | 43324444 | 6000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 43324443 | 5000 | |
| Giallo | | | 43324441 | 5000 | |
| Magenta | | | 43324442 | 5000 | |
| Nero | OKI | C 5850 | 43865724 | 8000 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 43865723 | 6000 | |
| Giallo | | | 43865721 | 6000 | |
| Magenta | | | 43865722 | 6000 | |
| Nero | Samsung | CLP 300 | CLP-K300A | 2000 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | CLP-C300A | 1000 | |
| Magenta | | | CLP-M300A | 1000 | |
| Giallo | | | CLP-Y300A | 1000 | |
| Nero | Samsung | CLP 310 | CLTK4092S | 1500 | Ca_CO_Pi |
| Ciano | | | CLTC4092S | 1000 | |
| Magenta | | | CLTM4092S | 1000 | |
| Giallo | | | CLTY4092S | 1000 | |
| Nero | Minolta/QMS | Magicolor 2400W, 2430W, 2450mfp, 2480mfp, 2500 | 171-0589-004 | 4500 | Ca_CO_Me |
| Ciano | | | 171-0589-007 | 4500 | |
| Magenta | | | 171-0589-006 | 4500 | |
| Giallo | | | 171-0589-005 | 4500 | |

Tab. 2 - Classificazione delle cartucce per numero di stampe.

Per tutte le cartucce precedentemente classificate si calcola l'indicatore che valuta il rapporto fra la quantità di polvere di toner della cartuccia e il numero di potenziali stampe (Tab.3), in questo modo, in base al valore di tale indicatore, è possibile selezionare quali sono, per ciascuna delle sei categorie, le cartucce significative e rappresentative della SEA srl e per queste effettuare lo studio LCA. A questo indicatore si aggiunge un ulteriore criterio di selezione che si basa sul numero di cartucce vendute: oltre all'indicatore polvere toner/numero stampe si verifica, quindi, il numero di pezzi venduti. A questo punto, incrociando un alto valore dell'indicatore relativo al toner e un alto valore di pezzi venduti si selezionano le sei cartucce che fanno parte del campione.

Le cartucce selezionate sono evidenziate in verde in Tab.3,

| CARTUCCE BIANCO/NERO PICCOLE (Ca_BN_Pi) | | | | | |
|---|-------------------|------------|-------|-------------------|------------|
| PRODUTTORE OEM | DESCRIZIONE | CODICE OEM | COPIE | PESO POLVERE (gr) | INDICATORE |
| Brother | HL 630, 631, 660 | TN 100 | 3000 | 160 | 0,0533 |
| Brother | HL820,1040, 1050, | TN 200 | 2200 | 90 | 0,0409 |

| | | | | | |
|-----------------|--|----------------------|------|-----|--------|
| | 1060 | | | | |
| Brother | HL 2030, 2040, 2070N | TN 2000 | 2500 | 120 | 0,0480 |
| Brother | HL 2140 | TN 2110 | 1500 | 70 | 0,0467 |
| Brother | HL 2140 | TN 2120 | 2600 | 120 | 0,0462 |
| Brother | HL 2035 | TN 2005 | 1500 | 80 | 0,0533 |
| Brother | HL 5130, 5140, 5150, 5170 | TN 3030 | 3500 | 140 | 0,0400 |
| Brother | HL 2240, HL 2250 | TN 2220 | 2600 | 100 | 0,0385 |
| Brother | HL- 5340 | TN 3230 | 3000 | 130 | 0,0433 |
| Brother | 8070P, MFC 9070, 9160, 9180 | TN 8000 | 2200 | 100 | 0,0455 |
| Canon | FX-4 L 800, 900 | H11-6401, FX-4 | 4000 | 210 | 0,0525 |
| Canon | FX-10 | FX-10, 0263B002 | 2000 | 140 | 0,0700 |
| Canon | EP-27 LBP 3200 | 8489A002, EP-27 | 2500 | 160 | 0,0640 |
| Canon | PC D 300, 320, 340, FAX L 380, L 400 | 7833A002, T Modul, F | 3500 | 170 | 0,0486 |
| Canon | A-30 FC 1, 2, 3, 5, 6, 7, 22, PC 1, 2, 3, 5 | F41-4102, A-30 | 3000 | 180 | 0,0600 |
| Canon | E-30 FC 210, 230, 310, 330, 530, PC 740 | 1474A003, E-30 | 4000 | 140 | 0,0350 |
| Dell | P1500 | 593-10004 | 3000 | 100 | 0,0333 |
| Epson | M2000 | C13S050436 | 3500 | 160 | 0,0457 |
| Hewlett Packard | LJ 4L, 4ML, 4P, 4MP, 4J | 92274A, EP P | 3000 | 160 | 0,0533 |
| Hewlett Packard | LJ 5P, 5MP, 6P, 6MP | C3903A, EP V | 4000 | 180 | 0,0450 |
| Hewlett Packard | LJ 1010, 1012, 1015, 3015, 3020, 3030 | Q2612A | 3500 | 170 | 0,0486 |
| Hewlett Packard | LJ 1100 | C4092A, EP 22 | 2500 | 140 | 0,0560 |
| Hewlett Packard | LJ 1160, 1320 | Q5949A | 2500 | 140 | 0,0560 |
| Hewlett Packard | LJ 1200 | C7115A, EP 25 A | 2500 | 130 | 0,0520 |
| Hewlett Packard | LJ 1200 | C7115X, EP 25 X | 3500 | 170 | 0,0486 |
| Hewlett Packard | LJ 1300 | Q2613A | 2500 | 160 | 0,0640 |
| Hewlett Packard | LJ P2015 | Q7553A | 3000 | 140 | 0,0467 |
| Hewlett Packard | P 1005 | CB435A | 1500 | 60 | 0,0400 |
| Hewlett Packard | P 1505 | CB436A | 2000 | 80 | 0,0400 |
| Hewlett Packard | LJ P1566 | CE278A | 2100 | 85 | 0,0405 |
| Hewlett Packard | LJ P1102 | CE285A | 1600 | 65 | 0,0406 |
| Hewlett Packard | LJ 2055 | CE505A | 2300 | 100 | 0,0435 |
| Kyocera | FS 110 | TK-140 | 4000 | 190 | 0,0475 |
| Lexmark | OPTRA E | 69G8256 | 3000 | 100 | 0,0333 |
| Lexmark | OPTRA E260 | E260A11E | 3500 | 160 | 0,0457 |
| Lexmark | OPTRA E 120 | 12036SE | 2000 | 80 | 0,0400 |
| Lexmark | OPTRA E 210, 212 | 10S0150 | 2000 | 60 | 0,0300 |
| Lexmark | E220 | 12S0300 | 2500 | 90 | 0,0360 |
| Lexmark | OPTRA E 321, 323, 323 N | 12A7400 | 3000 | 100 | 0,0333 |
| Lexmark | OPTRA E 230, 232, 234, 330, 332 | 12A8400 | 3000 | 100 | 0,0333 |
| Lexmark | X 464de | X463A11G | 3500 | 150 | 0,0429 |
| OKI | 400 E, 600 E | 9002395 | 2000 | 60 | 0,0300 |
| OKI | 10 EX | 40433203 | 2500 | 66 | 0,0264 |
| OKI | 14 EX | 41331702 | 4000 | 110 | 0,0275 |
| OKI | B 4200 | 1103402 | 2500 | 70 | 0,0280 |
| Samsung | ML 1210, 1010 | ML - 1210 | 2500 | 60 | 0,0240 |
| Samsung | ML 1520, 1515 | ML-1520 | 3000 | 80 | 0,0267 |
| Samsung | ML 1510, 1710, 1750 | ML-1710 | 3000 | 90 | 0,0300 |
| Samsung | ML 1660/1665 | MLT-D1042S | 1500 | 65 | 0,0433 |
| Samsung | ML 1610 | ML-1610 | 2000 | 80 | 0,0400 |
| Samsung | ML-1640, 2240 | MLT-D1082S/ELS | 1500 | 65 | 0,0433 |
| Samsung | ML-1910 | MLT-D1052L | 2500 | 80 | 0,0320 |
| Samsung | ML 2010 | ML-2010 | 3000 | 90 | 0,0300 |
| Samsung | ML 2250 | ML-2250 | 3000 | 110 | 0,0367 |
| Samsung | ML 4300, 4500, 4600 | ML-4500 | 2500 | 60 | 0,0240 |
| Samsung | SF 5100, 5100P, SF 530, 531, 515 | SF-5100 | 2500 | 80 | 0,0320 |
| Samsung | SCX 4016, 4216 D, 4216 F, SF 560, 565, 565 P | SCX-4216D3/SEE | 3000 | 90 | 0,0300 |

| | | | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------|--------------|--------------------------|-------------------|
| Samsung | SCX 4521 F, 4521 | SCX-4521D3 | 3000 | 80 | 0,0267 |
| Samsung | SCX-4100 | SCX-4100D3 | 3000 | 75 | 0,0250 |
| Samsung | SCX 4200 | SCX-D4200A | 3000 | 80 | 0,0267 |
| Samsung | SCX-4300 | MLT-D1092S | 2000 | 55 | 0,0275 |
| Xerox | Phaser 3117,3122,3124,3125 | 106R01159 | 3000 | 85 | 0,0283 |
| Xerox | Phaser 3200 | 113R00730 | 3000 | 90 | 0,0300 |
| Philips | Philips 6080 | PFA 821 | 3000 | 150 | 0,0500 |
| CARTUCCE BIANCO/NERO MEDIE (Ca_BN_Me) | | | | | |
| PRODUTTORE OEM | DESCRIZIONE | CODICE OEM | COPIE | PESO POLVERE (gr) | INDICATORE |
| Brother | HL 5130, 5140, 5150, 5170 | TN 3060 | 6700 | 230 | 0,0343 |
| Brother | HL 5240, 5250, 5270 | TN 3170 | 7000 | 200 | 0,0286 |
| Brother | HL 1030, 1240, 1250, 1270N | TN 6600 | 6000 | 230 | 0,0383 |
| Brother | HL 1650, 1670N | TN 7600 | 6500 | 230 | 0,0354 |
| Canon | FX-3 L 200, 250, 260, 300, 350 | H11-6381, FX-3 | 5000 | 180 | 0,0360 |
| Canon | FX-6 Fax L 1000 | H11-6431, FX-6 | 5000 | 300 | 0,0600 |
| Canon | FX-7 Fax L 2000 | 7621A002, FX-7 | 4500 | 290 | 0,0644 |
| Canon | M Modul PC 1210 D, 1230 D, 1270 D | 6812A002, M Modul | 5000 | 240 | 0,0480 |
| Canon | CEXV 5 | C-EXV5 | 7850 | 440 | 0,0561 |
| Canon | NPG 21 | 7814A002 / C- EXV7 | 5300 | 300 | 0,0566 |
| Canon | NPG 28 | 0384B002 / C- EXV14 | 8300 | 460 | 0,0554 |
| Canon | NPG 32 | 0386B002 / C- EXV18 | 8400 | 450 | 0,0536 |
| Canon | NPG-11 | NPG-11 | 5000 | 280 | 0,0560 |
| Dell | P1500 | 593-10006 | 6000 | 190 | 0,0317 |
| Dell | 2335DN | 593-10329 | 6000 | 220 | 0,0367 |
| Epson | EPL 5700, 5800 | C13S050010 | 6000 | 160 | 0,0267 |
| Epson | EPL 6200 | S050166 | 6000 | 175 | 0,0292 |
| Epson | M2000 | C13S050435 | 8000 | 320 | 0,0400 |
| Hewlett Packard | LJ 5L, 6L, 5ML, 6LXI, 3100 | C3906A, EP A | 4500 | 170 | 0,0378 |
| Hewlett Packard | LJ 4V, MV, V | C3900A, EP B | 8100 | 400 | 0,0494 |
| Hewlett Packard | LJ 1150 | Q2624A | 7500 | 450 | 0,0600 |
| Hewlett Packard | LJ 2100 | C4096A | 5000 | 290 | 0,0580 |
| Hewlett Packard | LJ 2300 | Q2610A | 6000 | 350 | 0,0583 |
| Hewlett Packard | LJ 2410, 2420, 2430 | Q6511A | 6000 | 350 | 0,0583 |
| Hewlett Packard | LJ 4000 | C4127A, EP 52 A | 6000 | 300 | 0,0500 |
| Hewlett Packard | LJ 4100 | C8061A, EP 65 A | 6000 | 300 | 0,0500 |
| Hewlett Packard | LJ P3005 | Q7551A | 6500 | 300 | 0,0462 |
| Hewlett Packard | LJ P3015 | CE255A | 6000 | 85 | 0,0142 |
| Hewlett Packard | LJ 2055 | CE505X | 6500 | 290 | 0,0446 |
| Kyocera | FS 720, 820, 920 | TK-110 | 6000 | 260 | 0,0433 |
| Kyocera | FS 1030 | TK-120 | 7200 | 300 | 0,0417 |
| Kyocera | FS 1300 | TK-130 | 7200 | 230 | 0,0319 |
| Kyocera | FS1320 | TK-170 | 7200 | 250 | 0,0347 |
| Lexmark | OPTRA E360 | E360H11E | 9000 | 350 | 0,0389 |
| Lexmark | OPTRA E 310, 312 | 13T0101 | 6000 | 170 | 0,0283 |
| Lexmark | OPTRA E 320, 322, 322 N | 08A0478 | 6000 | 190 | 0,0317 |
| Lexmark | OPTRA E 321, 323, 323 N | 12A7405 | 6000 | 190 | 0,0317 |
| Lexmark | OPTRA E 330, 332 | 12A8405 | 6000 | 180 | 0,0300 |
| Lexmark | OPTRA E 250, E 350 D, E 352 | 0E250A21E | 3500 | 140 | 0,0400 |
| Lexmark | OPTRA E 352 | 0E352H21E | 9000 | 280 | 0,0311 |
| Lexmark | OPTRA S 4059, 1250, 1650, 1855 | 1382925 | 7500 | 230 | 0,0307 |
| Lexmark | T 430 | 12A8420 | 6000 | 255 | 0,0425 |
| Lexmark | OPTRA T650 | T650A11E | 7000 | 190 | 0,0271 |
| Lexmark | OPTRA X464de | X463H11G | 9000 | 330 | 0,0367 |
| Lexmark | OPTRA X651de | X651A11E | 7000 | 190 | 0,0271 |
| Konica Minolta | BIZHUB 20 | A32W011 | 8000 | 220 | 0,0275 |
| OKI | B 4300 | 42102901 | 6000 | 150 | 0,0250 |

| | | | | | |
|-----------|---|-------------------|------|-----|--------|
| OKI | B 4600 | 43502002 | 7000 | 180 | 0,0257 |
| Samsung | ML 1710/1510 | ML1710D3 Maxi | 6000 | 170 | 0,0283 |
| Samsung | ML 1650 | ML-1650 | 8000 | 240 | 0,0300 |
| Samsung | ML 2150 | ML-2150 D8/ELS | 8000 | 240 | 0,0300 |
| Samsung | ML-3310/SCX-4833FD | MLT-D205L/ELS | 5000 | 175 | 0,0350 |
| Samsung | ML 3050 | ML-D3050B/ELS | 8000 | 250 | 0,0313 |
| Samsung | ML D 2850 B | ML D2850B | 5000 | 160 | 0,0320 |
| Samsung | ML-6060 | ML-6060 | 6000 | 240 | 0,0400 |
| Samsung | SCX 4720 | SCX-4720D5/SEE | 5000 | 120 | 0,0240 |
| Samsung | SCX 5112, SCX 5115, SCX 5312 F, SCX 5312 FD, SCX 5315 F, SF 830 | SCX-5312D6 | 6000 | 200 | 0,0333 |
| Samsung | SCX-4824 | SCX-4824 | 5000 | 165 | 0,0330 |
| Samsung | SCX-5530 | SCX-5530B/ELS | 8000 | 250 | 0,0313 |
| Xerox | Phaser WorkCentre 3210, 3220 | 106R01486 | 4100 | 155 | 0,0378 |
| Panasonic | FAX UF 585, 590, 595 | UG3350 | 7500 | 265 | 0,0353 |
| Philips | Philips 6080 | PFA 822 | 5500 | 150 | 0,0273 |

CARTUCCE BIANCO/NERO GRANDI (Ca_BN_Gr)

| PRODUTTORE OEM | DESCRIZIONE | CODICE OEM | COPIE | PESO POLVERE (gr) | INDICATORE |
|-----------------|----------------------------|----------------------|-------|-------------------|------------|
| Brother | HL 8050 N | TN 1700 | 17000 | 785 | 0,0462 |
| Brother | HL 7050, 7050N | TN 5500 | 12000 | 350 | 0,0292 |
| Canon | CEXV 11 | C-EXV11 | 21000 | 1060 | 0,0505 |
| Canon | GP 215 | GP215 | 9600 | 530 | 0,0552 |
| Canon | NPG 18 | 6647A002 / C-EXV3 | 15000 | 795 | 0,0530 |
| Canon | CEXV-1 | CEXV-1 | 33000 | 1650 | 0,0500 |
| Dell | M 5200 | R0137 | 18000 | 500 | 0,0278 |
| Dell | S 2500 | 310-3674 | 10000 | 250 | 0,0250 |
| Dell | W 5300 | M2925 | 32000 | 810 | 0,0253 |
| Hewlett Packard | LJ 4, 4M, 4MX, 5, 5N, 5M | 92298X, EP E | 12000 | 570 | 0,0475 |
| Hewlett Packard | LJ 5si, Mopier 240, 8000 | C3909A, EP W | 15000 | 840 | 0,0560 |
| Hewlett Packard | LJ 5si, Mopier 240, 8000 | C3909X, EP W | 22000 | 1030 | 0,0468 |
| Hewlett Packard | LJ 1300 | Q2613X | 10500 | 450 | 0,0429 |
| Hewlett Packard | LJ 1320 | Q5949X | 12000 | 450 | 0,0375 |
| Hewlett Packard | LJ 2100 | C4096X | 10000 | 480 | 0,0480 |
| Hewlett Packard | LJ 2410, 2420, 2430 | Q6511X | 12000 | 510 | 0,0425 |
| Hewlett Packard | LJ 4000 | C4127X, EP 52 X | 10000 | 500 | 0,0500 |
| Hewlett Packard | LJ 4100 | C8061X, EP 65 CHIP X | 10000 | 500 | 0,0500 |
| Hewlett Packard | LJ 4200 | Q1338A | 24000 | 860 | 0,0358 |
| Hewlett Packard | LJ 4250, 4350 | Q5942A | 10000 | 310 | 0,0310 |
| Hewlett Packard | LJ 4250, 4350 | Q5942X | 27000 | 850 | 0,0315 |
| Hewlett Packard | LJ 4300 | Q1339A | 24000 | 930 | 0,0388 |
| Hewlett Packard | LJ 4345 | Q5945A | 18000 | 650 | 0,0361 |
| Hewlett Packard | LJ 5000 | C4129X, EP 62 | 10000 | 500 | 0,0500 |
| Hewlett Packard | LJ 5200, 5200 dtn, 5200 tn | Q7516A | 12000 | 540 | 0,0450 |
| Hewlett Packard | LJ 8100 | C4182X, EP 72 | 20000 | 1100 | 0,0550 |
| Hewlett Packard | LJ 9000 | C8543X | 30000 | 1650 | 0,0550 |
| Hewlett Packard | LJ P2015 | Q7553X | 14000 | 490 | 0,0350 |
| Hewlett Packard | LJ P3005 | Q7551X | 13000 | 640 | 0,0492 |
| Hewlett Packard | LJ M5035MFP | Q7570A | 15000 | 650 | 0,0433 |
| Hewlett Packard | LJ 4015, 4515 | CC364A | 10000 | 470 | 0,0470 |
| Hewlett Packard | LJ 4015, 4515 | CC364X | 24000 | 1070 | 0,0446 |
| Hewlett Packard | LJ P3015 | CE255X | 12500 | 560 | 0,0448 |
| Hewlett Packard | LJ CP 4525 | CE260X | 17000 | 260 | 0,0153 |
| Hewlett Packard | LJ M4555 | CE390A | 10000 | 380 | 0,0380 |
| Hewlett Packard | LJ M4555 | CE390X | 24000 | 260 | 0,0108 |
| Kyocera | FS 1000 | TK-17 | 11000 | 385 | 0,0350 |
| Kyocera | FS 1020 | TK-18 | 12000 | 385 | 0,0321 |
| Kyocera | FS 1700, 3700, 6700 | TK-20H | 20000 | 900 | 0,0450 |
| Kyocera | FS 3000 | TK-30H | 33000 | 1040 | 0,0315 |

| | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|---------------------|-------|-----|--------|
| Kyocera | FS 1900 | TK-50H | 15000 | 620 | 0,0413 |
| Kyocera | FS 1800, 3800 | TK-60 | 20000 | 800 | 0,0400 |
| Kyocera | FS 1920 | TK-55 | 15000 | 620 | 0,0413 |
| Kyocera | FS 3820, 3830 | TK-65 | 20000 | 750 | 0,0375 |
| Kyocera | FS 6020, 6020 | TK-400 | 10000 | 420 | 0,0420 |
| Kyocera | FS 2000, 3900, | TK-310 | 12000 | 380 | 0,0317 |
| Kyocera | FS 3900 | TK-320 | 15000 | 460 | 0,0307 |
| Kyocera | FS 4000 black | TK-330 | 20000 | 660 | 0,0330 |
| Kyocera | FS 2020 | TK-340 | 12000 | 350 | 0,0292 |
| Kyocera | FS 3920 | TK-350 | 15000 | 400 | 0,0267 |
| Kyocera | FS 4020 | TK-360 | 20000 | 570 | 0,0285 |
| Lexmark | OPTRA E 450 | 0E450A21E | 11000 | 280 | 0,0255 |
| Lexmark | OPTRA E 250 | 0E250X22G | 30000 | 576 | 0,0192 |
| Lexmark | OPTRA E460 | E460X11E | 15000 | 490 | 0,0327 |
| Lexmark | OPTRA E462dt | E462U11E | 18000 | 600 | 0,0333 |
| Lexmark | OPTRA M 410, 410 N, 412, 412 N | 17G0154 | 15000 | 420 | 0,0280 |
| Lexmark | OPTRA T 610, 612, 614, 616 | 12A5845 | 25000 | 620 | 0,0248 |
| Lexmark | T 420 | 12A7415 | 10000 | 380 | 0,0380 |
| Lexmark | T 430 | 12A8425 | 12000 | 380 | 0,0317 |
| Lexmark | T 520, 522, N, DN, X 520 | 12A6835 | 20000 | 630 | 0,0315 |
| Lexmark | T 620, 622 | 12A6865 | 30000 | 810 | 0,0270 |
| Lexmark | T 630, 632, 634 | 12A7462 | 21000 | 500 | 0,0238 |
| Lexmark | T 632, 634 | 12A7465 | 32000 | 810 | 0,0253 |
| Lexmark | T 640, 642, 644 | 64016HE | 21000 | 600 | 0,0286 |
| Lexmark | OPTRA T650 | T650H11E | 25000 | 650 | 0,0260 |
| Lexmark | T 640, 642, 644 | 64416XE | 32000 | 900 | 0,0281 |
| Lexmark | X 422 | 12A4715, 12A3715 | 12000 | 380 | 0,0317 |
| Lexmark | OPTRA T654n | T654X11E | 36000 | 920 | 0,0256 |
| Lexmark | OPTRA X464de | X463X11G | 15000 | 470 | 0,0313 |
| Lexmark | X 464de | X463A11G | 3500 | 150 | 0,0429 |
| Lexmark | X 642, 644, 646 | X644H21E | 21000 | 600 | 0,0286 |
| Lexmark | X 646 | X644X21E | 32000 | 900 | 0,0281 |
| Lexmark | OPTRA X651de | X651H11E | 25000 | 650 | 0,0260 |
| Lexmark | OPTRA X654 | X654X11E | 36000 | 920 | 0,0256 |
| Lexmark | X 215 | 0018S0090 | 3200 | 80 | 0,0250 |
| Samsung | ML 3470 | ML-D3470B | 10000 | 300 | 0,0300 |
| Xerox | Phaser 3435 | 106R01415 | 10000 | 300 | 0,0300 |
| Xerox | Phaser 4510 | 113R00711 | 10000 | 460 | 0,0460 |
| Xerox | Phaser 4510 | 113R00712 | 19000 | 860 | 0,0453 |
| Panasonic | FAX UF- 5300 | UG3380 | 8000 | 320 | 0,0400 |
| Panasonic | FAX UF 550, 560, 770, 855, 895 | UG3313 | 10000 | 370 | 0,0370 |

CARTUCCE COLORI PICCOLE (Ca_CO_Pi)

| PRODUTTORE OEM | DESCRIZIONE | CODICE OEM | COPIE (valore medio) | PESO POLVERE (gr) (valore medio) | INDICATORE |
|-----------------|----------------------------|------------|----------------------|----------------------------------|------------|
| Brother | HL 3040 Nero | TN230BK | 1600 | 57,5 | 0,0359 |
| | HL 3040 Ciano | TN230C | | | |
| | HL 3040 Magenta | TN230M | | | |
| | HL 3040 Giallo | TN230Y | | | |
| Dell | 2135CN Nero | 593-10320 | 10000 | 55 | 0,022 |
| | 2135CN Ciano | 593-10321 | | | |
| | 2135CN Magenta | 593-10323 | | | |
| | 2135CN Giallo | 593-10322 | | | |
| Epson | C1100 Nero | C13S050190 | 4000 | 123,75 | 0,039 |
| | C1100 Ciano | C13S050189 | | | |
| | C1100 Magenta | C13S050188 | | | |
| | C1100 Giallo | C13S050187 | | | |
| Hewlett Packard | LJ 1215 Nero | CB540A | 1600 | 55 | 0,034 |
| | LJ 1215 Ciano | CB541A | | | |
| | LJ 1215Magenta | CB543A | | | |
| | LJ 1215 Giallo | CB542A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 2025 Nero | CC530A | 2975 | 80 | 0,027 |
| | LJ 2025 Ciano | CC531A | | | |
| | LJ 2025 LJ 2025 Magenta | CC533A | | | |
| | Giallo | CC532A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 2600 Nero | Q6000A | 2125 | 40 | 0,019 |
| | LJ 2600 Ciano | Q6001A | | | |

| | LJ 2600 Magenta | Q6003A | | | |
|---|---|---------------------|----------------------|----------------------------------|------------|
| | LJ 2600 Giallo | Q6002A | | | |
| Hewlett Packard | LJ CM1415, LJ CP1525 Nero | CE320A(HP 128A) bla | 1475 | 43,75 | 0,03 |
| | LJ CM1415,LJCP 1525 Ciano | CE321A(HP 128A) cya | | | |
| | LJ CM1415,LJCP 1525 Giallo | CE322A(HP 128A) yel | | | |
| | LJ CM1415,LJCP 1525 Magenta | CE323A(HP 128A) mag | | | |
| Lexmark | C 500 Nero | C500H2KG | 3500 | 127,5 | 0,036 |
| | C 500 Ciano | C500H2CG | | | |
| | C 500 Giallo | C500H2YG | | | |
| | C 500 Magenta | C500H2MG | | | |
| Lexmark | C 522n, 524n, 530dn, 532n, 534n Nero | C5222KS | 3250 | 95 | 0,029 |
| | C 522n, 524n, 530dn, 532n, 534n Ciano | C5222CS | | | |
| | C 522n, 524n, 530dn, 532n, 534n Magenta | C5222MS | | | |
| | C 522n, 524n, 530dn, 532n, 534n Giallo | C5222YS | | | |
| Samsung | CLP 300 Nero | CLP-K300A | 1250 | 55 | 0,044 |
| | CLP 300 Ciano | CLP-C300A | | | |
| | CLP 300 Magenta | CLP-M300A | | | |
| | CLP 300 Giallo | CLP-Y300A | | | |
| Samsung | CLP 310 Nero | CLTK4092S | 1125 | 53,75 | 0,048 |
| | CLP 310 Ciano | CLTC4092S | | | |
| | CLP 310 Magenta | CLTM4092S | | | |
| | CLP 310 Giallo | CLTY4092S | | | |
| Hewlett Packard | LJ M475 Nero | CE410A | 2800 | 107,5 | 0,031 |
| | LJ M475 Nero | CE410X | | | |
| | LJ M475 Ciano | CE411A | | | |
| | LJ M475 Magenta | CE413A | | | |
| | LJ M475 Giallo | CE412A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 1215 Nero | CB540A | 1600 | 55 | 0,034 |
| | LJ 1215 Ciano | CB541A | | | |
| | LJ 1215 Giallo | CB543A | | | |
| | LJ 1215 Magenta | CB542A | | | |
| CARTUCCE COLORI MEDIE (Ca_CO_Me) | | | | | |
| PRODUTTORE OEM | DESCRIZIONE | CODICE OEM | COPIE (valore medio) | PESO POLVERE (gr) (valore medio) | INDICATORE |
| Brother | HL 4040, MFC-9440 Nero | TN-135BK | 4250 | 125 | 0,029 |
| | HL 4040, MFC-9440 Ciano | TN-135C | | | |
| | HL 4040, MFC-9440 Magenta | TN-135M | | | |
| | HL 4040, MFC-9440 Giallo | TN-135Y | | | |
| Dell | 3115CN Nero | 593-10170 | 8000 | 171,25 | 0,021 |
| | 3115CN Ciano | 593-10171 | | | |
| | 3115CN Magenta | 593-10172 | | | |
| | 3115CN Giallo | 593-10173 | | | |
| Dell | 3115C Nero | 593-10169 | 4250 | 135 | 0,032 |
| | 3115C Ciano | 593-10166 | | | |
| | 3115C Magenta | 593-10167 | | | |
| | 3115C Giallo | 593-10168 | | | |
| Epson | C900,1900 Nero | C13S050100 | 4500 | 150 | 0,033 |
| | C900,1900 Ciano | C13S050099 | | | |
| | C900,1900 Magenta | C13S050098 | | | |
| | C900,1900 Giallo | C13S050097 | | | |
| Hewlett Packard | LJ 1500, 2500 Nero | C9700A | 4250 | 157,5 | 0,037 |
| | LJ 1500, 2500 Ciano | C9701A | | | |
| | LJ 1500, 2500 Giallo | C9702A | | | |
| | LJ 1500, 2500 Magenta | C9703A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 2550, 2820, 2840 Nero | Q3960A | 4250 | 157,5 | 0,037 |
| | LJ 2550, 2820, 2840 Ciano | Q3961A | | | |
| | LJ 2550, 2820, 2840 | Q3962A | | | |

| | | | | | |
|-----------------|---|-------------------------|------|--------|-------|
| | Giallo | | | | |
| | LJ 2550, 2820, 2840 Magenta | Q3963A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 3000 Nero | Q7560A | 4250 | 190 | 0,045 |
| | LJ 3000 Ciano | Q7561A | | | |
| | LJ 3000 Giallo | Q7562A | | | |
| | LJ 3000 Magenta | Q7563A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 3500, 3550, 3700 Nero | Q2670A | 4500 | 182,5 | 0,041 |
| | LJ 3500, 3550, Ciano | Q2671A | | | |
| | LJ 3500, 3550, Giallo | Q2672A | | | |
| | LJ 3500, 3550, Magenta | Q2673A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 3700 Ciano | Q2681A | 6000 | 220 | 0,049 |
| | LJ 3700 Giallo | Q2682A | | | |
| | LJ 3700 Magenta | Q2683A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 3600, 3800 Nero | Q6470A | 4500 | 195 | 0,043 |
| | LJ 3600 Ciano | Q6471A | | | |
| | LJ 3600 Giallo | Q6472A | | | |
| | LJ 3600 Magenta | Q6473A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 3800 Ciano | Q7581A | 6000 | 240 | 0,04 |
| | LJ 3800 Giallo | Q7582A | | | |
| | LJ 3800 Magenta | Q7583A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 3525 Nero | CE250A | 7300 | 750 | 0,021 |
| | LJ 3525 Nero | CE250X | | | |
| | LJ 3525 Ciano | CE251A | | | |
| | LJ 3525 Giallo | CE252A | | | |
| | LJ 3525 Magenta | CE253A | | | |
| Hewlett Packard | LJ CM1415, LJ CP 1525 Nero | CE320A (HP 128A) bla | 1475 | 43,75 | 0,03 |
| | LJ CM1415, LJ CP 1525 Ciano | CE321A (HP 128A) cya | | | |
| | LJ CM1415, LJ CP 1525 Giallo | CE322A (HP 128A) yel | | | |
| | LJ CM1415, LJ CP 1525 Magenta | CE323A (HP 128A) mag | | | |
| Lexmark | C 510 Nero | 20K1403 | 7450 | 210 | 0,028 |
| | C 510 Ciano | 20K1400 | | | |
| | C 510 Giallo | 20K1401 | | | |
| | C 510 Magenta | 20K1402 | | | |
| OKI | C 5000, 5100, 5150, 5200, 5250, 5300, 5400, 5450, MFP 5510, 5546 Nero | 42127408 | 5000 | 160 | 0,032 |
| | C 5000, 5100, 5150, 5200, 5250, 5300, 5400, 5450, MFP 5510, 5546 Ciano | 42127407 | | | |
| | C 5000, 5100, 5150, 5200, 5250, 5300, 5400, 5450, MFP 5510, 5546 Giallo | 42127406 | | | |
| | C 5000, 5100, 5150, 5200, 5250, 5300, 5400, 5450, MFP 5510, 5546 Magenta | 42127405 | | | |
| OKI | C 5650/5750 Nero | 43865708 | 6500 | 127,5 | 0,02 |
| | C 5650/5750 Ciano | 43872307 | | | |
| | C 5650/5750 Magenta | 43872306 | | | |
| | C 5650/5750 Giallo | 43872305 | | | |
| OKI | C 5800 Nero | 43324444 | 5250 | 105 | 0,02 |
| | C 5800 Ciano | 43324443 | | | |
| | C 5800 Giallo | 43324441 | | | |
| | C 5800 Magenta | 43324442 | | | |
| OKI | C 5850 Nero | 43865724 | 6500 | 183,75 | 0,028 |
| | C 5850 Ciano | 43865723 | | | |
| | C 5850 Giallo | 43865721 | | | |
| | C 5850 Magenta | 43865722 | | | |
| Minolta/QMS | Magicolor 2400W, 2430W, 2450mfp, 2480mfp, 2500 Nero | 171-0589-004 | 4500 | 160 | 0,036 |
| | Magicolor 2400W, | 171-0589-007 | | | |

| | 2430W, 2450mfp, 2480mfp, 2500 Ciano | | | | |
|--|---|-------------------|-----------------------------|---|-------------------|
| | Magicolor 2400W, 2430W, 2450mfp, 2480mfp, 2500 Magenta | 171-0589-006 | | | |
| | Magicolor 2400W, 2430W, 2450mfp, 2480mfp, 2500 Giallo | 171-0589-005 | | | |
| CARTUCCE COLORI GRANDI (Ca_CO_Gr) | | | | | |
| PRODUTTORE OEM | DESCRIZIONE | CODICE OEM | COPIE (valore medio) | PESO POLVERE (gr) (valore medio) | INDICATORE |
| Hewlett Packard | LJ 4700 Nero | Q5950A | 10250 | 280 | 0,027 |
| | LJ 4700 Ciano | Q5951A | | | |
| | LJ 4700 Giallo | Q5952A | | | |
| | LJ 4700 Magenta | Q5953A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 4730 Nero | Q6460A | 12000 | 305 | 0,032 |
| | LJ 4730 Ciano | Q6461A | | | |
| | LJ 4730 Giallo | Q6462A | | | |
| | LJ 4730 Magenta | Q6463A | | | |
| Hewlett Packard | LJ 5500, 5550 Nero | C9730A, EP 86 BK | 12250 | 400 | 0,033 |
| | LJ 5500, 5550 Ciano | C9731A, EP 85 C | | | |
| | LJ 5500, 5550 Giallo | C9732A, EP 85 Y | | | |
| | LJ 5500, 5550 Magenta | C9733A, EP 85 M | | | |
| Hewlett Packard | LJ CP6015, 6030, 6040 Nero | CB380A | 19875 | 270 | 0,014 |
| | LJ CP6015, 6030, 6040 Ciano | CB381A | | | |
| | LJ CP6015, 6030, 6040 Giallo | CB382A | | | |
| | LJ CP6015, 6030, 6040 Magenta | CB383A | | | |
| Hewlett Packard | LJ CP 4525, LJ CP 4025 Nero | CE260A | 10375 | 193,75 | 0,019 |
| | LJ CP 4525, LJ CP 4025 Ciano | CE261A | | | |
| | LJ CP 4525, LJ CP 4025 Giallo | CE262A | | | |
| | LJ CP 4525, LJ CP 4025 Magenta | CE263A | | | |

Tab. 3 - Calcolo indicatori per selezione cartucce per studio LCA.

Riassumendo, fra tutte le cartucce indicate in Tab. 3, per l'analisi LCA si scelgono quelle evidenziate e catalogate di seguito (Tab. 4).

| CARTUCCE BIANCO/NERO | |
|---|------------------|
| MODELLO | TIPOLOGIA |
| Canon - FX-10, 0263B002 | piccola |
| Hewlett Packard - CE505X | media |
| Lexmark - 64016HE | grande |
| CARTUCCE COLORI | |
| MODELLO | TIPOLOGIA |
| Samsung - CLTK4092S, CLTC4092S, CLTM4092S, CLTY4092S | piccola |
| Hewlett Packard - Q7560A, Q7561A, Q7562A, Q7563A | media |
| Hewlett Packard - C9730A, EP 86 BK, C9731A, EP 85 C, C9732A, EP 85 Y, C9733A, EP 85 M | grande |

Tab. 4 - Cartucce scelte come rappresentative della produzione SEA e per le quali viene condotto lo studio LCA.

3. ANALISI DEL CICLO DI VITA

3.1 L'obiettivo dello studio

L'obiettivo dello studio è di calcolare gli impatti ambientali legati al ciclo di vita delle cartucce prodotte e vendute dalla SEA Srl nell'anno di riferimento 2012.

3.2 Il campo di applicazione

Il campo di applicazione riguarda il processo di ricostruzione di cartucce per stampanti laser a partire da cartucce originali utilizzate. Questo tipo di recupero risulta una valida alternativa alla dismissal in discarica della cartuccia stessa o all'incenerimento dei vari materiali che la compongono. Il processo di ricostruzione della cartuccia, quindi, consente di allungare il tempo di vita del prodotto.

3.2.1 L'unità funzionale

L'unità dichiarata del ciclo di vita di una cartuccia rigenerata è il numero di copie stampabili durante la sua vita utile². L'unità funzionale per i quali vengono indicati i risultati dell'LCA di ciascuna cartuccia presa in considerazione è **1 copia stampata**. Tale unità funzionale permette la confrontabilità dei risultati.

3.2.2 Il sistema studiato

Il sistema studiato è il processo di ricostruzione di cartucce per stampanti laser che la SEA effettua presso gli stabilimenti di Limatola (BN).

3.2.3 I confini del sistema

I confini del sistema vanno dalla raccolta delle cartucce originali recuperate a fine vita fino alla loro ricostruzione e rigenerazione, compreso lo smaltimento dei rifiuti generati nel processo industriale. Il processo generale di ricostruzione della cartuccia è schematizzato in fig. 1.

² La vita utile è calcolata in base al numero di fogli massimi che la cartuccia è in grado di stampare.

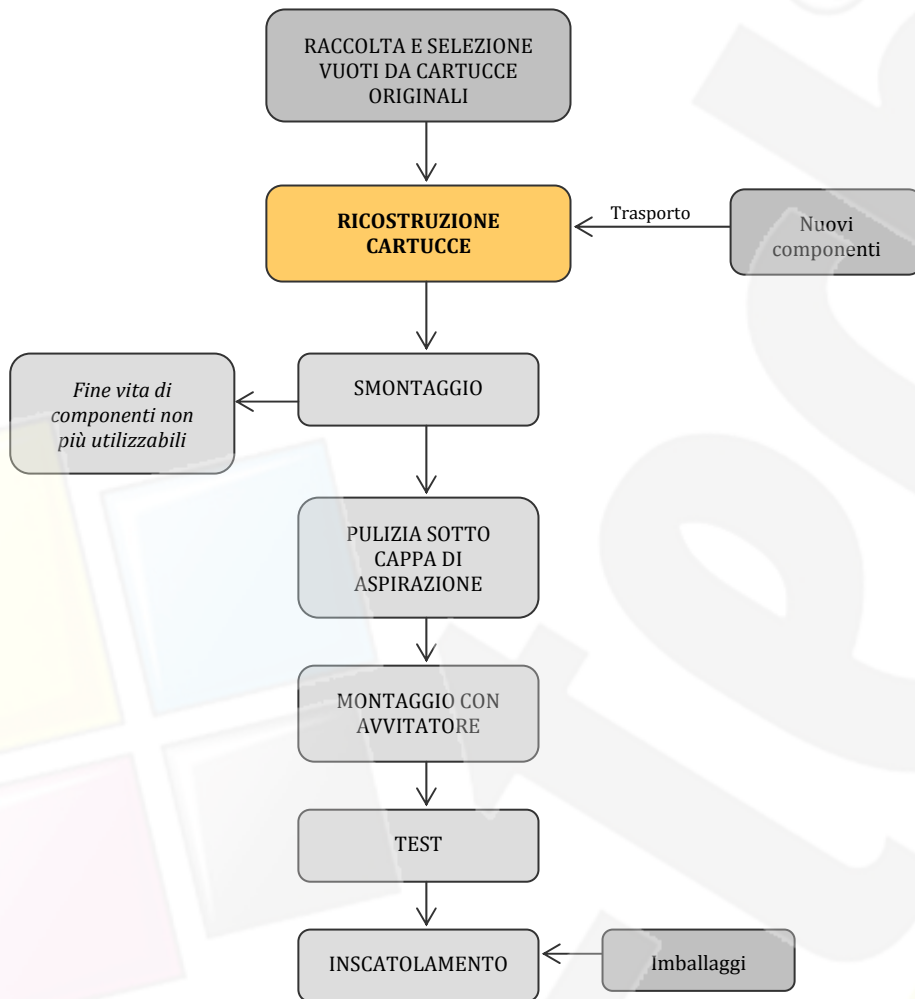


Fig. 1 – Flow-chart del processo di ricostruzione delle cartucce per stampante laser.

I confini del sistema dello studio LCA considerano:

- il trasporto delle cartucce originali dismesse e recuperate (definite come vuoti) dai fornitori all'azienda,
- la produzione dei nuovi componenti,
- il trasporti dei nuovi componenti dai fornitori all'azienda,
- la produzione degli imballaggi per la cartuccia ricostruita,
- i consumi energetici relativi alle fasi di ricostruzione e ri-assemblaggio della cartuccia, comprendendo anche le fasi di test , imballaggio e stoccaggio,
- i rifiuti e gli scarti generati dalle fasi di ricostruzione e il loro smaltimento,
- lo scenario di fine vita della cartuccia ricostruita.

Si escludono la produzione dei vuoti e la distribuzione delle cartucce.

3.2.4 La qualità dei dati

Tutti i dati di raccolta e ricostruzione delle cartucce sono riferiti all'anno 2012. I dati relativi al fine vita sono ipotizzati in base agli scenari nazionali di trattamento dei rifiuti speciali³.

I dati sulla fornitura dei nuovi componenti necessari alla ricostruzione delle cartucce e sul processo di ricostruzione sono dati primari forniti dalla SEA o dai suoi fornitori, i dati sui fine vita sono basati su scenari e quindi si classificano come dati secondari selezionati.

I requisiti di qualità dei dati rispecchiano le caratteristiche di rappresentatività e coerenza richiesti dallo studio: si ritiene che il grado di copertura temporale, geografica e tecnologica dei dati sia sufficientemente adeguato poiché per i dati primari sono stati utilizzati dati raccolti sul campo dal produttore SEA. Per la raccolta dei dati sono state utilizzate apposite check-list, opportunamente compilate da SEA. Per la ricostruzione dei dati di inventario è stata utilizzata la banca dati Ecoinvent version 2.2.

3.2.5 La metodologia LCIA

Nella fase di Analisi degli impatti -LCIA- sono stati utilizzati due metodi di analisi degli impatti:

- *CML baseline 2000* per la caratterizzazione dei potenziali impatti ambientali
- *CED (Cumulative Energy Demand)* per il calcolo del consumo di risorse

Per l'elaborazione dei dati è stato utilizzato il codice di calcolo SimaPro (versione 7.3.3).

³Rapporto Rifiuti Ispra Anno 2012 (ISBN: 978-88-448-0550-0).

4. ANALISI DI INVENTARIO

Nei paragrafi che seguono si descrivono i dati utilizzati per l'elaborazione dell'inventario delle cartucce selezionate ed indicate in Tab. 4. Nell'inventario si illustrano le modalità di rappresentazione dei processi⁴ e le procedure di calcolo e allocazione per l'elaborazione dei dati. Per ciascun "processo", si indicheranno, inoltre, le assunzioni fatte e le banche dati utilizzate.

4.1 La Raccolta dati

Per la redazione dell'inventario i dati sono stati raccolti in accordo con il personale SEA che ha provveduto a riempire appositi questionari e a fornire le informazioni di processo e le indicazioni tecniche necessarie. Di seguito si riportano i dati raccolti per i 6 modelli selezionati, specificando dove non è stato possibile reperire il dato, che si sono effettuate delle assunzioni. Tali assunzioni, indicate in tab. 5 con la voce "ipotesi" verranno poi specificate nelle schede di inventario.

⁴ Per "processi" si intendono in una logica LCA l'energia, il trasporto, i materiali e i processi di lavorazione necessari per la generazione di un prodotto.

| | CANON FX-10, 0263B002 | HEWLETT PACKARD CE505X | LEXMARK 64016HE | SAMSUNG CLTK4092S, CLTC4092S, CLTM4092S, CLTY4092S | HEWLETT PACKARD Q7560A, Q7561A, Q7562A, Q7563A | HEWLETT PACKARD C9730A, EP 86 BK, C9731A, EP 85 C, C9732A, EP 85 Y, C9733A, EP 85 M | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|---|---|--|-------------------|---------------------|-------------------|---------|
| CLASSIFICAZIONE | B/N piccola | B/N media | B/N grande | Co piccola | | Co media | | Co grande | | |
| NUMERO STAMPE | 2000 | 6500 | 21000 | Nero | 1500 | Nero | 6500 | Nero | 13000 | |
| | | | | Ciano | 1000 | Ciano | 3500 | Ciano | 12000 | |
| | | | | Magenta | 1000 | Magenta | 3500 | Magenta | 12000 | |
| | | | | Giallo | 1000 | Giallo | 3500 | Giallo | 12000 | |
| PESO VUOTO DA RACCOLTA (kg) | 0,572 | 0,718 | 1,24 | Nero | 0,485 | Nero | <i>ipotesi</i> | Nero | <i>ipotesi</i> | |
| | | | | Ciano | 0,450 | Ciano | <i>ipotesi</i> | Ciano | <i>ipotesi</i> | |
| | | | | Magenta | 0,445 | Magenta | <i>ipotesi</i> | Magenta | <i>ipotesi</i> | |
| | | | | Giallo | 0,472 | Giallo | <i>ipotesi</i> | Giallo | <i>ipotesi</i> | |
| DISTANZA DI RACCOLTA (km) | 100-120 | 100-120 | 100-120 | 100-120 | | 100-120 | | 100-120 | | |
| COMPONENTI SOSTITUITI | | | | | | | | | | |
| Toner | peso componente (kg) | 0,14 | 0,29 | 0,6 | Nero | 0,06 | Nero | 0,18 | Nero | 0,3 |
| | | | | | Ciano | 0,05 | Ciano | 0,14 | Ciano | 0,28 |
| | | | | | Magenta | 0,045 | Magenta | 0,14 | Magenta | 0,28 |
| | | | | | Giallo | 0,05 | Giallo | 0,14 | Giallo | 0,28 |
| | peso imballaggio ⁵ (kg) | 0,0125 | 0,036 | 0,141 | Nero | 0,00488 | Nero | 0,02617 | Nero | 0,08691 |
| | | | | | Ciano | 0,00385 | Ciano | 0,0198 | Ciano | 0,08056 |
| | | | | | Magenta | 0,00341 | Magenta | 0,0198 | Magenta | 0,08056 |
| | | | | | Giallo | 0,00395 | Giallo | 0,0198 | Giallo | 0,08056 |
| | provenienza fornitore | Europa, Asia, USA | Europa, Asia, USA | Europa, Asia, USA | Europa, Asia, USA | Europa, Asia, USA | Europa, Asia, USA | Europa, Asia, USA | Europa, Asia, USA | |
| | Sigillo | peso componente (kg) | 0,003 | <i>ipotesi</i> | - | - | - | - | - | |
| peso imballaggio (kg) | | 0,001 | <i>ipotesi</i> | - | - | - | - | - | | |
| provenienza fornitore | | Europa, Asia, USA | <i>ipotesi</i> | - | - | - | - | - | | |
| Chip | peso componente (kg) | - | <i>ipotesi</i> | <i>ipotesi</i> | - | - | - | - | | |
| | peso imballaggio (kg) | - | <i>ipotesi</i> | <i>ipotesi</i> | - | - | - | - | | |
| | provenienza fornitore | - | <i>ipotesi</i> | <i>ipotesi</i> | - | - | - | - | | |
| Tamburo | peso componente (kg) | - | - | 0,07 | - | 0,047 | - | 0,078 | | |
| | peso imballaggio (kg) | - | - | 0,003 | - | <i>ipotesi</i> | - | <i>ipotesi</i> | | |
| | provenienza fornitore | - | - | Europa, Asia, USA | - | azienda di recupero | - | azienda di recupero | | |
| PROCESSO DI RICOSTRUZIONE | | | | | | | | | | |
| Smontaggio | Potenza macchinario (kW) | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | | |

⁵ Gli imballaggi dei vari componenti sono tutte scatole di cartone con involucro di plastica.

| | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|----------|----------|----------|-----------------|----------|----------|-------|---------|-------|
| | Tempo (sec) | 120 | 120 | 120 | 60 | 240 | 240 | | | |
| Pulizia componenti (sotto aspirazione) | Potenza macchinario (kW) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | | | |
| | Tempo (sec) | 90 | 90 | 90 | 90 | 180 | 180 | | | |
| Montaggio | Potenza macchinario (kW) | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | 0,0145 | | | |
| | Tempo (sec) | 130 | 140 | 140 | 65 | 240 | 240 | | | |
| Test | Potenza macchinario (kW) | 0,556 | 0,556 | 0,556 | 0,556 | 0,556 | 0,556 | | | |
| | Tempo (sec) | 120 | 120 | 120 | 120 | 180 | 180 | | | |
| Imballaggio | Potenza macchinario (kW) | manuale | manuale | manuale | manuale | manuale | manuale | | | |
| | Tempo (sec) | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | | | |
| IMBALLO CARTUCCIA | | | | | | | | | | |
| Scatola | peso | 0,215 | 0,215 | 0,438 | 0,213 | 0,245 | 0,215 | | | |
| | materiale | cartone | cartone | cartone | cartone | cartone | cartone | | | |
| Busta | peso | 0,009 | 0,025 | 0,025 | 0,009 | 0,01 | 0,009 | | | |
| | materiale | plastica | plastica | plastica | plastica | plastica | plastica | | | |
| Airbag | peso | 0,032 | 0,065 | 0,065 | 0,031 | 0,045 | 0,032 | | | |
| | materiale | plastica | plastica | plastica | plastica | plastica | plastica | | | |
| Cover | peso | - | - | - | cartone (0,012) | - | - | | | |
| | materiale | - | - | - | spugna (0,003) | - | - | | | |
| RIFIUTO DA POLVERE TONER RESIDUO (kg) | | 0,015 | 0,03 | 0,05 | Nero | 0,01 | Nero | 0,102 | Nero | 0,082 |
| | | | | | Ciano | 0,01 | Ciano | 0,081 | Ciano | 0,272 |
| | | | | | Magenta | 0,01 | Magenta | 0,076 | Magenta | 0,243 |
| | | | | | Giallo | 0,01 | Giallo | 0,077 | Giallo | 0,216 |

Tab. 5 - Dati raccolti per le sei cartucce selezionate.

4.2 La Modellizzazione dei processi

Per l'analisi di LCA tutti gli inventari delle singole cartucce sono stati modellizzati in base a due macro-processi: "Materie prime e componenti" e "Ricostruzione cartuccia", i quali, a loro volta sono suddivisi in una serie di processi e sottoprocessi.

Il processo "Materie prime e componenti" comprende:

- la produzione dei componenti (e dei loro eventuali imballaggi),
- la produzione dell'imballaggio della cartuccia ricostruita e pronta per essere venduta.

Il processo "Ricostruzione cartuccia" comprende:

- il trasporto dei vuoti dai punti di raccolta al sito di ricostruzione,
- il trasporto dei componenti nuovi da sostituire nella cartuccia da ricostruire,
- i consumi di energia elettrica per le varie fasi di ricostruzione,
- lo smaltimento della polvere di toner residuo nel vuoto recuperato.

Nei processi modellizzati in tabella si indicano: i sottoprocessi considerati, la loro definizione (se di banca dati o di nostra creazione), l'unità funzionale relativa a ciascuno dei sottoprocessi, le quantità richiamate, le procedure di allocazione e le eventuali ipotesi, la classificazione del dato che può essere indicato come primario o secondario.

4.2.1 Cartuccia BN piccola

La cartuccia piccola monocromatica presa in considerazione per lo studio è la FX-10 – 0263B002, con vuoto originale Canon. L'unità dichiarata del ciclo di vita di una cartuccia ricostruita è il numero di potenziali stampe: nel caso di cartuccia piccola monocromatica il numero di stampe è pari a 2000. Il processo principale è costituito dai due macroprocessi: "Materie prime e componenti" e "Ricostruzione cartucce" entrambi richiamati per le 2000 stampe.

| MATERIE PRIME E COMPONENTI CARTUCCIA BN PICCOLA | | | | |
|--|----------|--|-----------------------------------|------------------|
| Mod. di riferimento: FX-10 – 0263B002 | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 2000 p | | | | |
| Contiene i processi di produzione dei nuovi componenti necessari alla ricostruzione: sigillo e toner e dell'imballo della cartuccia ricostruita. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| TONER B/N CARTUCCIA PICCOLA | 1 p | Toner monocromatico sostituito al 100%. Peso=0,14 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 7) | Primario |
| SIGILLO CARTUCCIA B/N PICCOLA | 1 p | Sigillo per cartuccia piccola monocromatica sostituita al 100%. Peso=0,003 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 7) | Primario |
| IMBALLAGGIO CARTUCCIA B/N PICCOLA | 1 p | Imballaggio della cartuccia piccola monocromatica. Peso=0,426 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 7) | Primario |

Tab. 6 – Inventario di materie prime e componenti della cartuccia piccola monocromatica.

| TONER BN CARTUCCIA PICCOLA | | | | |
|---|----------|-----------------------|---------------|------------------|
| Mod. di riferimento: FX-10 – 0263B002 | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 1 p | | | | |
| Produzione del toner monocromatico e del suo imballaggio. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| Toner, black, powder, at | 0,14 kg | Produzione del toner | Ecoinvent 2.2 | Primario |

| | | | | |
|--|-----------|---|-----------|----------|
| <i>plant/kg/GLO</i> | | monocromatico per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | | |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,0125 kg | Imballaggio in cartone del toner: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |

SIGILLO CARTUCCIA BN PICCOLA

Mod. di riferimento: FX-10 - 0263B002

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione del sigillo per cartuccia piccola monocromatica e suo imballaggio.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|-------------|--|------------|------------------|
| <i>Polypropylene, granulate, at plant/RER</i> | 0,003 kg | Material prima: polipropilene del sigillo. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Thermoforming, with calendering/RER</i> | 0,003009 kg | Processo di lavorazione del polipropilene: da 1kg si ottengono 0,977kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a $1/0,977$: $0,003/0,977=0,003009$. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,001 kg | Imballaggio in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |

IMBALLAGGIO CARTUCCIA BN PICCOLA

Mod. di riferimento: FX-10 - 0263B002

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei componenti di imballaggio per cartuccia piccola monocromatica.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|-------------|--|------------|------------------|
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,215 kg | Scatola in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER</i> | 0,009 kg | Busta in LDPE. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,009225 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a $1/0,976$: $0,009/0,976=0,009225$. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polystyrene, expandable, at plant/RER</i> | 0,032 kg | Airbag. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,328 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a $1/0,976$: $0,032/0,976=0,009225$. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 7 - Toner, sigillo e imballaggio per cartuccia piccola monocromatica.

RICOSTRUZIONE CARTUCCIA BN PICCOLA

Mod. di riferimento: FX-10 - 0263B002

UNITÀ FUNZIONALE: 2000 p

Contiene: i processi di trasporto dei vuoti e dei componenti da sostituire al sito di produzione delle cartucce rigenerate, i consumi di energia elettrica per le fasi di smontaggio e ricostruzione della cartuccia, lo smaltimento della polvere di toner residuo nel vuoto e degli imballaggi dei componenti.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL |
|-------------|----------|-----------------------|------------|-------------|
|-------------|----------|-----------------------|------------|-------------|

| | | | | DATO |
|---|--------------|--|-----------|-------------|
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 68,64 kgkm | Trasporto del vuoto. Peso del vuoto=0,572 kg Distanza di raccolta massima=120 km UF=0,572*120=68,64 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 2,8 kgkm | Trasporto del sigillo. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania). Distanza media percorsa=700 km. Peso del sigillo (imballato)=0,003+0,001=0,004 kg UF=700*0,004=2,8 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 105,7 kgkm | Trasporto del toner. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania) Distanza media percorsa=700 km. Peso del toner (imballato)=0,14+0,011=0,151 kg UF=700*0,151=105,7 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 25,6 km | Trasporto dell'imballaggio necessario alla cartuccia. Fornitore: dato non fornito. Distanza (ipotizzata)=100 km Peso dell'imballaggio=0,215+0,009+0,032=0,256 kg UF=100*0,256=25,6 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,004833 kWh | Fase di smontaggio con aspiratore. Potenza macchina: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=120 sec → in ore=120/3600=0,03333 h En. elettrica=0,0145 kW*0,03333h=0,004833 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0375 kWh | Fase di pulizia (sotto cappa di aspirazione). Potenza: 1,5 kW Tempo dell'operazione=90 sec → in ore=90/3600=0,025 h En. elettrica=1,5kW*0,025h=0,0375 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,005236 kWh | Fase di montaggio con avvitatore. Potenza: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=130 sec → in ore=130/3600=0,03611 h En. elettrica=0,0145kW*0,03611h=0,005236 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,01853 kWh | Fase di test. Potenza: 0,556 kW Tempo dell'operazione=120 sec → in ore=120/3600=0,03333 h En. elettrica=0,556kW*0,03333h=0,01853 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Waste, final, inert to Disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill/CH</i> | 0,015 kg | Polvere di toner residuo, fine vita: scarica per rifiuti speciali. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Cardboard waste to Disposal, packaging cardboard, 19.6% water,</i> | 0,012 kg | Imballaggi dei componenti, fine vita: incenerimento. | Ecoinvent | Primario |

| | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|
| to municipal incineration/CH | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|

Tab. 8 – Ricostruzione della cartuccia piccola monocromatica.

4.2.2 Cartuccia BN media

La cartuccia media monocromatica presa in considerazione per lo studio è la CE505X, con vuoto originale HP. L'unità dichiarata del ciclo di vita di una cartuccia ricostruita è il numero di potenziali stampe: nel caso di cartuccia media monocromatica il numero di stampe è pari a 6500. Il processo principale è costituito dai due macroprocessi: "Materie prime e componenti" e "Ricostruzione cartucce" entrambi richiamati per le 6500 stampe.

| MATERIE PRIME E COMPONENTI CARTUCCIA B/N MEDIA | | | | |
|--|----------|---|------------------------------------|------------------|
| Mod. di riferimento: CE505X | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 6500 p | | | | |
| Contiene i processi di produzione dei nuovi componenti necessari alla ricostruzione: sigillo e toner e dell'imballo della cartuccia ricostruita. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| TONER B/N CARTUCCIA MEDIA | 1 p | Toner monocromatico sostituito al 100%. Peso=0,29 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 10) | Primario |
| SIGILLO CARTUCCIA B/N MEDIA | 1 p | Sigillo per cartuccia piccola monocromatica sostituita al 100%. Peso = dato non fornito. | Nostra elaborazione (rif. Tab, 10) | Secondario |
| IMBALLAGGIO CARTUCCIA B/N MEDIA | 1 p | Imballaggio della cartuccia piccola monocromatica. Peso=0,305 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 10) | Primario |

Tab. 9 – Inventario di materie prime e componenti della cartuccia media monocromatica.

| TONER BN CARTUCCIA MEDIA | | | | |
|--|----------|---|---------------|------------------|
| Mod. di riferimento: CE505X | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 1 p | | | | |
| Produzione del toner monocromatico e del suo imballaggio. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| <i>Toner, black, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,29 kg | Produzione del toner monocromatico per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent 2.2 | Secondario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,036 kg | Imballaggio in cartone del toner: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. <u>Ipotesi:</u> proporzionalità con i dati di peso del sigillo imballato della Cartuccia B/N piccola: 0,14(peso sigillo cartuccia B/N piccola):0,011(peso imballo sigillo cartuccia B/N piccola)=0,29(peso sigillo cartuccia media):x → $x=(0,011*0,29)/0,14=0,02279$ | Ecoinvent 2.2 | Secondario |

| SIGILLO CARTUCCIA BN MEDIA | | | | |
|---|----------|-----------------------|------------|------------------|
| Mod. di riferimento: CE505X | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 1 p | | | | |
| Produzione del sigillo per cartuccia media monocromatica e suo imballaggio. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |

| | | | | |
|--|-------------|---|-----------|------------|
| <i>Polypropylene, granulate, at plant/RER</i> | 0,00975 kg | Materia prima: polipropilene del sigillo. Il dato sul peso del sigillo non viene fornito. Ipotesi: proporzionalità con peso del sigillo della cartuccia piccola B/N e il numero di stampe: 0,003kg (peso sigillo cartuccia piccola B/N):2000(copie cartuccia piccola B/)= x:6500(copie cartuccia media B/N) → $x=0,003kg*6500/2000=0,00975kg$ | Ecoinvent | Secondario |
| <i>Thermoforming, with calendering/RER</i> | 0,009779 kg | Processo di lavorazione del polipropilene: da 1kg si ottengono 0,977kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,977: $0,00975/0,977= 0,009779kg$. | Ecoinvent | Secondario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,00325 kg | Imballaggio in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del sigillo non viene fornito. Ipotesi: proporzionalità con peso del sigillo della cartuccia piccola B/N e il numero di stampe: 0,001kg (peso imballaggio sigillo cartuccia piccola B/N):2000(copie cartuccia piccola B/)= x:6500(copie cartuccia media B/N) → $x=0,001*6500/2000=0,00325kg$ | Ecoinvent | Secondario |

IMBALLAGGIO CARTUCCIA BN MEDIA

Mod. di riferimento: CE505X

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei componenti di imballaggio per cartuccia media monocromatica.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|------------|--|------------|------------------|
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,215 kg | Scatola in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER</i> | 0,025 kg | Busta in LDPE | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,02561 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,976: $0,009/0,976= 0,009225kg$. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polystyrene, expandable, at plant/RER</i> | 0,065 kg | Airbag. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,0666 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,976: $0,032/0,976= 0,009225kg$. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 10 – Toner, sigillo e imballaggio per cartuccia media monocromatica.

RICOSTRUZIONE CARTUCCIA BN MEDIA

Mod. di riferimento: CE505X

UNITÀ FUNZIONALE: 6500 p

Contiene: i processi di trasporto dei vuoti e dei componenti da sostituire al sito di produzione delle cartucce rigenerate, i consumi di energia elettrica per le fasi di smontaggio e ricostruzione della cartuccia, lo smaltimento della polvere di toner residuo nel vuoto e degli imballaggi dei componenti.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL |
|-------------|----------|-----------------------|------------|-------------|
|-------------|----------|-----------------------|------------|-------------|

| | | | | DATO |
|--|---------------|--|-----------|-------------|
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 86,16 kgkm | Trasporto del vuoto. Peso del vuoto=0,718 kg Distanza di raccolta massima=120 km UF=0,718*120=86,16 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 9,1 kgkm | Trasporto del sigillo. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania). Distanza media percorsa=700 km. Peso del sigillo (imballato)= 0,00975+0,00325=0,013 kg UF=700*0,013=9,1 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 217,5 kgkm | Trasporto del toner. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania) Distanza media percorsa=700 km. Peso del toner (imballato)= 0,29+0,0207=0,3107 kg UF=700*0,3107=217,5 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 30,5 kgkm | Trasporto dell'imballaggio necessario alla cartuccia. Fornitore: dato non fornito. Distanza (ipotizzata)=100 km Peso dell'imballaggio = 0,215+0,025+0,065=0,305 kg UF=100*0,305=30,5 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,004833 kWh | Fase di smontaggio con aspiratore. Potenza macchina: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=120 sec → in ore=120/3600=0,03333 h En. Elettrica =0,0145 kW*0,03333h=0,004833 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0375 kWh | Fase di pulizia (sotto cappa di aspirazione). Potenza: 1,5 kW Tempo dell'operazione=90 sec → in ore=90/3600=0,025 h En. elettrica=1,5kW*0,025h=0,0375 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0005655 kWh | Fase di montaggio con avvitatore. Potenza: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=140 sec → in ore=140/3600=0,039 h En. elettrica=0,0145kW*0,039h=0,0005655 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,01853 kWh | Fase di test. Potenza: 0,556 kW Tempo dell'operazione=120 sec → in ore=120/3600=0,03333 h En. elettrica= 0,556kW*0,03333h= 0,01853 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Waste, final, inert to Disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill/CH</i> | 0,03 kg | Polvere di toner residuo, fine vita: discarica per rifiuti speciali. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Cardboard waste to Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH</i> | 0,02604 kg | Imballaggi dei componenti, fine vita: incenerimento. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 11 – Ricostruzione della cartuccia media monocromatica.

4.2.3 Cartuccia BN grande

La cartuccia grande monocromatica presa in considerazione per lo studio è la 64016HE, con vuoto originale Lexmark. L'unità dichiarata del ciclo di vita di una cartuccia ricostruita è il numero di potenziali stampe: nel caso di cartuccia grande monocromatica il numero di stampe è pari a 21000. Il processo principale è costituito dai due macroprocessi: "Materie prime e componenti" e "Ricostruzione cartucce" entrambi richiamati per le 21000 stampe.

| MATERIE PRIME E COMPONENTI CARTUCCIA BN GRANDE | | | | |
|--|----------|---|------------------------------------|------------------|
| Mod. di riferimento: 64016HE | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 21000 p | | | | |
| Contiene i processi di produzione dei nuovi componenti necessari alla ricostruzione: tamburo, chip e toner e dell'imballo della cartuccia ricostruita. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| TONER B/N CARTUCCIA GRANDE | 1 p | Toner monocromatico sostituito al 100%. Peso = dato non fornito. | Nostra elaborazione (rif. Tab, 13) | Secondario |
| CHIP CARTUCCIA B/N GRANDE | 1 p | Chip per cartuccia piccola monocromatica sostituito al 100%. Peso=0,0005 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 13) | Primario |
| TAMBURO CARTUCCIA B/N GRANDE | 1 p | Tamburo per cartuccia monocromatica sostituito al 100%. Peso=0,07 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 13) | Primario |
| IMBALLAGGIO CARTUCCIA B/N GRANDE | 1 p | Imballaggio della cartuccia piccola monocromatica. Peso=0,528 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 13) | Primario |

Tab. 12 - Inventario di materie prime e componenti della cartuccia grande monocromatica.

| TONER BN CARTUCCIA GRANDE | | | | |
|---|-----------|---|---------------|------------------|
| Mod. di riferimento: 64016HE | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 1 p | | | | |
| Produzione del toner monocromatico e del suo imballaggio. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| <i>Toner, black, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,6 kg | Produzione del toner monocromatico per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Secondario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,141 kg | Imballaggio in cartone del toner: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. Ipotesi: proporzionalità con i dati della cartuccia piccola B/N: 0,011 (peso imballaggio toner cartuccia piccola B/N):2000(copie cartuccia piccola B/)= x:21000(copie cartuccia media B/N) → $x=0,011*21000/2000=0,1155\text{kg}$ | Ecoinvent | Secondario |
| CHIP CARTUCCIA BN GRANDE | | | | |
| Mod. di riferimento: 64016HE | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 1 p | | | | |
| Produzione del chip per cartuccia grande monocromatica, non si considera l'imballaggio. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| <i>Silicone product, at plant/RER</i> | 0,0004 kg | Materia prima: silicone. Peso totale=0,0005 kg | Ecoinvent | Secondario |

| | | | | |
|--|-----------|--|-----------|------------|
| | | <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'80% di silicone più il 20% di resina epossidica (ipotesi). Peso silicone=0,8*0,0005=0,0004kg | | |
| <i>Epoxy resin, liquid, at plant/RER</i> | 0,0001 kg | Materia prima: resina epossidica. Peso totale=0,0005 kg <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'80% di silicone più il 20% di resina epossidica (ipotesi). Peso resina=0,2*0,0005=0,0001kg | Ecoinvent | Secondario |

TAMBURO CARTUCCIA B/N GRANDE

Mod. di riferimento: 64016HE

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione del tamburo per cartuccia grande monocromatica e suo imballaggio.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|-------------|--|------------|------------------|
| <i>Aluminium, production mix, at plant/RER</i> | 0,616 kg | Materia prima: alluminio. Peso totale=0,07 kg <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso alluminio=0,88*0,07=0,0616kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polypropylene, granulate, at plant/RER</i> | 0,007 kg | Materia prima: plastica polipropilene. Peso totale=0,07 kg <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso polipropilene=0,1*0,07=0,007kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Brass, at plant/CH</i> | 0,0014 kg | Materia prima: ottone. Peso totale=0,07 kg <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso ottone=0,02*0,07=0,0014kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Thermoforming, with calendering/RER</i> | 0,007165 kg | Processo di lavorazione del polipropilene: da 1kg si ottengono 0,977kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,977: 0,007/0,977= 0,009225. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,003 kg | Imballaggio in cartone del tamburo. analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |

IMBALLAGGIO CARTUCCIA BN GRANDE

Mod. di riferimento: 64016HE

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei componenti di imballaggio per cartuccia grande monocromatica.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|----------|---|------------|------------------|
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,438 kg | Scatola in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER</i> | 0,025 kg | Busta in LDPE. | Ecoinvent | Primario |

| | | | | |
|--|------------|--|-----------|----------|
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,02561 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,976: $0,009/0,976=0,009225\text{kg}$. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polystyrene, expandable, at plant/RER</i> | 0,065 kg | Airbag. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,0666 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,976: $0,032/0,976=0,009225\text{kg}$. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 13 – Toner, chip, tamburo e imballaggio per cartuccia grande monocromatica.

RICOSTRUZIONE CARTUCCIA BN GRANDE

Mod. di riferimento: 64016HE

UNITÀ FUNZIONALE: 21000 p

Contiene: i processi di trasporto dei vuoti e dei componenti da sostituire al sito di produzione delle cartucce rigenerate, i consumi di energia elettrica per le fasi di smontaggio e ricostruzione della cartuccia, lo smaltimento della polvere di toner residuo nel vuoto e degli imballaggi dei componenti.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|---------------|---|------------|------------------|
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 148,8 kgkm | Trasporto del vuoto. Peso del vuoto=1,24 kg Distanza di raccolta massima=120 km $UF=1,24*120=148,8\text{ kgkm}$ | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 51,1 kgkm | Trasporto del tamburo. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania). Distanza media percorsa=700 km. Peso del tamburo (imballato)= 0,07+0,003=0,073 kg $UF=700*0,073=51,1\text{ kgkm}$ | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 1110 kgkm | Trasporto del toner. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania) Distanza media percorsa=700 km. Peso del toner (imballato)= 1,47+0,1155=1,585 kg $UF=700*1,585=1110\text{ kgkm}$ | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 52,8 kgkm | Trasporto dell'imballaggio necessario alla cartuccia. Fornitore: dato non fornito. Distanza (ipotizzata)=100 km Peso dell'imballaggio = 0,438+0,025+0,065=0,528kg $UF=100*0,528=52,8\text{ kgkm}$ | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,004833 kWh | Fase di smontaggio con aspiratore. Potenza macchina: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=120 sec → in ore=120/3600=0,03333 h En. elettrica=0,0145 kW*0,03333h=0,004833 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0375 kWh | Fase di pulizia (sotto cappa di aspirazione). Potenza: 1,5 kW Tempo dell'operazione=90 sec → in ore=90/3600=0,025 h En. elettrica=1,5kW*0,025h=0,0375 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at</i> | 0,0005655 kWh | Fase di montaggio con | Ecoinvent | Primario |

| | | | | |
|--|-------------|--|-----------|----------|
| <i>grid/IT</i> | | avvitatore. Potenza: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=140 sec → in ore=140/3600=0,039 h En. elettrica=0,0145kW*0,039h= 0,0005655 kWh | | |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,01853 kWh | Fase di test. Potenza: 0,556 kW Tempo dell'operazione=120 sec → in ore=120/3600=0,03333 h En. elettrica= 0,556kW*0,03333h= 0,01853 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Waste, final, inert to Disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill/CH</i> | 0,05 kg | Polvere di toner residuo, fine vita: discarica per rifiuti speciali. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Cardboard waste to Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH</i> | 0,05014 kg | Imballaggi dei componenti, fine vita: incenerimento. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 14 – Ricostruzione della cartuccia grande monocromatica.

4.2.4 Cartuccia Co piccola

La cartuccia piccola a colori presa in considerazione per lo studio è la CLTK4092S/CLTC4092S/CLTM4092S/CLTY4092S, con vuoto originale Samsung.

L'unità dichiarata del ciclo di vita di una cartuccia ricostruita è il numero di potenziali stampe: nel caso di cartuccia piccola monocromatica il numero di stampe è: 15000 per nero, 1000 per ciano, 1000 per magenta e 1000 per giallo per un totale di 6500 stampe.

Il processo principale è costituito dai due macroprocessi: “Materie prime e componenti” e “Ricostruzione cartucce” entrambi richiamati per le 6500 stampe.

MATERIE PRIME E COMPONENTI CARTUCCIA Co PICCOLA

Mod. di riferimento: CLTK4092S/CLTC4092S/CLTM4092S/CLTY4092S

UNITÀ FUNZIONALE: 6500 p

Contiene i processi di produzione dei nuovi componenti necessari alla ricostruzione: toner e dell'imballo della cartuccia ricostruita.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|----------------------------------|----------|---|------------------------------------|------------------|
| TONER Co CARTUCCIA PICCOLA | 1 p | Toner a colori sostituito al 100%. Peso: - nero=0,06 kg - ciano=0,05 kg - magenta=0,045 kg - giallo=0,05 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 16) | Primario |
| IMBALLAGGIO CARTUCCIA Co PICCOLA | 1 p | Imballaggio della cartuccia piccola a colori. Peso=0,253 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 16) | Primario |

Tab. 15 – Inventario di materie prime e componenti della cartuccia piccola a colori.

TONER Co CARTUCCIA PICCOLA

Mod. di riferimento: CLTK4092S/CLTC4092S/CLTM4092S/CLTY4092S

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei toner monocromatico e a colori e dei relativi imballaggi.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|---------------------------------|----------|-----------------------|---------------|------------------|
| <i>Toner, black, powder, at</i> | 0,06 kg | Produzione del toner | Ecoinvent 2.2 | Primario |

| | | | | |
|--|------------|--|---------------|----------|
| <i>plant/kg/GLO</i> | | monocromatico per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | | |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,05 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,045 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,05 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,01609 kg | Imballaggio in cartone dei 4 toner: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Peso tot=0,00488(nero)+0,00385(ciano)+0,00341(magenta)+0,00395(giallo)=0,01609kg | Ecoinvent 2.2 | Primario |

IMBALLAGGIO CARTUCCIA Co PICCOLA

Mod. di riferimento: CLTK4092S/CLTC4092S/CLTM4092S/CLTY4092S

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei componenti di imballaggio per cartuccia piccola a colori.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|-------------|---|------------|------------------|
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,213 kg | Scatola in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER</i> | 0,009225 kg | Busta in LDPE. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,031 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a $1/0,976$: $0,009/0,976= 0,009225$ kg. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polystyrene, expandable, at plant/RER</i> | 0,031 kg | Airbag. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,03176 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a $1/0,976$: $0,031/0,976= 0,03176$ kg. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,012 kg | Cover in cartone. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polyurethane, flexible foam, at plant/RER</i> | 0,003 kg | Spugna. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 16 - Toner, chip, tamburo e imballaggio per cartuccia piccola a colori.

RICOSTRUZIONE CARTUCCIA Co PICCOLA

Mod. di riferimento: CLTK4092S/CLTC4092S/CLTM4092S/CLTY4092S

UNITÀ FUNZIONALE: 6500 p

Contiene: i processi di trasporto dei vuoti e dei componenti da sostituire al sito di produzione delle cartucce rigenerate, i consumi di energia elettrica per le fasi di smontaggio e ricostruzione della cartuccia, lo smaltimento della polvere di toner residuo nel vuoto e degli imballaggi dei componenti.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|-------------|----------|-----------------------|------------|------------------|
|-------------|----------|-----------------------|------------|------------------|

| | | | | |
|--|---------------|---|-----------|----------|
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 222,2 kgkm | Trasporto dei vuoti. Peso tot dei 4 vuoti=1,852 kg Distanza di raccolta massima=120 km UF=1,852*120=222,2 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 2334 kgkm | Trasporto dei toner. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania). Distanza media percorsa=700 km. Peso dei 4 toner (imballati)= 0,205+3,129=3,334 kg UF=700*3,334=2334 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 26,8 kgkm | Trasporto dell'imballaggio necessario alla cartuccia. Fornitore: dato non fornito. Distanza (ipotizzata)=100 km Peso dell'imballaggio = 0,213+0,009+0,031=0,268 kg UF=100*0,268=26,8 kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0002417 kWh | Fase di smontaggio con aspiratore. Potenza macchina: 0,0145 kW. Tempo dell'operazione=60 sec → in ore=60/3600=0,01667 h En. elettrica=0,0145 kW*0,01667h=0,0002417 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0375 kWh | Fase di pulizia (sotto cappa di aspirazione). Potenza: 1,5 kW Tempo dell'operazione=90 sec → in ore=90/3600=0,025 h En. elettrica=1,5kW*0,025h=0,0375 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0002697 kWh | Fase di montaggio con avvitatore. Potenza: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=65 sec → in ore=65/3600=0,01806 h En. Elettrica =0,0145kW*0,01806h=0,0002697 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,01853 kWh | Fase di test. Potenza: 0,556 kW Tempo dell'operazione=120 sec → in ore=120/3600=0,03333 h En. elettrica=0,556kW*0,03333h=0,01853 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Waste, final, inert to Disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill/CH</i> | 0,04 kg | Polvere di toner residuo, fine vita: discarica per rifiuti speciali. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Cardboard waste to Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH</i> | 3,129 kg | Imballaggi dei componenti, fine vita: incenerimento. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 17 – Ricostruzione della cartuccia piccola a colori.

4.2.5 Cartuccia Co media

La cartuccia media a colori presa in considerazione per lo studio è la Q7560A/Q7561A / Q7562A/ Q7563A, con vuoto originale HP.

L'unità dichiarata del ciclo di vita di una cartuccia ricostruita è il numero di potenziali stampe, nel caso di cartuccia media a colori il numero di stampe è: 65000 per nero, 3500 per ciano, 3500 per magenta e 3500 per giallo per un totale di 17000 stampe.

Il processo principale è costituito dai due macroprocessi: "Materie prime e componenti" e "Ricostruzione cartucce" entrambi richiamati per le 17000 stampe.

MATERIE PRIME E COMPONENTI CARTUCCIA Co MEDIA

Mod. di riferimento: Q7560A/Q7561A / Q7562A/ Q7563A

UNITÀ FUNZIONALE: 17000 p

Contiene i processi di produzione dei nuovi componenti necessari alla ricostruzione: toner e dell'imballo della cartuccia ricostruita.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--------------------------------|----------|---|------------------------------------|------------------|
| TONER Co CARTUCCIA MEDIA | 1 p | Toner a colori sostituito al 100%. Peso: - nero=0,18 kg - ciano=0,14kg - magenta=0,14 kg - giallo=0,14 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 19) | Primario |
| TAMBURO Co CARTUCCIA MEDIA | 1 p | Tamburo per cartuccia media a colori sostituito al 100%. Peso=0,047kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 19) | Primario |
| IMBALLAGGIO CARTUCCIA Co MEDIA | 1 p | Imballaggio della cartuccia media a colori. Peso=0,26 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 19) | Primario |

Tab. 18 – Inventario di materie prime e componenti della cartuccia media a colori.

TONER Co CARTUCCIA MEDIA

Mod. di riferimento: Q7560A/Q7561A / Q7562A/ Q7563A

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei toner monocromatico e a colori e dei relativi imballaggi.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|------------|--|---------------|------------------|
| <i>Toner, black, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,18 kg | Produzione del toner monocromatico per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,14 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,14 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,14 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,08557 kg | Imballaggio in cartone dei 4 toner: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Peso tot=0,02617(nero)+0,0198(ciano)+0,0198(magenta)+0,0198(giallo)=0,08557kg | Ecoinvent 2.2 | Primario |

TAMBURO CARTUCCIA Co MEDIA

Mod. di riferimento: Q7560A/Q7561A / Q7562A/ Q7563A

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione del tamburo per cartuccia media a colori e suo imballaggio.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|-------------|--|------------|------------------|
| <i>Aluminium, production mix, at plant/RER</i> | 0,04136 kg | Materia prima: alluminio. Peso totale=0,047 kg <u>Ipotesi:</u> composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso alluminio=0,88*0,047=0,04136kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polypropylene, granulate, at plant/RER</i> | 0,0047 kg | Materia prima: plastica polipropilene. Peso totale=0,047 kg <u>Ipotesi:</u> composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso polipropilene=0,1*0,047=0,0047kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Brass, at plant/CH</i> | 0,00094 kg | Materia prima: ottone. Peso totale=0,047 kg <u>Ipotesi:</u> composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso ottone=0,02*0,047=0,00094kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Thermoforming, with calendering/RER</i> | 0,004811 kg | Processo di lavorazione del polipropilene: da 1kg si ottengono 0,977kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,977: 0,0047/0,977=0,004811kg. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,002014 kg | Imballaggio in cartone del tamburo. analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il peso dell'imballaggio del tamburo non viene fornito: proporzionalità con cartuccia B/N grande: 0,07(peso tamburo cartuccia B/N grande):0,003(peso imballaggio cartuccia B/N grande)=0,047(peso tamburo cartuccia Co media): x → x=0,047*0,003/0,07=0,002014kg | Ecoinvent | Primario |

IMBALLAGGIO CARTUCCIA Co MEDIA

Mod. di riferimento: Q7560A/Q7561A / Q7562A/ Q7563A

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei componenti di imballaggio per cartuccia media a colori.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|------------|--|------------|------------------|
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,245 kg | Scatola in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER</i> | 0,001 kg | Busta in LDPE. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,01025 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,976: 0,001/0,976=0,001025kg. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polystyrene, expandable, at plant/RER</i> | 0,045 kg | Airbag. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,04611kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono | Ecoinvent | Primario |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | | 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,976: 0,045/0,976= 0,04611kg. | |
|--|--|---|--|

Tab. 19 – Toner, tamburo e imballaggio per cartuccia media a colori.

RICOSTRUZIONE CARTUCCIA Co MEDIA

Mod. di riferimento: Q7560A/Q7561A / Q7562A/ Q7563A

UNITÀ FUNZIONALE: 17000 p

Contiene: i processi di trasporto dei vuoti e dei componenti da sostituire al sito di produzione delle cartucce rigenerate, i consumi di energia elettrica per le fasi di smontaggio e ricostruzione della cartuccia, lo smaltimento della polvere di toner residuo nel vuoto e degli imballaggi dei componenti.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|---------------|---|------------|------------------|
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 839,5 kgkm | Trasporto dei vuoti. Peso tot dei 4 vuoti = dato non fornito. Analogia con cartuccia a colori piccola: 1,852(peso vuoto piccola a colori):4500=x:17000 → $x=1,852*17000/4500=6,996$ Distanza di raccolta massima=120 km $UF=6,996*120=839,5$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 4407 kgkm | Trasporto dei toner. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania) Distanza media percorsa=700 km. Peso dei 4 toner (imballati)= $0,6+5,696=6,296$ kg $UF=700*6,296=4407$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 34,31 kgkm | Trasporto del tamburo. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania).Distanza media percorsa=700 km. Peso del tamburo (imballato)= $0,047+0,002014=0,04901$ kg $UF=700*0,04901=34,31$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 30 kgkm | Trasporto dell'imballaggio necessario alla cartuccia. Fornitore: dato non fornito. Distanza (ipotizzata)=100 km Peso dell'imballaggio = $0,245+0,01+0,045=0,3$ kg $UF=100*0,3=30$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0009667 kWh | Fase di smontaggio con aspiratore. Potenza macchina: 0,0145 kW. Tempo dell'operazione=240 sec → in ore=240/3600=0,06667 h En. elettrica=0,0145 kW*0,06667h=0,0009667 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,075 kWh | Fase di pulizia (sotto cappa di aspirazione). Potenza: 1,5 kW Tempo dell'operazione=180 sec → in ore=180/3600=0,05 h En. elettrica=1,5kW*0,025h=0,075 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0009667 kWh | Fase di montaggio con avvitatore. Potenza: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=240 sec → in ore=240/3600=0,06667 h En. elettrica= | Ecoinvent | Primario |

| | | | | |
|--|------------|--|-----------|----------|
| | | 0,0145kW*0,06667h= 0,0009667 kWh | | |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0278 kWh | Fase di test. Potenza: 0,556 kW Tempo dell'operazione=180 sec → in ore=180/3600=0,05 h En. elettrica= 0,556kW*0,05h= 0,0278 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Waste, final, inert to Disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill/CH</i> | 0,336 kg | Polvere di toner residuo, fine vita: scarica per rifiuti speciali. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Cardboard waste to Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH</i> | 5,696 kg | Imballaggi dei componenti, fine vita: incenerimento. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 20 – Ricostruzione della cartuccia media a colori.

4.2.6 Cartuccia Co grande

La cartuccia media a colori presa in considerazione per lo studio è la C9730A, EP86BK/ C9731A, EP85C/C9732A, EP85Y/C9733A, EP85M con vuoto originale HP.

L'unità dichiarata del ciclo di vita di una cartuccia ricostruita è il numero di potenziali stampe, nel caso di cartuccia grande a colori il numero di stampe è: 13000 per nero, 12000 per ciano, 12000 per magenta e 12000 per giallo per un totale di 49000 stampe.

Il processo principale è costituito dai due macroprocessi: "Materie prime e componenti" e "Ricostruzione cartucce" entrambi richiamati per le 49000 stampe.

MATERIE PRIME E COMPONENTI CARTUCCIA Co MEDIA

Mod. di riferimento: C9730A, EP86BK/ C9731A, EP85C/C9732A, EP85Y/C9733A, EP85M

UNITÀ FUNZIONALE: 49000 p

Contiene i processi di produzione dei nuovi componenti necessari alla ricostruzione: tamburo e toner e dell'imballaggio della cartuccia ricostruita.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|---------------------------------|----------|---|------------------------------------|------------------|
| TONER Co CARTUCCIA GRANDE | 1 p | Toner a colori sostituito al 100%. Peso: - nero=0,3 kg - ciano=0,28 kg - magenta=0,28 kg - giallo=0,28 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 22) | Primario |
| TAMBURO Co CARTUCCIA GRANDE | 1 p | Tamburo per cartuccia media a colori sostituito al 100%. Peso=0,078kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 22) | Primario |
| IMBALLAGGIO CARTUCCIA Co GRANDE | 1 p | Imballaggio della cartuccia grande a colori. Peso=0,256 kg | Nostra elaborazione (rif. Tab, 22) | Primario |

Tab. 21 – Inventario di materie prime e componenti della cartuccia grande a colori.

TONER Co CARTUCCIA GRANDE

Mod. di riferimento: C9730A, EP86BK/ C9731A, EP85C/C9732A, EP85Y/C9733A, EP85M

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione dei toner monocromatico e a colori e dei relativi imballaggi.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|----------|--|---------------|------------------|
| <i>Toner, black, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,3 kg | Produzione del toner monocromatico per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |

| | | | | |
|--|-----------|---|---------------|----------|
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,28 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,28 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Toner, colour, powder, at plant/kg/GLO</i> | 0,28 kg | Produzione del toner a colori per cartucce per stampanti laser: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il dato sul peso del toner non viene fornito. | Ecoinvent 2.2 | Primario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,3286 kg | Imballaggio in cartone dei 4 toner: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Peso tot=0,08691(nero)+0,08056(ciano)+0,08056(magenta)+0,08056(giallo)=0,3286kg | Ecoinvent 2.2 | Primario |

TAMBURO CARTUCCIA Co GRANDE

Mod. di riferimento: C9730A, EP86BK/ C9731A, EP85C/C9732A, EP85Y/C9733A, EP85M

UNITÀ FUNZIONALE: 1 p

Produzione del tamburo per cartuccia grande a colori e suo imballaggio.

| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
|--|-------------|---|------------|------------------|
| <i>Aluminium, production mix, at plant/RER</i> | 0,06864 kg | Materia prima: alluminio. Peso totale=0,078 kg <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso alluminio=0,88*0,078=0,06864kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polypropylene, granulate, at plant/RER</i> | 0,0078 kg | Materia prima: plastica polipropilene. Peso totale=0,078 kg <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso polipropilene=0,1*0,078=0,0078kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Brass, at plant/CH</i> | 0,00156 kg | Materia prima: ottone. Peso totale=0,078 kg <u>Ipotesi</u> : composizione pari all'88% di alluminio più il 10% di polipropilene più il 2% di ottone. Peso ottone=0,02*0,078= 0,00156kg | Ecoinvent | Primario |
| <i>Thermoforming, with calendering/RER</i> | 0,007984 kg | Processo di lavorazione del polipropilene: da 1kg si ottengono 0,977kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a 1/0,977: 0,0078/0,977= 0,004811. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,003343 kg | Imballaggio in cartone del tamburo. analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. Il peso dell'imballaggio del tamburo non viene fornito: proporzionalità con cartuccia B/N grande: 0,07(peso tamburo cartuccia B/N grande):0,003(peso imballaggio cartuccia B/N grande)=0,078(peso tamburo cartuccia Co media):x → x=0,078*0,003/0,07=0,003343kg | Ecoinvent | Primario |

IMBALLAGGIO CARTUCCIA Co GRANDE

Mod. di riferimento: C9730A, EP86BK/ C9731A, EP85C/C9732A, EP85Y/C9733A, EP85M

| UNITÀ FUNZIONALE: 1 p | | | | |
|--|-----------------|--|-------------------|-------------------------|
| Produzione dei componenti di imballaggio per cartuccia grande a colori. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| <i>Packaging, corrugated board, mixed fibre, single wall, at plant/RER</i> | 0,44 kg | Scatola in cartone del sigillo: analogia tecnologica e geografica con processo di banca dati. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER</i> | 0,025 kg | Busta in LDPE. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,02559 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a $1/0,976$: $0,025/0,976= 0,02559$ kg. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Polystyrene, expandable, at plant/RER</i> | 0,064 kg | Airbag. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Extrusion, plastic film/RER</i> | 0,06551 kg | Processo di lavorazione del polietilene: da 1kg si ottengono 0,976kg → il peso del polipropilene va maggiorato di un fattore pari a $1/0,976$: $0,064/0,976= 0,06551$ kg. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 22 – Toner, tamburo e imballaggio per cartuccia Co grande a colori.

| RICOSTRUZIONE CARTUCCIA Co GRANDE | | | | |
|--|-----------------|---|-------------------|-------------------------|
| Mod. di riferimento: C9730A, EP86BK/ C9731A, EP85C/C9732A, EP85Y/C9733A, EP85M | | | | |
| UNITÀ FUNZIONALE: 49000 p | | | | |
| Contiene: i processi di trasporto dei vuoti e dei componenti da sostituire al sito di produzione delle cartucce rigenerate, i consumi di energia elettrica per le fasi di smontaggio e ricostruzione della cartuccia, lo smaltimento della polvere di toner residuo nel vuoto e degli imballaggi dei componenti. | | | | |
| PROCESS LCI | QUANTITÀ | ALLOCAZIONI E IPOTESI | BANCA DATI | QUALITÀ DEL DATO |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 2420 kgkm | Trasporto dei vuoti. Peso tot dei 4 vuoti = dato non fornito. Analogia con cartuccia a colori piccola: $1,852(\text{peso vuoto piccola a colori}):4500=x:49000 \rightarrow x=1,852*49000/4500=20,17$ Distanza di raccolta massima=120 km $UF=20,17*120=2420$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 8868 kgkm | Trasporto dei toner. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania). Distanza media percorsa=700 km. Peso dei 4 toner (imballati)= $1,14+11,528=12,668$ kg $UF=700*12,668=8868$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 56,94 kgkm | Trasporto del tamburo. Fornitori vari situati in Europa (rif. Germania).Distanza media percorsa=700 km. Peso del tamburo (imballato)= $0,078+0,003343= 0,081343$ kg $UF=700* 0,081343=56,94$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER</i> | 52,9 kgkm | Trasporto dell'imballaggio necessario alla cartuccia. Fornitore: dato non fornito. Distanza (ipotizzata)=100 km Peso dell'imballaggio = $0,245+0,01+0,045=0,529$ kg $UF=100*0, 529=52,9$ kgkm | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0009667 kWh | Fase di smontaggio con aspiratore. Potenza macchina: | Ecoinvent | Primario |

| | | | | |
|--|---------------|--|-----------|----------|
| | | 0,0145 kW. Tempo dell'operazione=240 sec → in ore=240/3600=0,06667 h En. Elettrica =0,0145 kW*0,06667h=0,0009667 kWh | | |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,075 kWh | Fase di pulizia (sotto cappa di aspirazione). Potenza: 1,5 kW Tempo dell'operazione=180 sec → in ore=180/3600=0,05 h En. elettrica=1,5kW*0,05h=0,075 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0009667 kWh | Fase di montaggio con avvitatore. Potenza: 0,0145 kW Tempo dell'operazione=240 sec → in ore=240/3600=0,06667 h En. elettrica=0,0145 kW*0,06667h=0,0009667 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Electricity, low voltage, at grid/IT</i> | 0,0278 kWh | Fase di test. Potenza: 0,556 kW Tempo dell'operazione=180 sec → in ore=180/3600=0,05 h En. elettrica= 0,556kW*0,05h=0,0278 kWh | Ecoinvent | Primario |
| <i>Waste, final, inert to Disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill/CH</i> | 0,813 kg | Polvere di toner residuo, fine vita: scarica per rifiuti speciali. | Ecoinvent | Primario |
| <i>Cardboard waste to Disposal, packaging cardboard, 19.6% water, to municipal incineration/CH</i> | 11,528 kg | Imballaggi dei componenti, fine vita: incenerimento. | Ecoinvent | Primario |

Tab. 23 – Ricostruzione della cartuccia Co grande.

5. ANALISI DEGLI IMPATTI

L'analisi viene effettuata con il metodo *CML baseline 2000*, aggiornato alla versione 3.2 di dicembre 2007 per il calcolo dei potenziali impatti ambientali e con il metodo *CED (Cumulative Energy Demand)* per il calcolo dei consumi di risorse energetiche.

Si descrive l'analisi LCA di ciascuna delle cartucce, stabilendo, per ciascuna quali sono le cause principali dei potenziali impatti nell'intero ciclo di vita e del consumo di risorse; infine si effettua un confronto fra tutte le cartucce a parità di copia stampata.

5.2 Calcolo dei potenziali impatti ambientali

Nelle tabelle che seguono si indicano i risultati dell'analisi dei potenziali impatti ambientali relativi all'LCA dei sei modelli selezionati di cartuccia per stampante laser ricostruite dalla SEA.

I risultati sono indicati per alcune delle categorie di impatto del metodo CML baseline 2000, aventi ognuna la sua unità di misura:

- Esaurimento Sostanze Abiotiche (kg Sbeq) → ABIOTIC DEPLETION
- Acidificazione (SO₂eq) → ACIDIFICATION

- Eutrofizzazione (kg PO₄⁻⁻⁻ eq.) → EUTROPHICATION
- Riscaldamento globale (kg CO₂ eq) → GLOBAL WARMING (GWP 100)
- Assottigliamento strato di ozono (kg CFC-11 eq) → OZONE LAYER DEPLETION
- Formazione ossidanti fotochimici (kg C₂H₄ eq) → PHOTOCHEMICAL OXIDATION.

Per ciascuna cartuccia i risultati si riferiscono sia alla specifica unità funzionale (numero di stampe del ciclo di vita) che ad una singola copia, il risultato della singola copia sarà utile per il confronto fra tutte le cartucce.

5.2.1 Impatti cartuccia B/N piccola

| 1 Cartuccia B/N piccola: modello di riferimento FX-10, 0263B002 | | | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| UF=2000 copie | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sbeq | 0,00871 | 0,000674 | 0,009384 |
| ACIDIFICATION | kg SO ₂ eq | 0,004412 | 0,000489 | 0,004901 |
| EUTROPHICATION | kg PO ₄ ⁻⁻⁻ eq | 0,002612 | 0,000129 | 0,002741 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO ₂ eq | 1,080667 | 0,094893 | 1,17556 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC ₁₁ eq | 6,8E-08 | 1,15E-08 | 7,95E-08 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 0,000201 | 1,74E-05 | 0,000218 |
| UF=1 copia | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sbeq | 4,35E-06 | 3,37E-07 | 4,69E-06 |
| ACIDIFICATION | kg SO ₂ eq | 2,21E-06 | 2,45E-07 | 2,45E-06 |
| EUTROPHICATION | kg PO ₄ ⁻⁻⁻ eq | 1,31E-06 | 6,45E-08 | 1,37E-06 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO ₂ eq | 4,35E-06 | 3,37E-07 | 4,69E-06 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC ₁₁ eq | 2,21E-06 | 2,45E-07 | 2,45E-06 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 1,31E-06 | 6,45E-08 | 1,37E-06 |

Tab. 24 - Analisi dei risultati della cartuccia in bianco e nero di piccole dimensioni.

La distribuzione degli impatti è quella indicata in fig. 2 e mostra come la produzione di materie prime e componenti sia la fase più impattante, si analizza, quindi, in fig. 3 quale fra queste materie prime e componenti genera l'impatto maggiore.

DISTRIBUZIONE IMPATTI - CARTUCCIA BN PICCOLA

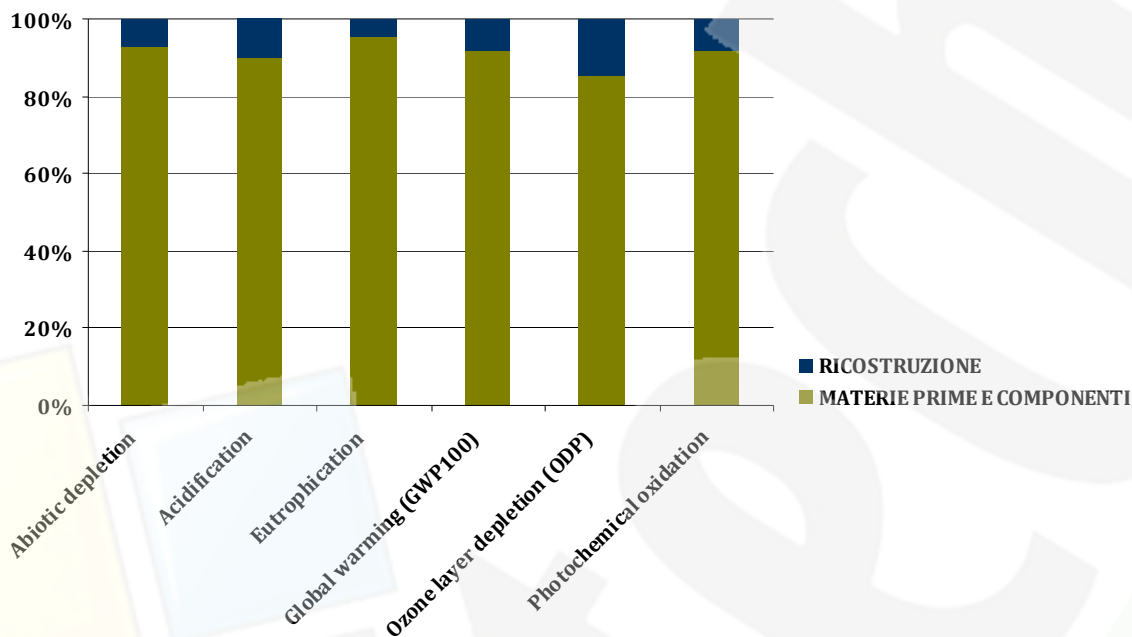


Fig. 2 - Potenziali impatti della cartuccia piccola monocromatica.

MATERIE PRIME E COMPONENTI DI CARTUCCIA BN PICCOLA

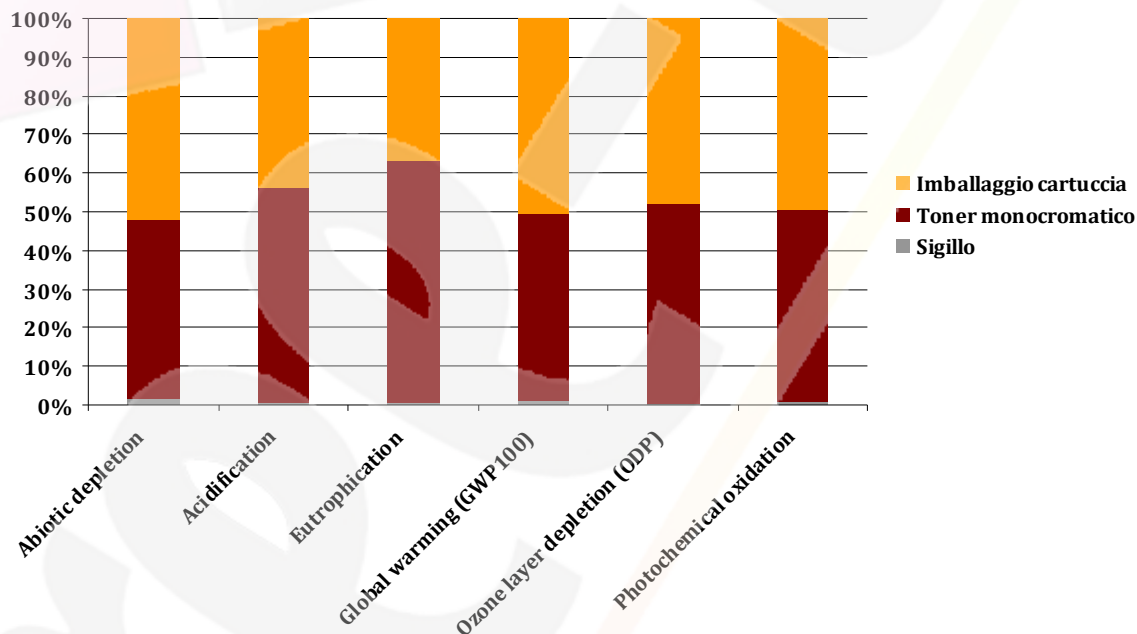


Fig. 3 - Distribuzione impatti di materie prime e componenti di cartuccia piccola monocromatica.

Per tutte le categorie di impatto i componenti maggiormente critici sono la polvere di toner, con la quale viene ricaricata la cartuccia, e l'imballaggio della cartuccia da vendere, composto da scatola di cartone, polistirene per proteggere gli urti, e plastica LDPE. In particolare, per l'intero ciclo di vita della cartuccia monocromatica di piccole

dimensioni, la produzione di toner genera l'emissione di 0,5256 kg di CO_{2eq} in aria e la produzione di imballaggio 0,5457 kg di CO_{2eq}.

Per la fase di ricostruzione (fig. 4) i processi che incidono maggiormente sono quelli dei trasporti dei nuovi componenti e dei consumi di energia elettrica necessari alla rigenerazione della cartuccia: ad esempio, per l'indicatore relativo al riscaldamento globale, il trasporto di componenti e materie prime indice per il 54,9% mentre i consumi di energia elettrica per il 44,54%.

Queste considerazioni si ripeteranno anche per le altre due cartucce monocromatiche.

RICOSTRUZIONE DI CARTUCCIA BN PICCOLA

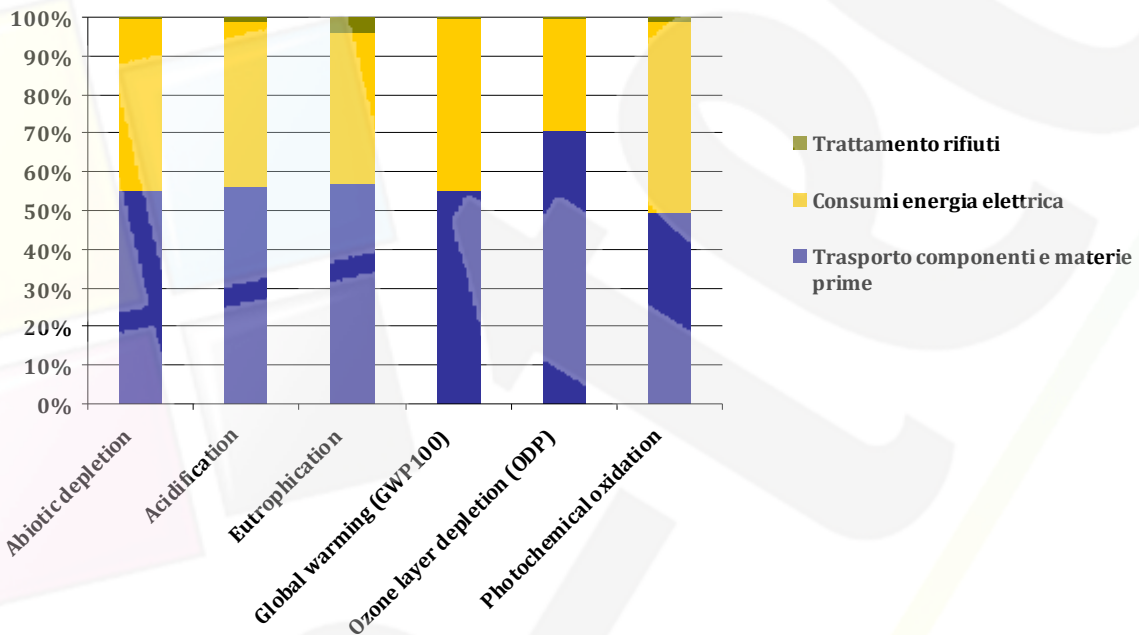


Fig. 4 - Distribuzione impatti per la fase di ricostruzione in sito di cartuccia piccola monocromatica.

5.2.2 Impatti cartuccia B/N media

| 2 Cartuccia B/N media: modello di riferimento CE505X | | | | |
|--|------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| UF=6500 copie | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sbeq | 2,22E-06 | 1,41E-07 | 2,36E-06 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 1,1E-06 | 1,03E-07 | 1,2E-06 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4⁻⁻⁻eq} | 6,39E-07 | 2,85E-08 | 6,67E-07 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 0,00026 | 1,98E-05 | 0,00028 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC _{11eq} | 1,57E-11 | 2,62E-12 | 1,83E-11 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 4,91E-08 | 3,56E-09 | 5,26E-08 |
| UF=1 copia | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sbeq | 2,22E-06 | 1,41E-07 | 2,36E-06 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 1,1E-06 | 1,03E-07 | 1,2E-06 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4⁻⁻⁻eq} | 6,39E-07 | 2,85E-08 | 6,67E-07 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 0,00026 | 1,98E-05 | 0,00028 |
| OZONE LAYER DEPLETION | kg CFC _{11eq} | 1,57E-11 | 2,62E-12 | 1,83E-11 |

| | | | | |
|-------------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|
| (ODP) | | | | |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 4,91E-08 | 3,56E-09 | 5,26E-08 |

Tab. 25 - Analisi dei risultati della cartuccia media monocromatica.

La distribuzione degli impatti è quella indicata in fig. 5 e mostra come, anche in questo caso, la produzione di materie prime e componenti sia la fase più impattante, si analizza quindi, in fig. 6 quale fra queste materie prime e componenti genera gli impatti maggiori.

DISTRIBUZIONE IMPATTI - CARTUCCIA BN MEDIA

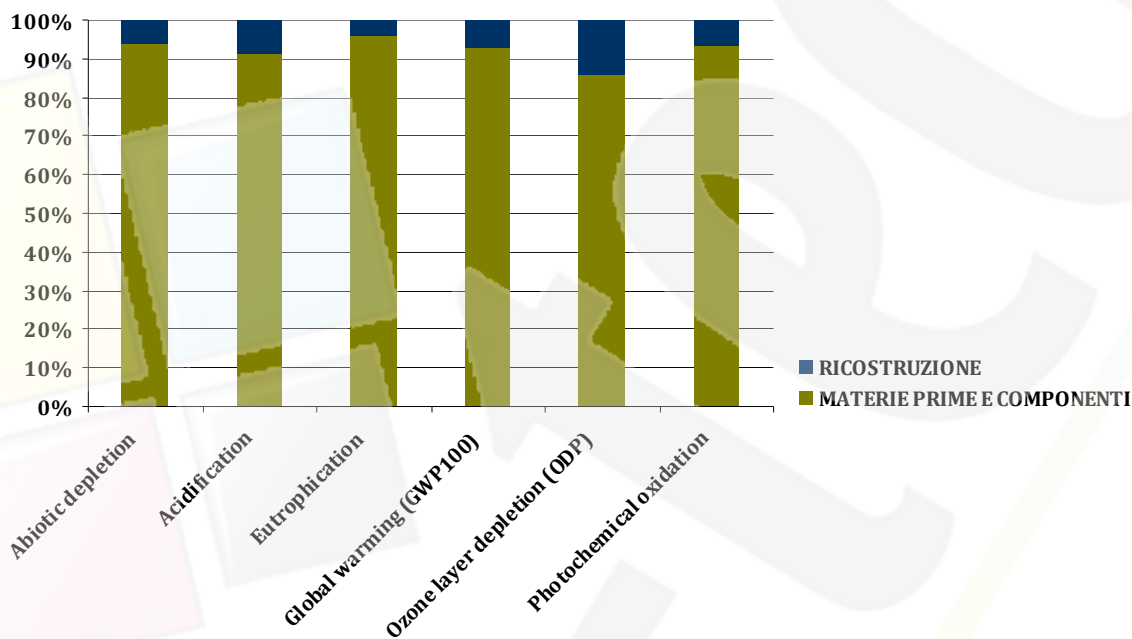


Fig. 5 - Potenziali impatti della cartuccia media monocromatica.

MATERIE PRIME E COMPONENTI DI CARTUCCIA BN MEDIA

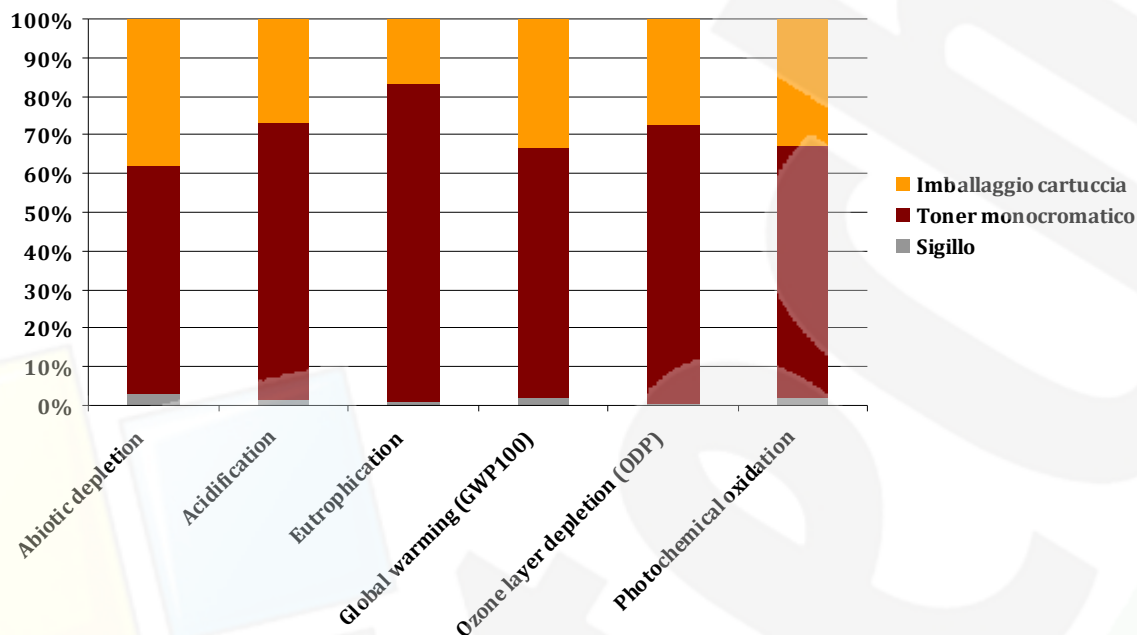


Fig. 6 - Distribuzione impatti di materie prime e componenti di cartuccia media monocromatica.

Per tutte le categorie di impatto i componenti che maggiormente incidono sono, come nel caso della cartuccia piccola monocromatica, la polvere di toner con la quale viene ricaricata la cartuccia e l'imballaggio della cartuccia.

5.2.3 Impatti cartuccia B/N grande

| 3 Cartuccia B/N media: modello di riferimento 64016HE | | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| UF=21000 copie | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg S _b eq | 0,025596 | 0,002796 | 0,028392 |
| ACIDIFICATION | kg SO ₂ eq | 0,013675 | 0,002079 | 0,015754 |
| EUTROPHICATION | kg PO ₄ ³⁻ eq | 0,008492 | 0,000591 | 0,009083 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO ₂ eq | 3,189575 | 0,393641 | 3,583216 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC ₁₁ eq | 2,12E-07 | 5,83E-08 | 2,7E-07 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 0,000598 | 6,76E-05 | 0,000665 |
| UF=1 copia | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg S _b eq | 1,22E-06 | 1,33E-07 | 1,35E-06 |
| ACIDIFICATION | kg SO ₂ eq | 6,51E-07 | 9,9E-08 | 7,5E-07 |
| EUTROPHICATION | kg PO ₄ ³⁻ eq | 4,04E-07 | 2,81E-08 | 4,33E-07 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO ₂ eq | 0,000152 | 1,87E-05 | 0,000171 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC ₁₁ eq | 1,01E-11 | 2,78E-12 | 1,29E-11 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 2,85E-08 | 3,22E-09 | 3,17E-08 |

Tab. 26 - Analisi dei risultati della cartuccia grande monocromatica.

La distribuzione degli impatti è indicata in fig. 7: anche per la cartuccia di grandi dimensioni la produzione di materie prime ha l'impatto maggiore sull'intero ciclo di vita.

In fig. 8 si indica l'entità degli impatti dei soli componenti.

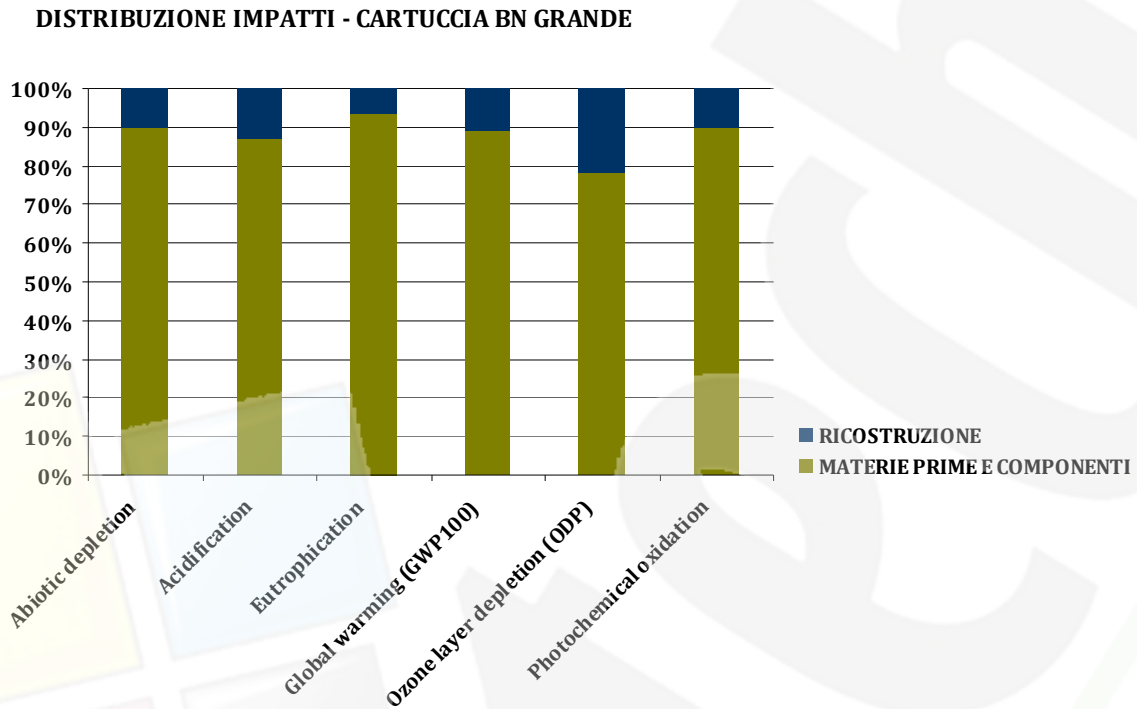


Fig. 7 - Potenziali impatti della cartuccia grande monocromatica.

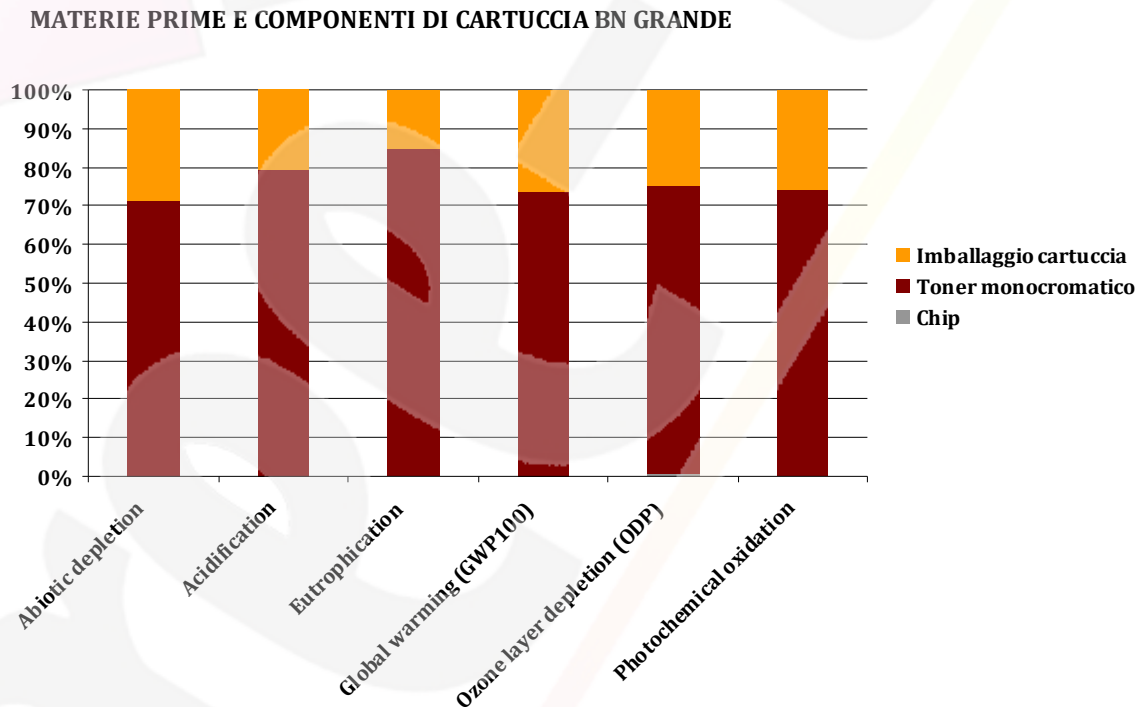


Fig. 8 - Distribuzione impatti di materie prime e componenti di cartuccia grande monocromatica.

Nel caso della cartuccia grande monocromatica il toner ha l'impatto maggiore, con delle percentuali, per tutte le categorie, superiori al 70%, l'imballaggio della cartuccia, in

questo caso, ha delle dimensioni, e un peso molto simili alla cartuccia monocromatica di dimensioni medie ma la quantità di polvere di toner contenuto nella cartuccia ricostruita è molto alta: si calcola che, per l'intero ciclo di vita della cartuccia grande monocromatica il toner genera un'emissione di 2,352 kg di CO_{2eq}.

5.2.4 Impatti cartuccia Co piccola

| 4 Cartuccia Co piccola: modello di riferimento CLTK4092S, CLTC4092S, CLTM4092S, CLTY4092S | | | | |
|---|----------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| UF=4500 copie | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg S _{beq} | 0,009528 | 0,004983 | 0,01451 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 0,004927 | 0,00367 | 0,008597 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4⁻eq} | 0,002972 | 0,000985 | 0,003957 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 1,168186 | 0,700816 | 1,869002 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC _{11eq} | 6,86E-08 | 1,07E-07 | 1,75E-07 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 0,000225 | 0,000117 | 0,000342 |
| UF=1 copia | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg S _{beq} | 2,12E-06 | 1,11E-06 | 3,22E-06 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 1,09E-06 | 8,16E-07 | 1,91E-06 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4⁻eq} | 6,6E-07 | 2,19E-07 | 8,79E-07 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 0,00026 | 0,000156 | 0,000415 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC _{11eq} | 1,52E-11 | 2,37E-11 | 3,9E-11 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 4,99E-08 | 2,61E-08 | 7,6E-08 |

Tab. 27 - Analisi dei risultati della cartuccia piccola a colori.

La distribuzione degli impatti è quella indicata in fig. 9 e mostra che la distribuzione degli impatti è più omogenea fra le due macrofasi, anche se, fatta eccezione per l'indicatore *Ozone Layer Depletion*, la produzione di materie prime e componenti è comunque la fase più impattante e che la polvere di toner colorato ha gli impatti maggiori (fig.10).

DISTRIBUZIONE IMPATTI - CARTUCCIA CO PICCOLA

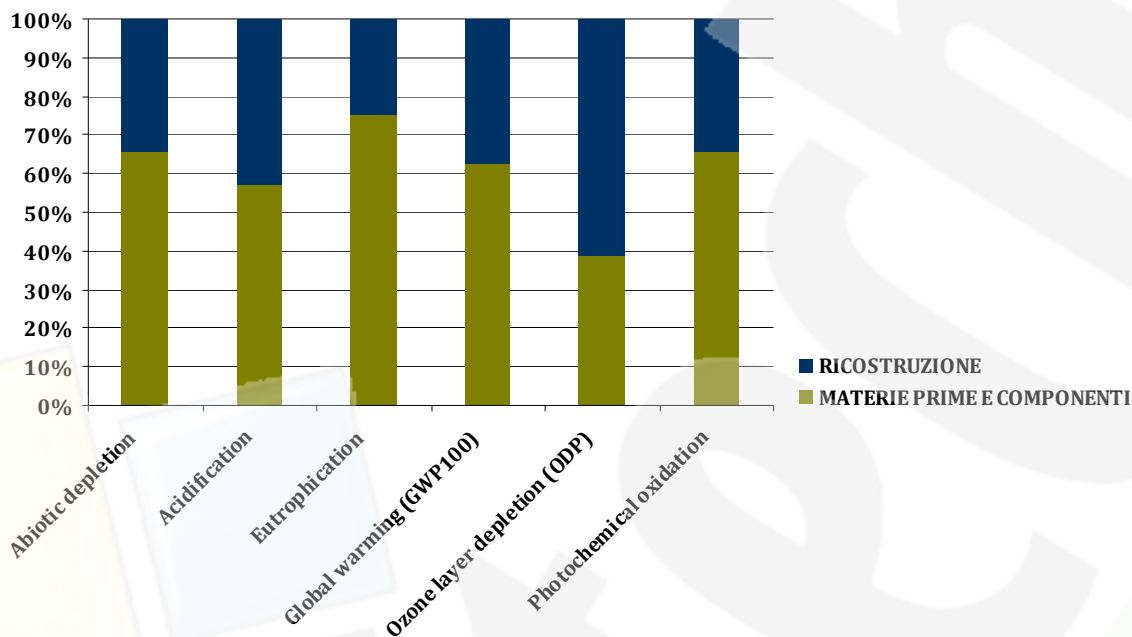


Fig. 9 - Potenziali impatti della cartuccia piccola a colori.

MATERIE PRIME E COMPONENTI DI CARTUCCIA CO PICCOLA

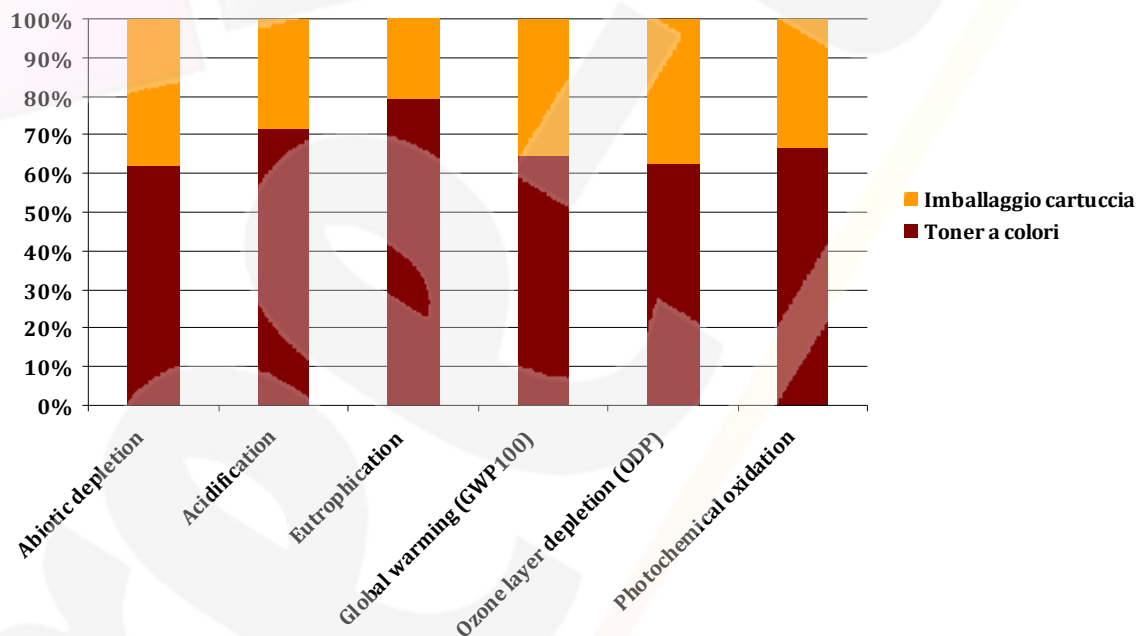


Fig. 10 - Distribuzione impatti di materie prime e componenti di cartuccia piccola a colori.

Per la cartuccia a colori la produzione di toner ha un impatto elevato, in questo caso particolare, poi, l'unico componente sostituito è proprio il toner a colori che è la combinazione di 4 tipologie di polveri colorate e quindi, in proporzione, ha un peso maggiore rispetto al toner solo monocromatico e, in proporzione, rispetto all'imballaggio. Per l'intero ciclo di vita della cartuccia a colori di piccole dimensioni la

produzione di toner corrisponde all'emissione di 0,75 kg di CO_{2eq} (contro i 0,5239 kg di CO_{2eq} della cartuccia piccola in bianco e nero).

Per la fase di ricostruzione (fig. 11) il processo che incide maggiormente è quello dei trasporti dei nuovi componenti mentre i consumi di energia elettrica per i processi di ricostruzione, in proporzione, sono molto bassi: si stima che per l'indicatore *Global warming* l'incidenza del trasporto dei componenti necessari alla ricostruzione della cartuccia piccola a colori è pari al 94,7%. L'andamento degli impatti della fase di ricostruzione è del tutto simile per le altre due cartucce a colori.

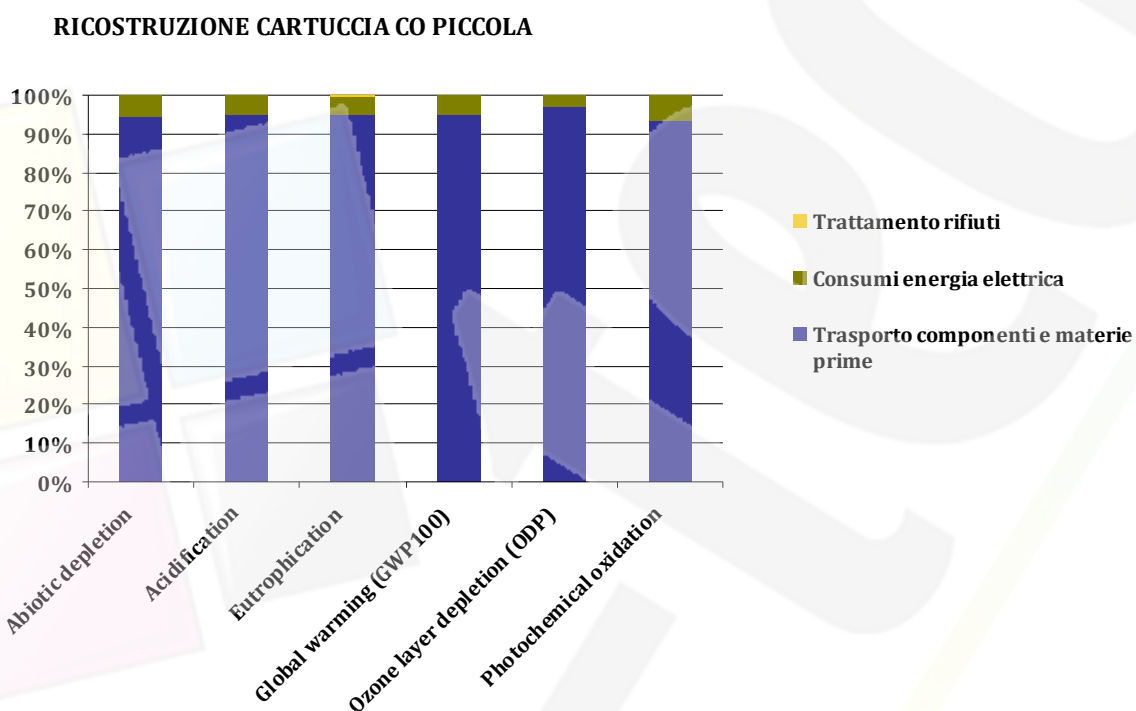


Fig. 11 – Distribuzione impatti per la fase di ricostruzione in sito di cartuccia piccola a colori.

5.2.5 Impatti cartuccia Co media

| 5 Cartuccia Co media: modello di riferimento Q7560A, Q7561A, Q7562A, Q7563A | | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| UF=17000 copie | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sbeq | 0,024213 | 0,010235 | 0,034447 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 0,013882 | 0,007543 | 0,021426 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4⁻³eq} | 0,008391 | 0,002041 | 0,010432 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 3,101044 | 1,438023 | 4,539067 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC _{11eq} | 1,8E-07 | 2,2E-07 | 4E-07 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 0,000676 | 0,000241 | 0,000917 |
| UF=1 copia | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sbeq | 1,42E-06 | 6,02E-07 | 2,03E-06 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 8,17E-07 | 4,44E-07 | 1,26E-06 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4⁻³eq} | 4,94E-07 | 1,2E-07 | 6,14E-07 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 0,000182 | 8,46E-05 | 0,000267 |

| | | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|----------|----------|----------|
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC _{11eq} | 1,06E-11 | 1,29E-11 | 2,35E-11 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 3,98E-08 | 1,42E-08 | 5,4E-08 |

Tab. 28 – Analisi dei risultati della cartuccia media a colori.

La distribuzione degli impatti è quella indicata in fig. 12, mentre la distribuzione degli impatti per la fase di produzione dei nuovi componenti è indicata in fig. 13, si calcola che la produzione di toner a colori per la cartuccia media genera 2,26 kg CO_{2eq}.

DISTRIBUZIONE IMPATTI - CARTUCCIA CO MEDIA

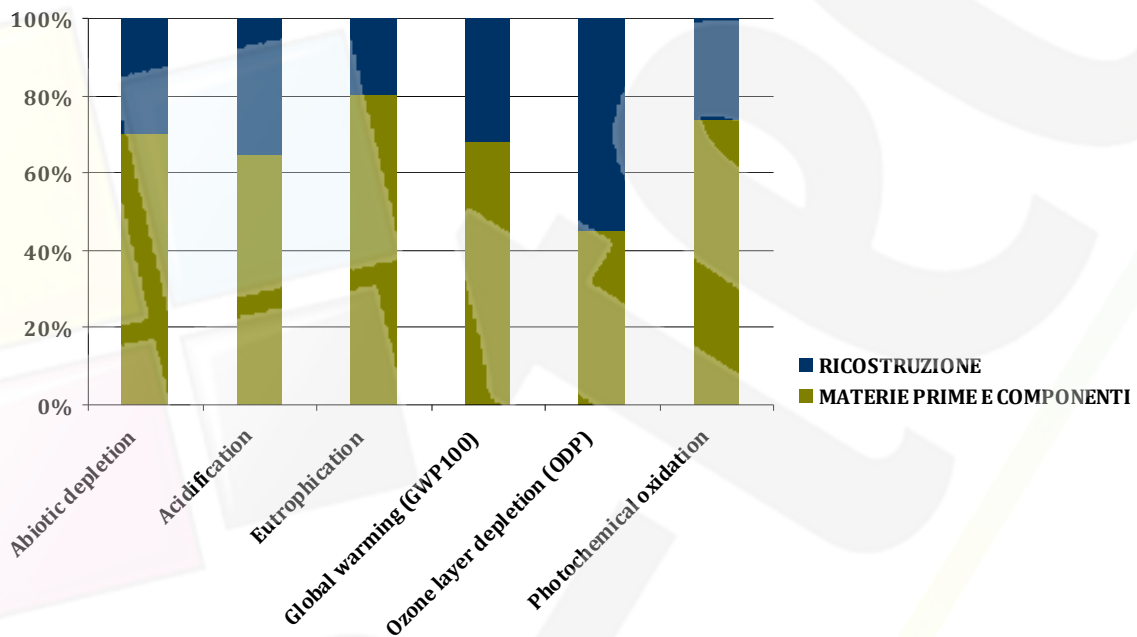


Fig. 12 – Potenziali impatti della cartuccia media a colori.

MATERIE PRIME E COMPONENTI DI CARTUCCIA CO MEDIA

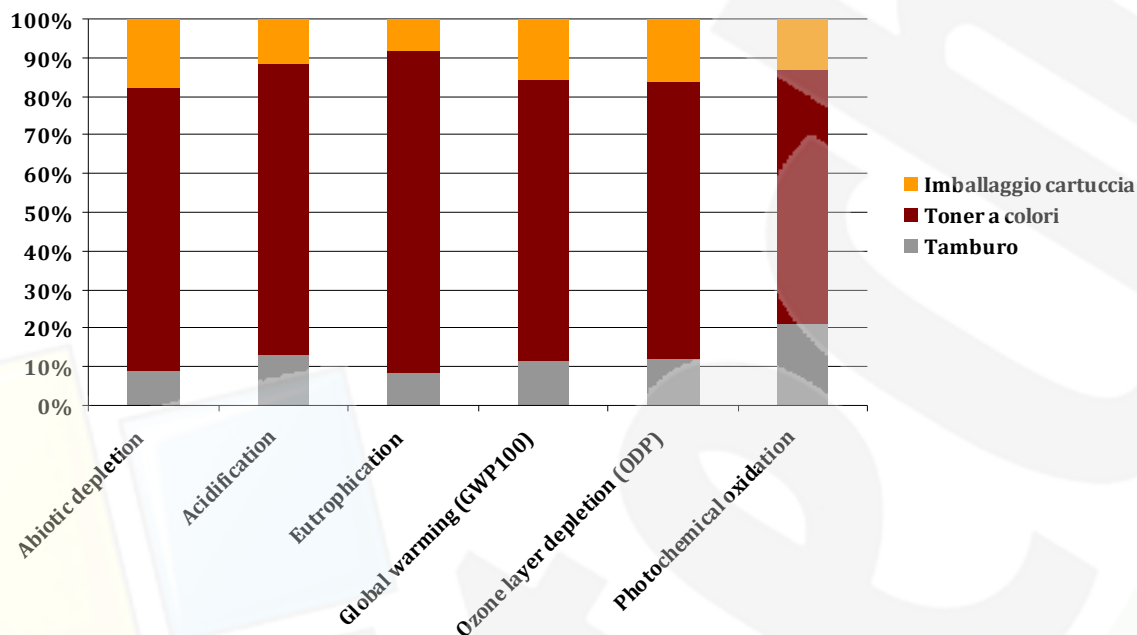


Fig. 13 - Distribuzione impatti di materie prime e componenti di cartuccia media a colori.

5.2.6 Impatti cartuccia Co grande

| 6 Cartuccia Co grande: modello di riferimento C9730A, EP 86 BK, C9731A, EP 85 C, C9732A, EP 85 Y, C9733A, EP 85 M | | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------|---------------|----------|
| UF=49000 copie | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sb _{eq} | 0,045869 | 0,021455 | 0,067324 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 0,026245 | 0,015855 | 0,0421 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4³⁻eq} | 0,01604 | 0,004339 | 0,02038 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 5,894633 | 3,014273 | 8,908906 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC _{11eq} | 3,48E-07 | 4,67E-07 | 8,15E-07 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 0,001267 | 0,000503 | 0,00177 |
| UF=1 copia | | | | |
| CATEGORIE DI IMPATTO | UNITÀ | MATERIE PRIME E COMPONENTI | RICOSTRUZIONE | TOTALE |
| ABIOTIC DEPLETION | Kg Sb _{eq} | 9,36E-07 | 4,38E-07 | 1,37E-06 |
| ACIDIFICATION | kg SO _{2eq} | 5,36E-07 | 3,24E-07 | 8,59E-07 |
| EUTROPHICATION | kg PO _{4³⁻eq} | 3,27E-07 | 8,86E-08 | 4,16E-07 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | kg CO _{2eq} | 0,00012 | 6,15E-05 | 0,000182 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | kg CFC _{11eq} | 7,11E-12 | 9,52E-12 | 1,66E-11 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | kg C ₂ H ₄ | 2,58E-08 | 1,03E-08 | 3,61E-08 |

Tab. 29 - Analisi dei risultati della cartuccia grande a colori.

La distribuzione degli impatti è quella indicata in fig. 14, mentre la distribuzione degli impatti per la fase di produzione dei nuovi componenti è indicata in fig. 15, si calcola che la produzione di toner a colori per la cartuccia grande genera 4,48 kg CO_{2eq}.

DISTRIBUZIONE IMPATTI - CARTUCCIA CO GRANDE

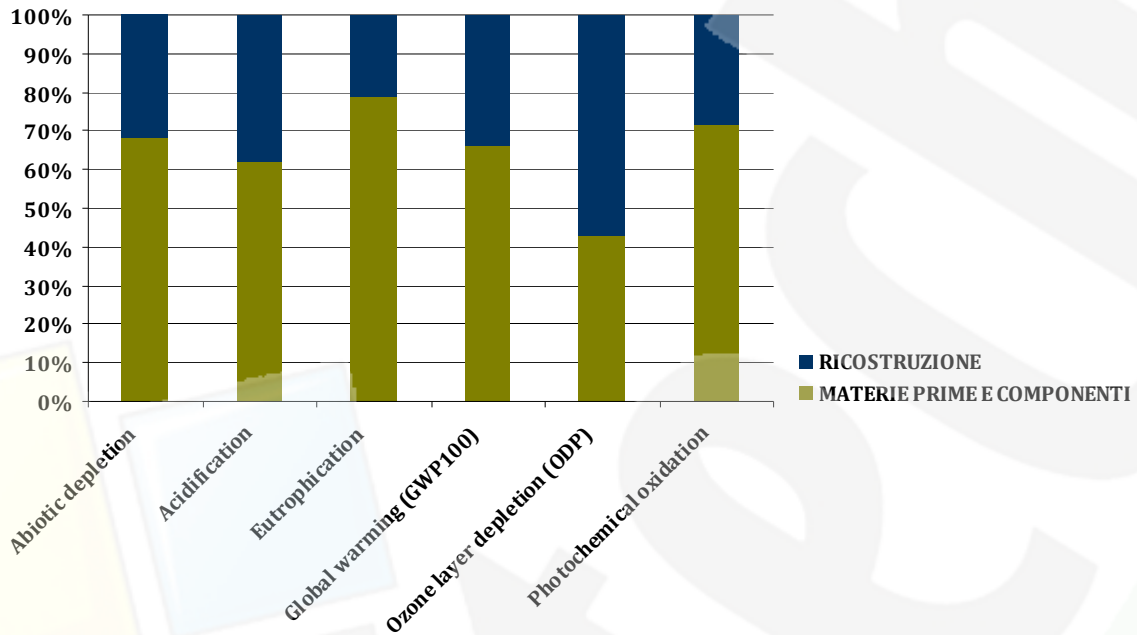


Fig. 14 - Potenziali impatti della cartuccia grande a colori.

MATERIE PRIME E COMPONENTI DI CARTUCCIA CO GRANDE

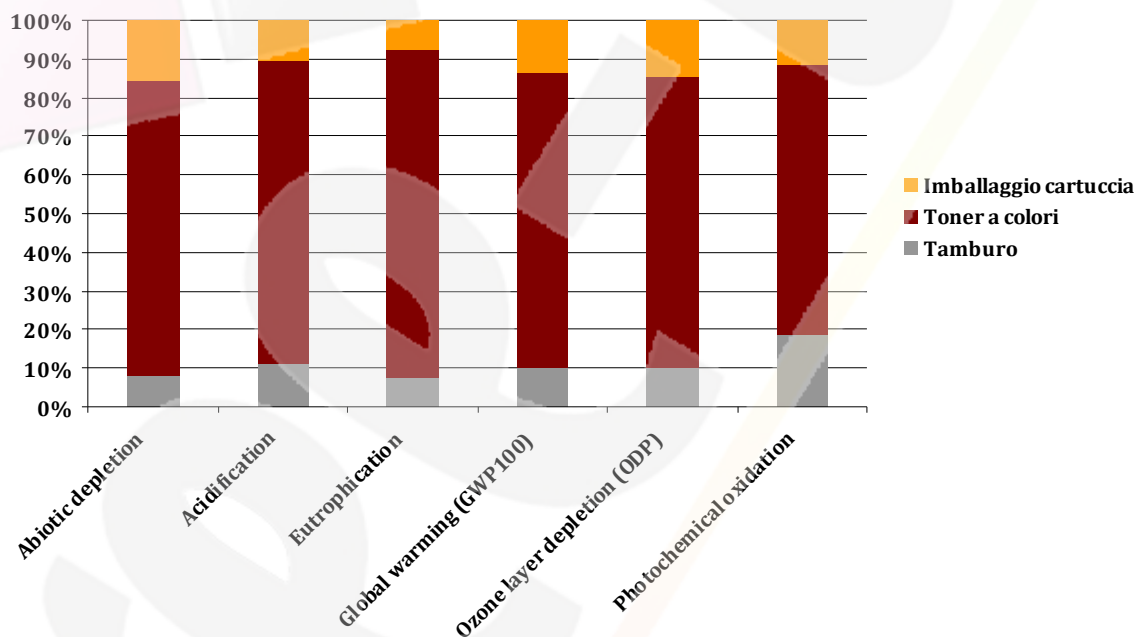


Fig. 15 - Distribuzione impatti di materie prime e componenti di cartuccia grande a colori.

5.3 Calcolo dei consumi di risorse

Nelle tabelle che seguono si indicano i risultati del calcolo dei consumi di risorse rinnovabili e non rinnovabili dei sei modelli selezionati di cartuccia per stampante laser ricostruite dalla SEA. Le risorse non rinnovabili comprendono le risorse fossili come

petrolio, gas naturale, carbone e torba e le risorse da fonte nucleare, le risorse rinnovabili comprendono le biomasse, la risorsa idrica, solare, eolica e geotermica. I consumi sono indicati in MJ.

I risultati sono indicati in tab. 30 per il totale del ciclo di vita di ogni singola cartuccia.

| | CARTUCCIA B/N PICCOLA | CARTUCCIA B/N MEDIA | CARTUCCIA B/N GRANDE | CARTUCCIA CO PICCOLA | CARTUCCIA CO MEDIA | CARTUCCIA COGRANDE |
|---|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| UNITÁ FUNZIONALE | 2000 | 6500 | 21000 | 4500 | 17000 | 49000 |
| RISORSE NON RINNOVABILI (MJ) | 23,22 | 38,19 | 71,61 | 35,79 | 86,13 | 168,22 |
| RISORSE RINNOVABILI (MJ) | 4,08 | 4,72 | 10,19 | 4,19 | 8,37 | 17,36 |

Tab. 30 - Risorse consumate per il ciclo di vita delle sei cartucce selezionate.

L'andamento dei valori del consumo di risorse cresce con l'aumento delle dimensioni delle cartucce e, quindi, del peso dei componenti sostituiti nella cartuccia, in particolare i processi coinvolti nel consumo di risorse sono la produzione di lignite per i toner (alto consumo di gas naturale), la produzione di plastica per i componenti e per gli imballaggi (consumo di petrolio). Inoltre per le cartucce a colori i consumi sono più elevati perché sono maggiori i pesi delle polveri di toner.

5.4 Confronto fra cartucce

Il confronto fra le cartucce viene fatto a parità di unità di stampa, e viene fatto sia per i potenziali impatti ambientali (tab. 31) che per il consumo di risorse (tab. 32).

| | CARTUCCIA B/N PICCOLA | CARTUCCIA B/N MEDIA | CARTUCCIA B/N GRANDE | CARTUCCIA CO PICCOLA | CARTUCCIA CO MEDIA | CARTUCCIA COGRANDE |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ABIOTIC DEPLETION | 4,69E-06 | 2,35E-06 | 1,35E-06 | 3,22E-06 | 2,02E-06 | 1,374E-06 |
| ACIDIFICATION | 2,45E-06 | 1,2E-06 | 7,50E-07 | 1,91E-06 | 1,26E-06 | 8,59E-07 |
| EUTROPHICATION | 1,37E-06 | 6,67E-07 | 4,32E-07 | 8,79E-07 | 6,13E-07 | 4,15E-07 |
| GLOBAL WARMING (GWP100) | 0,000587 | 0,000279 | 0,00017 | 0,00041 | 0,000267 | 0,00018 |
| OZONE LAYER DEPLETION (ODP) | 3,97E-11 | 1,82E-11 | 1,28E-11 | 3,89E-11 | 2,35E-11 | 1,66E-11 |
| PHOTOCHEMICAL OXIDATION | 1,09E-07 | 5,26E-08 | 3,16E-08 | 7,601E-08 | 5,39E-08 | 3,61E-08 |

Tab. 31 - Confronto degli impatti del ciclo di vita delle sei cartucce selezionate.

Quello che si deduce dal confronto fra le cartucce è che, a parità di prestazione le cartucce piccole hanno degli impatti maggiori rispetto al quelle più grandi, questo perché alcuni degli impatti che non sono così diversi dalle cartucce di dimensioni maggiore (ad esempio distanze dei trasporti e consumi di energia elettrica) si dividono per un numero di copie minori. Inoltre le cartucce a colori hanno degli impatti più alti rispetto a quelle monocromatiche perché i pesi dei toner sono maggiori e perché la composizione contiene anche dei pigmenti colorati.

CONFRONTO FRA CARTUCCE: GLOBAL WARMING

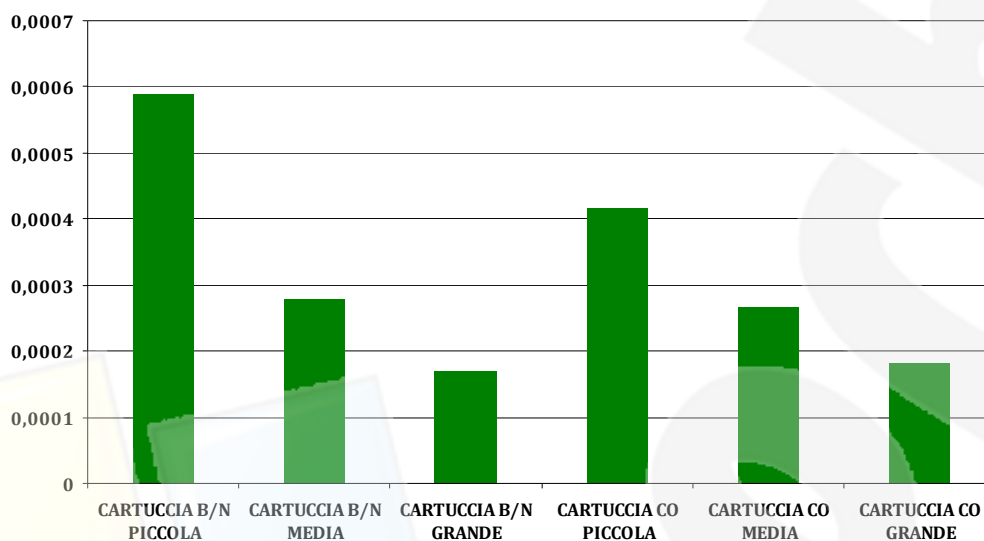


Fig. 16 – Confronto fra le sei cartucce per la categoria Global Warming.

CONFRONTO FRA CARTUCCE: EUTROPHICATION

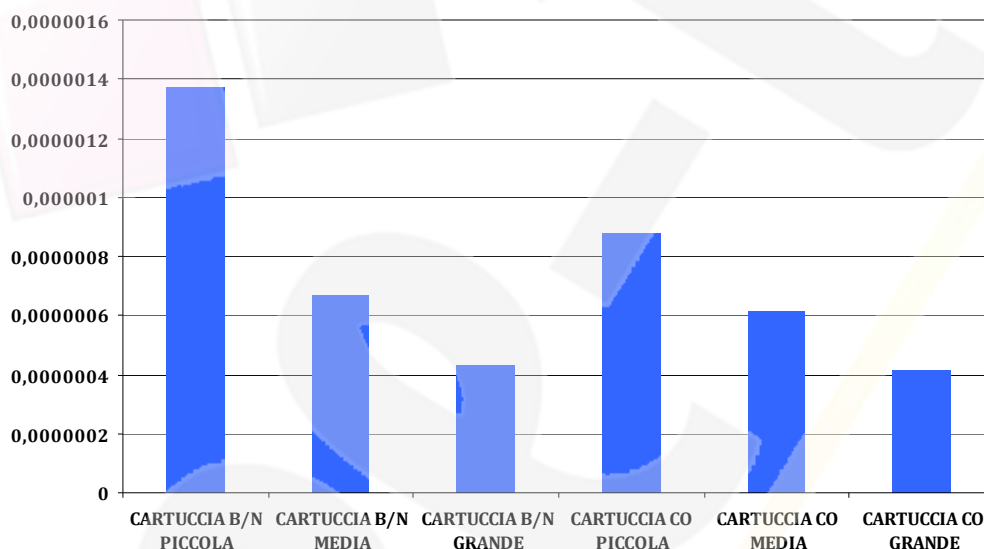


Fig. 17 – Confronto fra le sei cartucce per la categoria Eutrophication.

Le stesse considerazioni fatte per i potenziali impatti si ripetono per il consumo di risorse (tab. 32 e fig.18).

| | CARTUCCIA B/N PICCOLA | CARTUCCIA B/N MEDIA | CARTUCCIA B/N GRANDE | CARTUCCIA CO PICCOLA | CARTUCCIA CO MEDIA | CARTUCCIA COGRANDE |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| RISORSE NON RINNOVABILI | 0,011595 | 0,005839 | 0,006533 | 0,020607 | 0,011103 | 0,007614 |
| RISORSE RINNOVABILI | 0,002032 | 0,000702 | 0,000658 | 0,009309 | 0,004489 | 0,003122 |

Tab. 32 – Confronto dei consumi di risorse del ciclo di vita delle sei cartucce selezionate.

CONFRONTO FRA CARTUCCE: RISORSE RINNOVABILI

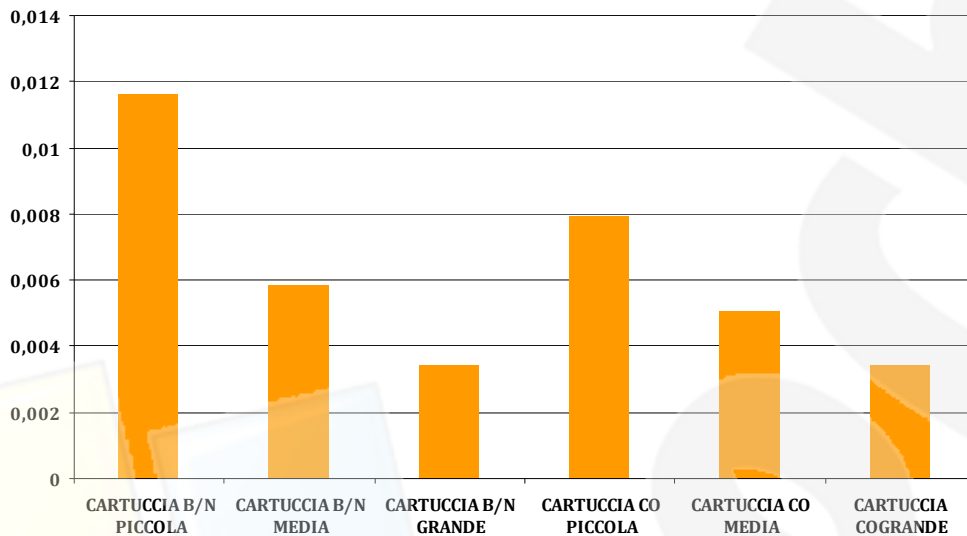


Fig. 18 – Confronto fra le sei cartucce per il consumo di risorse non rinnovabili.

6. CONCLUSIONI

Lo studio LCA delle sei cartucce della SEA ha avuto come prima criticità l'individuazione di un campione che fosse il più rappresentativo possibile dei prodotti venduti e che permettesse di monitorare i modelli che di volta in volta, durante l'anno, vengono immessi sul mercato. Inoltre, per lo studio, è fondamentale raccogliere dati quanto più possibile specifici, là dove questo non è stato possibile sono state fatte ipotesi e assunzioni sulla base dei dati già esistenti per altri modelli.

L'analisi ha portato alle seguenti conclusioni:

- per l'intero ciclo di vita la produzione di materie prime e componenti incide più della fase di ricostruzione delle cartucce, in particolare la produzione di polvere di toner è un processo che coinvolge diverse sostanze potenzialmente inquinanti (es. lignite o magnetite) e che consuma una notevole quantità di energia;
- la produzione di imballaggi per la cartuccia ha un peso rilevante nel ciclo di vita del prodotto e si potrebbe, quindi, pensare ad un possibile alleggerimento delle confezioni;
- i consumi di energia elettrica sono molto ridotti se confrontati, ad esempio, con i consumi necessari a produrre i componenti nuovi da sostituire;
- la fase di trasporto dei componenti incide per delle percentuali di piccola entità (mediamente fra il 5 e il 10% dell'impatto totale) e, comunque, più dei consumi di energia elettrica.

Per avere un'idea dell'impatto di una cartuccia rigenerata si può stimare che il ciclo di vita di una cartuccia piccola monocromatica (stampa di 2000 fogli) equivale, in termini di impatto sul riscaldamento globale (kg di CO_{2eq}) a percorrere quasi 7 km con un'auto a benzina.

BIBLIOGRAFIA

- UNI EN ISO 14040:2006, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO 14044:2006, Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- CML 2000 method vs 2.05. Centre for Environmental Studies (CML), University of Leiden, 2007.
- IPCC –International Panel of Climate Change, 2007.
- CED (Cumulative Energy Demand), Frischknecht R., Jungbluth N., et.al. (2003). Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods. Final report ecoinvent 2000, Swiss Centre for LCI. Duebendorf, CH.
- PCR 2010:04, Product Category Rules (PCR) for “Laser printers used with data processing machines, UNI CPC 45264,Version 1.0.
- Pré (Product Ecology), “SimaPro 7.1 – Reference Manual”, 2007.
- www.ecoinvent.ch

GLOSSARIO

Acidification: Acidificazione. Abbassamento del pH di laghi, foreste, suoli agricoli provocato dall'emissione di determinati composti nell'ambiente, soprattutto derivanti dalla combustione di combustibili fossili, con gravi conseguenze sugli organismi viventi.

Allocazione: Ripartizione nel sistema di prodotto allo studio dei flussi in entrata e in uscita di una unità di processo.

Analisi dell'inventario del ciclo di vita: Fase della valutazione del ciclo di vita che comprende la compilazione e la quantificazione dei flussi in entrata e in uscita, per un dato sistema di prodotti nel corso del suo ciclo di vita.

Aspetto ambientale: Elemento di un'attività, prodotto o servizio di un'organizzazione, che può interagire con l'ambiente.

Categoria di impatto: Classe che rappresenta i fattori ambientali interessati, ai quali i risultati dell'LCI possono essere assegnati.

Ciclo di vita: Fasi consecutive e interconnesse di un sistema di prodotti, a partire dall'acquisizione delle materie prime o dalla generazione delle risorse naturali, fino allo smaltimento finale.

Confine del sistema: Interfaccia fra un sistema di prodotto e l'ambiente o un altro sistema di prodotto.

Co-prodotto: Uno qualsiasi di due o più prodotti che escono dalla medesima unità di processo, di un sistema di prodotto, o dai risultati della valutazione del ciclo di vita.

Ecoinvent: The Swiss centre for Life Cycle Inventories

Effetto serra: Presenza nell'atmosfera di gas serra che assorbono radiazione infrarossa emessa dalla terra, l'aumento della loro concentrazione provoca l'incremento della temperatura che può avere conseguenze gravi sul clima terrestre.

Energia di processo: Energia in ingresso richiesta da un'unità di processo per il funzionamento del processo stesso o di un'apparecchiatura di processo, escludendo l'energia in ingresso necessaria per produrre e distribuire detta energia.

Eutrophication: Eutrofizzazione. La crescita degli organismi viventi è naturalmente limitata all'apporto di sostanze nutrienti essenziali quali l'azoto e il fosforo. Un rilascio di tali sostanze può ridurre questa limitazione a causa di un abbassamento della concentrazione di ossigeno dovuta all'aumento dell'attività biologica.

Fattore di caratterizzazione : Fattore derivato da un modello di caratterizzazione, che è applicato per convertire i risultati assegnati dell'LCI nell'unità comune dell'indicatore di categoria. Nota: L'unità comune permette di raggruppare i risultati nell'indicatore di categoria.

Flusso di energia: Quantità in ingresso o in uscita da un'unità di processo o da sistemi di prodotti, espresse in unità di energia.

Flusso elementare: 1) materia o energia che entra nel sistema allo studio, prelevati dall'ambiente senza alcuna preventiva trasformazione operata dall'uomo; 2) materia o energia che esce dal sistema allo studio, scaricati nell'ambiente senza alcuna ulteriore trasformazione operata dall'uomo.

Flusso in entrata (input): Materia o energia che entra in una unità di processo. Nota: La materia può essere costituita da materie prime e da prodotti.

Flusso in uscita (output): Materia o energia che esce da una unità di processo. Nota: La materia può essere costituita da materie prime, da prodotti intermedi, da prodotti, da emissioni e da rifiuti.

Global warming (GWP 100): Riscaldamento Globale (misura del contributo all'effetto serra, riferito ad un periodo di 100 anni).

Indicatore di categoria di impatto del ciclo di vita: Rappresentazione quantificabile di una categoria di impatto.

Interpretazione del ciclo di vita: Fase della valutazione del ciclo di vita, nella quale l'analisi dell'inventario o la valutazione dell'impatto, o entrambi, sono combinati coerentemente con l'obiettivo prestabilito e lo scopo da raggiungere, al fine di ricavare conclusioni e raccomandazioni.

ISO: International Standard Organisation

LCA: Life Cycle Assessment, analisi del ciclo di vita

LCI: Life Cycle Inventory, analisi di inventario del ciclo di vita

LCIA: Life Cycle Impact Assessment, valutazione di impatto del ciclo di vita.

Materia prima: Materia primaria o secondaria utilizzata per realizzare un prodotto.

Materiale ausiliario in ingresso: Materiale in ingresso che viene utilizzato dall'unità di processo per realizzare il prodotto, ma che non costituisce una parte del prodotto stesso.

Ozone layer depletion (ODP): Assottigliamento dello strato di ozono. L'ozono si forma continuamente nella stratosfera in seguito all'assorbimento di radiazioni ultraviolette a bassa lunghezza d'onda e viene contemporaneamente distrutto in seguito a diverse reazioni chimiche che lo riconvertono in ossigeno molecolare. Quando tale equilibrio è destabilizzato dalla presenza di molecole di CFC (Cloro Fluoro Carburi) e HCFC (Idro Cloro Fluoro Carburi) viene danneggiato lo strato di ozono.

Photochemical oxidation: Formazioni di ossidanti fotochimici. Nei fumi della combustione del petrolio e dei suoi derivati sono presenti sia idrocarburi incombusti sia ossidi di azoto che in presenza di radiazione solare reagiscono tra loro formando ozono, ritenuto pericoloso per la salute quando si trova nella troposfera e quindi a diretto contatto con l'uomo, questo fenomeno è anche detto "smog fotochimico".

Prodotto finale: Prodotto che non necessita di ulteriori trasformazioni prima del suo utilizzo.

Prodotto intermedio: Prodotto in ingresso o in uscita da un'unità di processo che richiede un'ulteriore trasformazione.

Qualità dei dati: Caratteristica dei dati consistente nella capacità di soddisfare i requisiti stabiliti.

Rifiuto: Tutto ciò che esce dal sistema di prodotto, che è destinato allo smaltimento.

Risultato dell'analisi di inventario del ciclo di vita/risultato dell'LCI: Esito dell'analisi di inventario del ciclo di vita, che comprende i flussi che attraversano i confini del sistema e che fornisce il punto di partenza per la valutazione dell'impatto del ciclo di vita.

SETAC: Society of Environmental Toxicology and Chemistry.

Sistema di prodotti: Insieme elementare di unità di processo connesse tra loro per quanto riguarda materia e energia, che perseguono una o più funzioni definite.

UNI: Ente nazionale italiano di unificazione.

Unità di processo: La più piccola parte di un sistema di prodotto, per la quale sono stati raccolti i dati nel corso della valutazione del ciclo di vita.



free-learn