

Capítol 8: RESULTATS I DISCUSSIÓ

8.1 CARACTERITZACIÓ DELS RESIDUS A UTILITZAR

8.1.1 Rebuig Resta

El pes de la fracció gruixuts obtinguda després de passar la mostra de 500 kg de Rebuig Resta pel trommel és de 365 kg i el de l'enfonsat, o fracció fins, de 135 kg. Així doncs, del total de la bala caracteritzada, el 73% correspon a la fracció gruixuts i el 27% a la fracció fina.

A partir dels resultats durant la prova la caracterització s'obté que la composició de la fracció gruixuts és la següent:

Taula 8.1- Composició en pes fracció gruixuts Rebuig Resta.

Fraccions	kg	%
Plàstics	241,3	66,1
Paper, tèxtil	92,7	25,4
Biodegradable	1,5	0,4
Fins dif. caract.	6,2	1,7
Inerts	9,1	2,5
Metalls	13,5	3,7
Total	365	

Dels càlculs realitzats i de l'anàlisi visual durant la prova es pot indicar que la fracció gruixuts caracteritzada està formada bàsicament en un 92% per plàstic, paper, roba i envasos compostos (brics), exempta de fins i de matèria orgànica adherida.

La composició del Rebuig de la Resta obtinguda a partir del tractament mecànic del residu i de la caracterització de la fracció fins és la següent:

Taula 8.2- Composició en pes fracció fins Rebuig Resta.

Fraccions	kg	%
Plàstics	7,2	5,3
Paper, tèxtil	62,8	46,5
Biodegradable	11,9	8,8
Fins dif. caract.	47,8	35,4
Inerts	4,9	3,6
Metalls	0,5	0,4
Total	135	

En la fracció fins, el 52% es correspon amb roba, paper i envasos compostos, amb un 35% de fins de difícil caracterització que són essencialment: paper, sorra, trossos de plàstic i biodegradable estabilitzat.

Els inerts de ambdues fraccions són: vidre petit, ceràmica i pedra.

El PCI de les caracteritzacions, mesurat en el laboratori és de 3.937 kcal/kg en la fracció gruixuts i de 1200 kcal/kg en la fracció fins.

En aquest cas ens interessa la fracció gruixuts que conté la major part dels materials potencialment valoritzables energèticament.

El PCI de la fracció gruixuts és suficient per poder ser valoritzable energèticament, en canvi la fracció fins té uns valors molt baixos de poder calorífic.

Així doncs el més convenient és aprofitar la fracció gruixuts com CDR i realitzar l'estabilització i l'emalatge de la fracció fins per a la seva disposició en diposit controlat.

A partir de la composició experimental obtinguda per a la fracció gruixuts, que es la que ens interessa en quant a valorització energètica, i utilitzant els PCI tabulats de les diferents fraccions que componen el residu podem calcular el PCI teòric total:

Taula 8.3- Poder Calorífic teòric en kcal/kg de la fracció gruixuts. Font: Real Decreto 2267/2004.

Fraccions	%	PCI teòric	PCI calculat
Plàstics	66,1	7.000	4.627
Paper, tèxtil	25,4	4.500	1.143
Biodegradable	0,4	700	3
Fins dif. caract.	1,7	1.000	17
Inerts	2,5	-	-
Metalls	3,7	-	-
		Total	5.790 kcal/kg

Existeix una diferència de 1.853 kcal/kg entre el PCI experimental i el calculat a partir de les composicions. S'ha de tenir en compte que més de la meitat del residu està format per plàstic i que depenent dels tipus de plàstic i de la quantitat de cadascun, el poder calorífic varia molt. El valor tabulat que s'ha agafat pot ser que sigui més elevat que el que li correspondria realment.

8.1.2 Voluminosos

Aquests són els resultats de la composició en pes dels residus voluminosos reutilitzables:

Taula 8.4- Composició dels residus voluminosos reutilitzables en pes.

Fraccions	tn	%
Reut. directament	256	29,8
Petita reparació	222	25,8
Forta reparació	345	40,0
Recanvis	37	4,3
Total	860	

Es pot observar que un 40% dels reutilitzables necessiten forta reparació, un 10% més que els reutilitzables directament. Es podria considerar que segons el tipus de reparació seria més convenient considerar-los com valoritzables.

Per als residus voluminosos valoritzables la composició en pes és la següent:

Taula 8.5- Composició dels residus voluminosos valoritzables en pes.

Fraccions	tn	%
Fusta	6.181	50,5
Mobles	2.894	23,6
Metalls	491	4,0
Matalassos	472	3,8
RAEE's	260	2,1
Impropis	316	2,6
Altres fraccions	770	6,3
Total	11.383	

Tal com es mostra a la taula el component majoritari es la fusta, seguit dels mobles que poden ser de diversos materials entre ells també la fusta.

Amb la composició dels residus reutilitzables i valoritzables, s'obté la valoració global dels residus voluminosos.

Taula 8.6- Valoració global dels residus voluminosos.

Voluminosos	tn	%
Reutilitzables	860	7
Valoritzable	11.383	93
Total	12.243	

S'observa que el 93% dels residus són valoritzables, davant el 7% de reutilitzables.

Si extraïem els elements que tenen una gestió clara tal com s'explica al capítol 7 i els matalassos, la composició dels materials valoritzables energèticament és la següent:

Taula 8.7- Composició en pes Voluminosos Valoritzables energèticament sense considerar els matalassos.

Fraccions	tn	%
Fusta i mobles	9.075	91,7
Plàstics	306	3,0
Tèxtils	104	1,1
Inerts	415	4,2
Total	9.900	

Després del procés de triatge obtenim una fracció composta principalment per fusta i mobles en un gairebé 92%.

Si es consideren els matalassos tenim la següent composició:

Taula 8.8- Composició en pes Voluminosos Valoritzables energèticament considerant els matalassos.

Fraccions	tn	%
Fusta i mobles	9.075	87,5
Matalassos	472	4,5
Plàstics	306	3,0
Tèxtils	104	1,0
Inerts	415	4,0
Total	10.375	

Els matalassos suposen un 4,5% dels materials valoritzables energèticament.

Amb les composicions i els PCI tabulats es calcula el PCI teòric total per als dos casos:

Taula 8.9- Poder Calorífic teòric en kcal/kg sense considerar els matalassos. Font: Real Decreto 2267/2004.

Fraccions	%	PCI teòric	PCI calculat
Fusta i mobles	91,7	4.600	4.218
Plàstics	3,0	7.000	210
Tèxtils	1,1	4.000	44
Inerts	4,2	-	-
		Total	4.472 kcal/kg

Els voluminosos després de realitzar el triatge explicat al capítol i sotmetre el residu al tractament de separació de metalls i PVC, obtenim una fracció amb un PCI de 4.472 kcal/kg.

Taula 8.10-Poder Calorífic teòric en kcal/kg considerant els matalassos. Font: Real Decreto 2267/2004.

Fraccions	%	PCI teòric	PCI calculat
Fusta i mobles	87,5	4.600	4.024
Matalassos	4,5	6.000	273
Plàstics	3,0	7.000	206
Tèxtils	1,0	4.000	40
Inerts	4,0	-	-
		Total	4.543 kcal/kg

Els matalassos, després de reciclar els components metàl·lics, tenen un PCI mig-alt, semblant als plàstics donada la seva composició, ja que majoritàriament estan formats per tèxtils i escumes.

Els dos poders calorífics obtinguts són interessants des de el punt de vista de valorització energètica.

8.2 COMPARACIÓ AMB REQUERIMENTS D'ACCEPTACIÓ CIMENTERES

8.2.1 Rebuig Resta

A continuació es mostren els resultats obtinguts respecte al contingut en metalls i altres paràmetres i es comparen amb els valors límit que aplica l'empresa CEMEX, S.A. per a poder considerar el residu com combustible addicional a la indústria cementera.

Taula 8.11- Resultats analítics del residu en funció dels requeriments de la indústria cementera.

Paràmetres	Conc. màx	Conc. exp.
Halògens (% Cl)	0,8	0,7
Fluor (% F)	0,2	0,15
Sofre (% S)	3	1
Cd+Tl+Hg (ppm)	100	80
Cd (ppm)	100	40
Tl (ppm)	100	35
Hg (ppm)	100	5
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn (%)	0,5	0,48
PCB (ppm)	10	8,5
PCI mín (kcal/kg)	1.500	3.937

Les concentracions dels paràmetres analitzats compleixen els límits establerts per les plantes cementeres. Cal remarcar l'elevat contingut en clor, encara que no sobrepassi la concentració màxima permesa i la presència notable d'alguns metalls.

8.2.2 Voluminosos

A continuació es mostren els resultats obtinguts respecte al contingut en metalls i altres paràmetres i es comparen amb els valors límit que aplica l'empresa CEMEX, S.A. per a poder considerar el residu com combustible addicional a la indústria cementera.

Taula 8.12- Resultats analítics del residu en funció dels requisits de la indústria cementera.

Paràmetres	Conc. màx	Conc. exp.
Halògens (% Cl)	0,8	0,1
Fluor (% F)	0,2	0,05
Sofre (% S)	3	0,5
Cd+Tl+Hg (ppm)	100	28
Cd (ppm)	100	15
Tl (ppm)	100	10
Hg (ppm)	100	3
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn (%)	0,5	0,20
PCB (ppm)	10	5
PCI mín sense considerar matalassos (kcal/kg)	1.500	4.472
PCI mín considerant matalassos (kcal/kg)	1.500	4.543

La concentració dels paràmetres analitzats és molt baixa, a nivell de traces, i es compleixen els límits establerts per les plantes cimenteres. S'ha de destacar que els residus provenen d'un procés de triatge i que dels materials potencialment valoritzables energèticament s'han extret els metalls i el PVC per al seu reciclatge material.

8.3 ASPECTES AMBIENTALS: ANÀLISI DEL CICLE DE VIDA

8.3.1 Definició d'objectius i abast

Objectius

Els objectius de l'ACV són:

- Analitzar els impactes ambientals derivats del procés de coïncineració de residus municipals, Rebuig Resta i Voluminosos (amb i sense considerar els matalassos).
- Comparar els resultats obtinguts amb els impactes que és produeixen en el procés de combustió de carbó.

Sistema d'estudi

El sistema d'estudi està format pel procés de combustió dels diferents productes analitzats, residus i carbó, per separat.

Unitat funcional

La unitat funcional a la que es refereixen totes les variables del sistema és la quantitat d'entrades i sortides corresponents a la generació de 1 MW de potència.

Límits del sistema

Es consideren en el procés el tractament dels gasos produïts durant la combustió i la disposició de les cendres al dipòsit controlat. No s'inclou al sistema d'estudi el transport del combustible a la planta industrial.

8.3.2 Inventari

A l'inventari es comptabilitzen com entrades els residus o el carbó introduït (quantitats diferents en funció del PCI) i una part de gas natural per aportar l'energia necessària per iniciar el procés de combustió. Es calculen les composicions elementals per tal d'introduir tots els components, tan en les entrades com per les sortides.

Com sortides del sistema es consideren les emissions a l'aire, a l'aigua i al sòl.

Per l'amplitud dels càlculs, realitzats en full excel, no s'especifiquen totes les entrades i sortides

8.3.3 Avaluació de l'impacte e Interpretació

Per a la realització d'aquesta fase s'han utilitzat els gràfics de valoració o ponderació per categoria d'impacte i segons el dany. S'ha inclòs també el de puntuació única per categoria d'impacte.

A continuació es mostren i es comenten els resultats per als diferents residus: Rebuig Resta i Voluminosos (sense i amb matalassos).

Rebuig Resta

A la taula següent es mostren els resultats de l'Avaluació de l'impacte per al Rebuig Resta:

Taula 8.13- Ponderació per categoria d'impacte del Rebuig Resta.

Categoria d'impacte	Rebuig Resta
Carcinogens	8,8
Resp. Organics	0,000943
Resp. Inorganics	0,92
Climate Change	2,67
Radiation	0
Ozone layer	0
Ecotoxicity	2,98
Acidification/Eutrophication	0,0989
Land use	0
Minerals	0
Fossil fuels	0,254
Total	15,7 Pt

A les gràfiques següents es representa la ponderació o valoració de les categories d'impacte del Rebuig Resta:

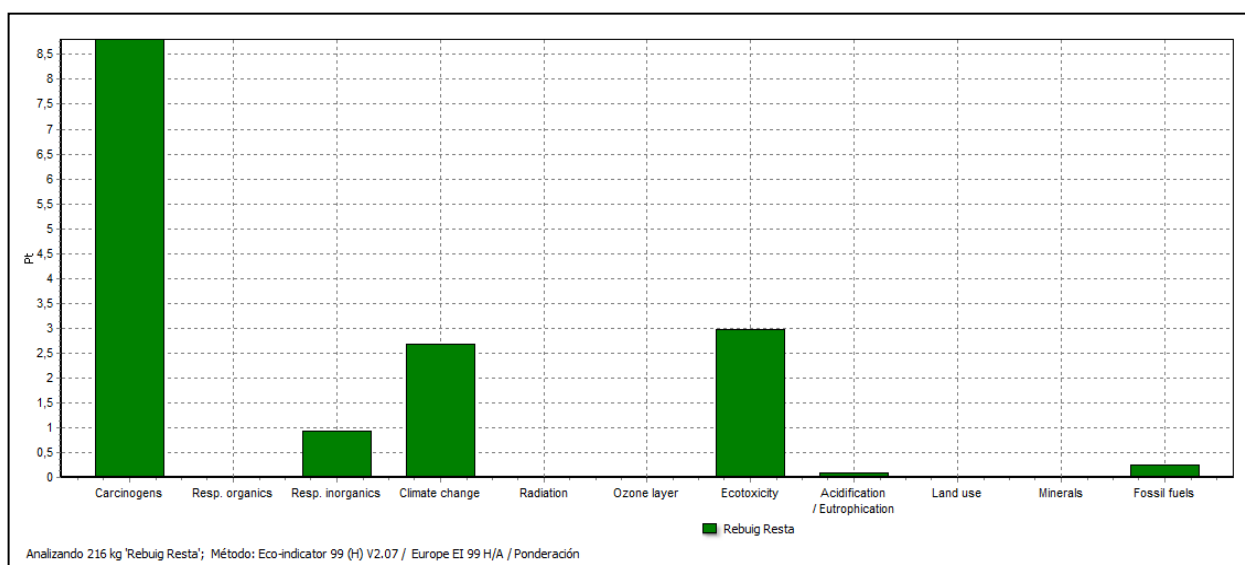


Figura 8.1- Gràfic de Ponderació per categoria d'impacte del Rebuig Resta.

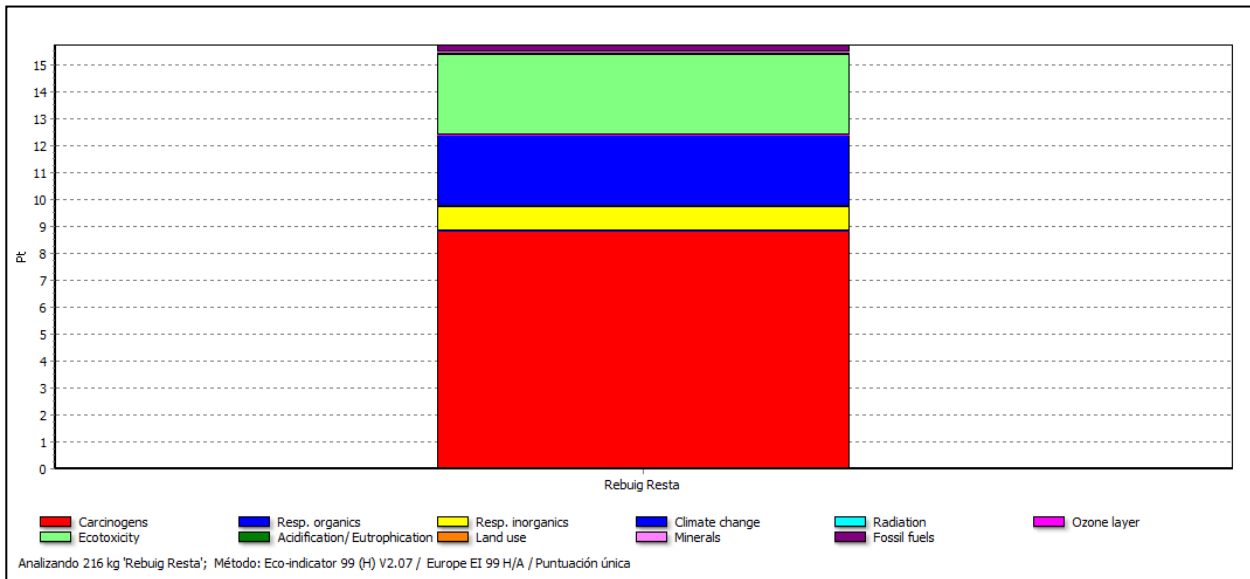


Figura 8.2- Gràfic de Puntuació única del Rebuig Resta.

Com s'observa a les dos gràfiques anteriors i a la taula inicial, les categories sobre les que es genera més impacte són: Agents Cancerígens amb un valor proper a 9 Pt, Ecotoxicitat amb 3 Pt i Canvi Climàtic amb 2,7 Pt. El total de punts sumant totes les categories és de 15,7 Pt.

La categoria d'impacte dels Combustibles Fòssils, que en aquest cas és de 0,25 Pt, és a causa de l'energia necessària per iniciar la combustió.

Donada la composició del residu, majoritàriament plàstic i paper, el contingut en metalls i en clor s'expliquen aquests resultats, ja que encara que els valors no siguin massa elevats aquest indicador dona molta rellevància als agents que afecten a la salut.

Es podria plantejar l'opció de retirar el PVC, per reduir el contingut de clor.

L'impacte de Canvi Climàtic és conseqüència principalment del CO₂ que es forma en el procés de combustió. Encara que la concentració d'aquest és elevada, el seu efecte no ho és tant.

A continuació es representen les categories d'impacte agrupades segons el dany:

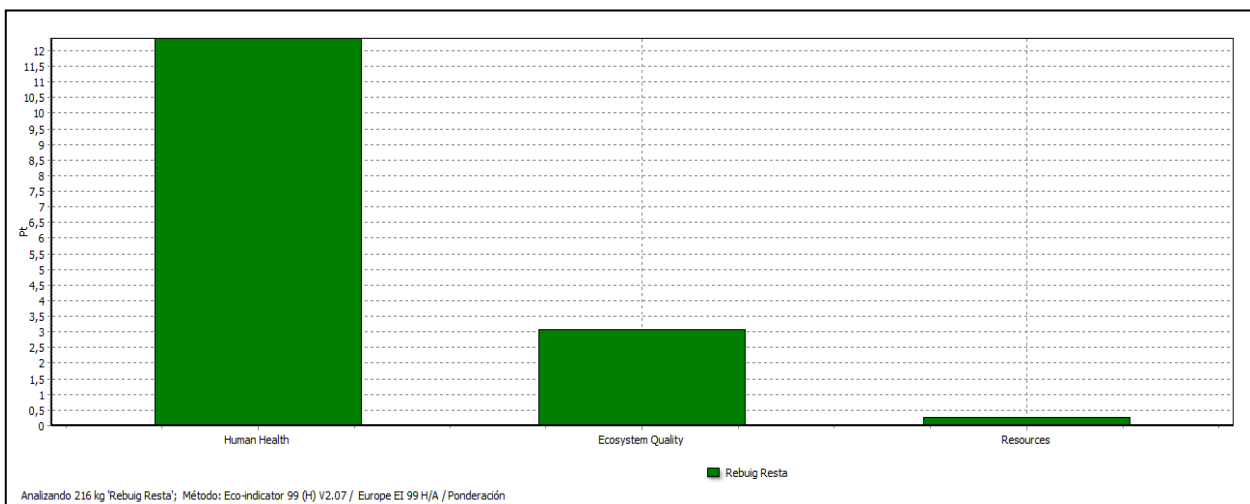


Figura 8.3- Gràfic de Ponderació segons el dany del Rebuig Resta.

Amb la representació pel tipus de dany es pot observar que la majoria dels impactes afecten a la Salut Humana, donant un valor de 12,5 Pt. La Qualitat dels Ecosistemes i els Recursos donen 3 Pt i 0,25 Pt respectivament.

Voluminosos

Els resultats per als voluminosos sense considerar els matalassos són el següents:

Taula 8.14- Ponderació per categoria d'impacte del Voluminosos sense matalassos.

Categoria d'impacte	Vol. sense mat.
Carcinogens	2,8
Resp. Organics	0,00131
Resp. Inorganics	4,39
Climate Change	1,94
Radiation	0
Ozone layer	0
Ecotoxicity	0,965
Acidification/Eutrophication	0,211
Land use	0
Minerals	0,0076
Fossil fuels	0,227
Total	10,5 Pt

A les gràfiques següent es representa la ponderació o valoració de les categories d'impacte dels Voluminosos:

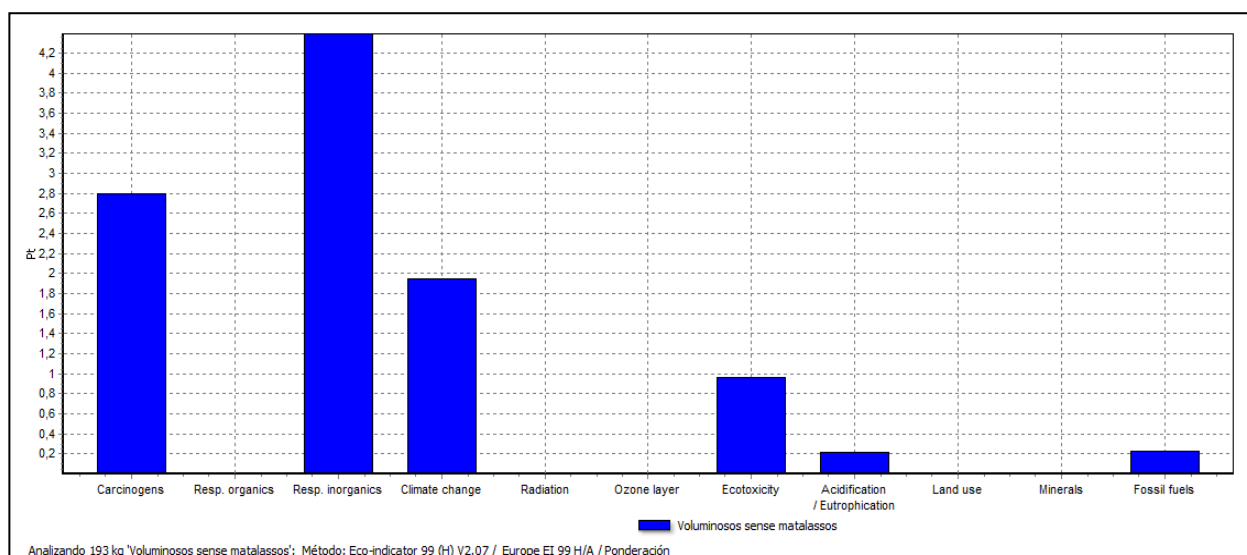


Figura 8.4- Gràfic de Ponderació per categoria d'impacte dels Voluminosos sense matalassos.

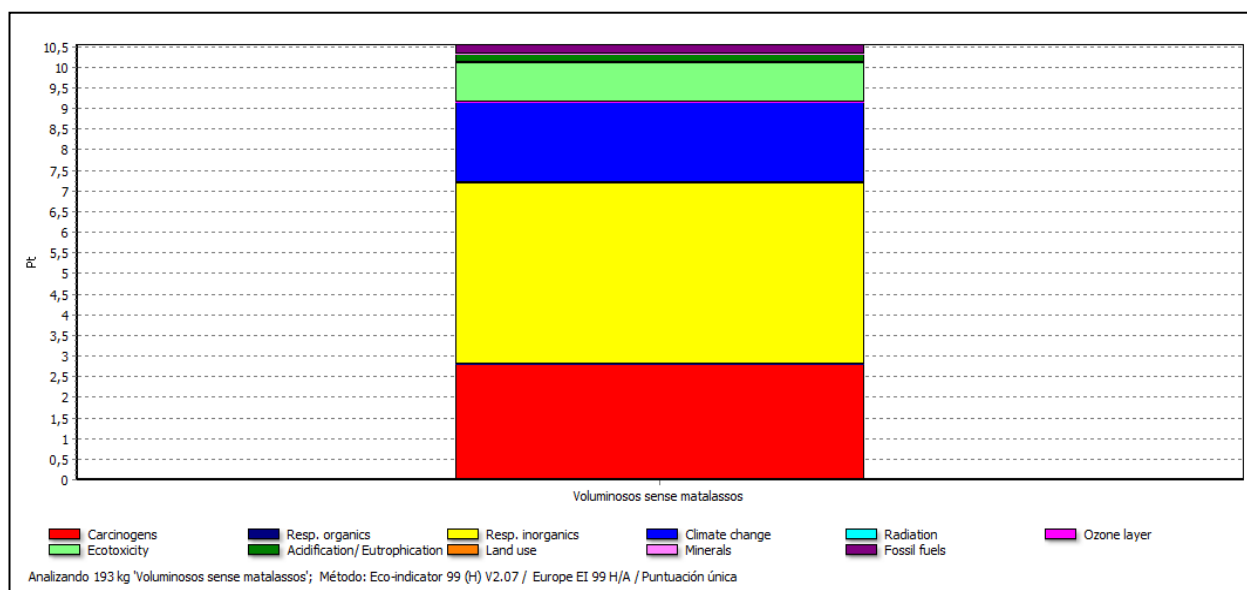


Figura 8.5- Gràfic de Puntuació única dels Voluminosos sense matalassos.

Com s'observa a les dos gràfiques anteriors i a la taula inicial, les categories sobre les que es genera més impacte són: Agents Respiratoris Inorgànics amb un valor de 4,4 Pt, els Agents Cancerígens amb 2,8 Pt i el Canvi Climàtic amb gairebé 2 Pt. El total de punts sumant totes les categories és de 10,5 Pt davant els 15,7 Pt del Rebuig Resta. Gairebé tots els impactes són menors per a aquest residu donat que la concentració de metalls i de clor l'hem reduït al mínim amb el tractament realitzat.

L'impacte d'Agents Respiratoris Inorgànics és conseqüència de l'emissió de partícules d'aquest residu, format principalment per fusta i mobles, amb un petit contingut de plàstic.

L'impacte de Canvi Climàtic és semblant al del Rebuig Resta, encara que un mica inferior.

A continuació es representen les categories d'impacte agrupades segons el dany:

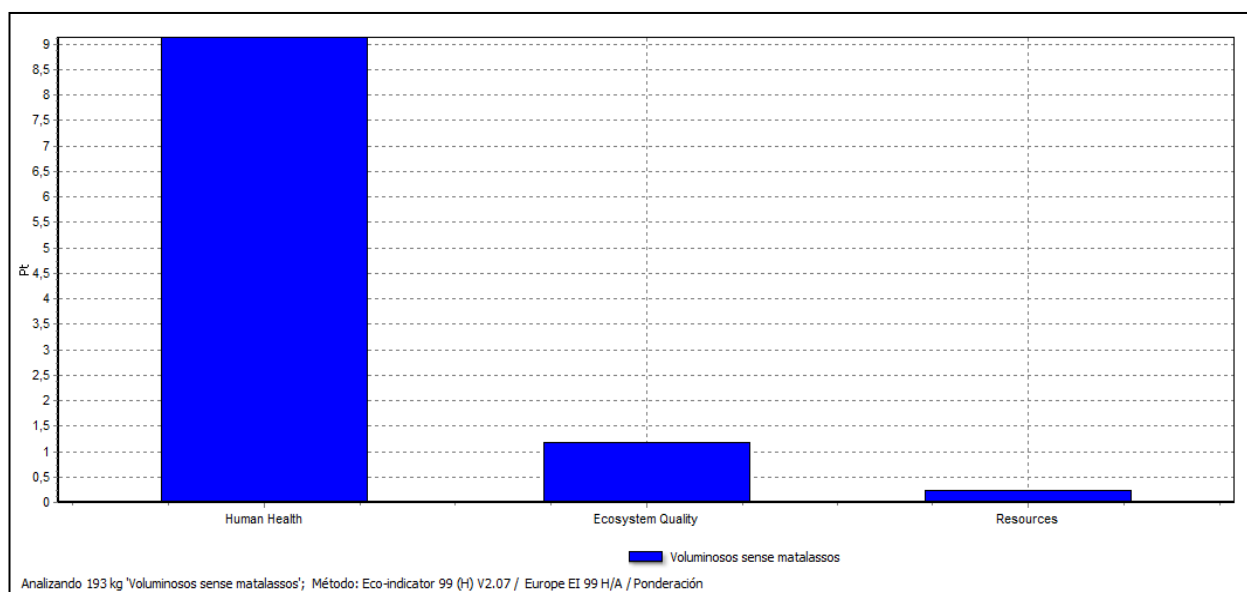


Figura 8.6- Gràfic de Ponderació segons el dany dels Voluminosos sense matalassos.

Amb la representació pel tipus de dany es pot observar que la majoria dels impactes afecten a la Salut Humana com en el cas anterior, donant un valor de 9 Pt davant els 12,5 Pt del Rebuig Resta. La Qualitat dels Ecosistemes i els Recursos donen 1,2 Pt i 0,25 Pt respectivament.

Els resultats per als voluminosos considerant els matalassos són els següents:

Taula 8.15- Ponderació per categoria d'impacte del Voluminosos amb matalassos.

Categoria d'impacte	Vol. amb mat.
Carcinogens	4
Resp. Organics	0,00171
Resp. Inorganics	6,62
Climate Change	2,23
Radiation	0
Ozone layer	0
Ecotoxicity	1,35
Acidification/Eutrophication	0,271
Land use	0
Minerals	0,00748
Fossil fuels	0,224
Total	14,7 Pt

A les gràfiques següents es representa la ponderació o valoració de les categories d'impacte dels Voluminosos considerant els matalassos:

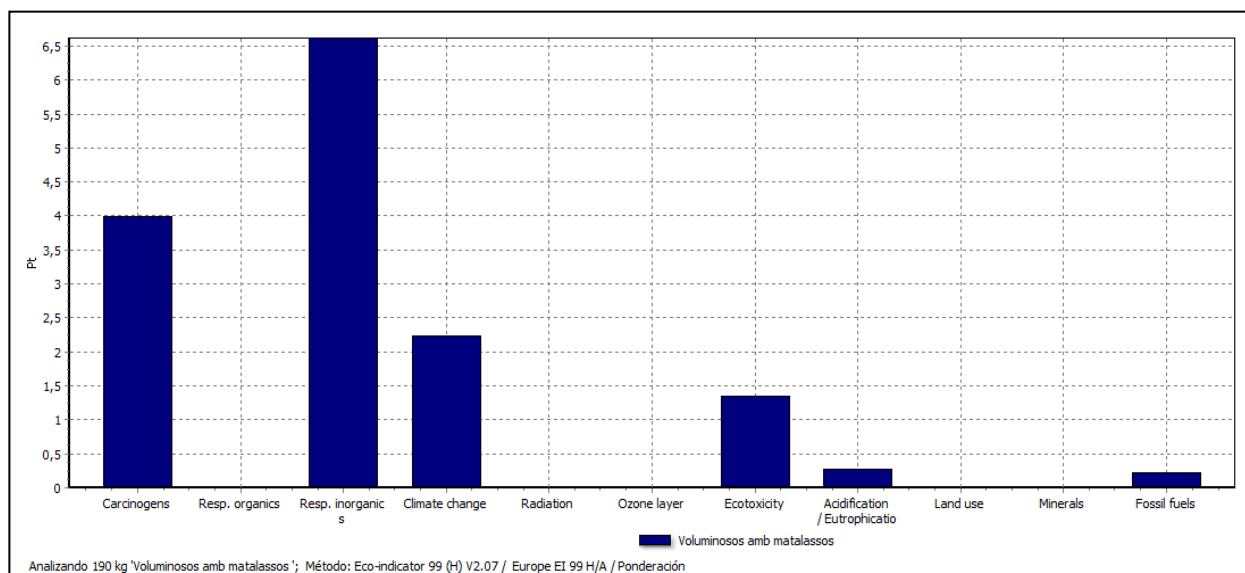


Figura 8.7- Gràfic de Ponderació per categoria d'impacte dels Voluminosos amb matalassos.

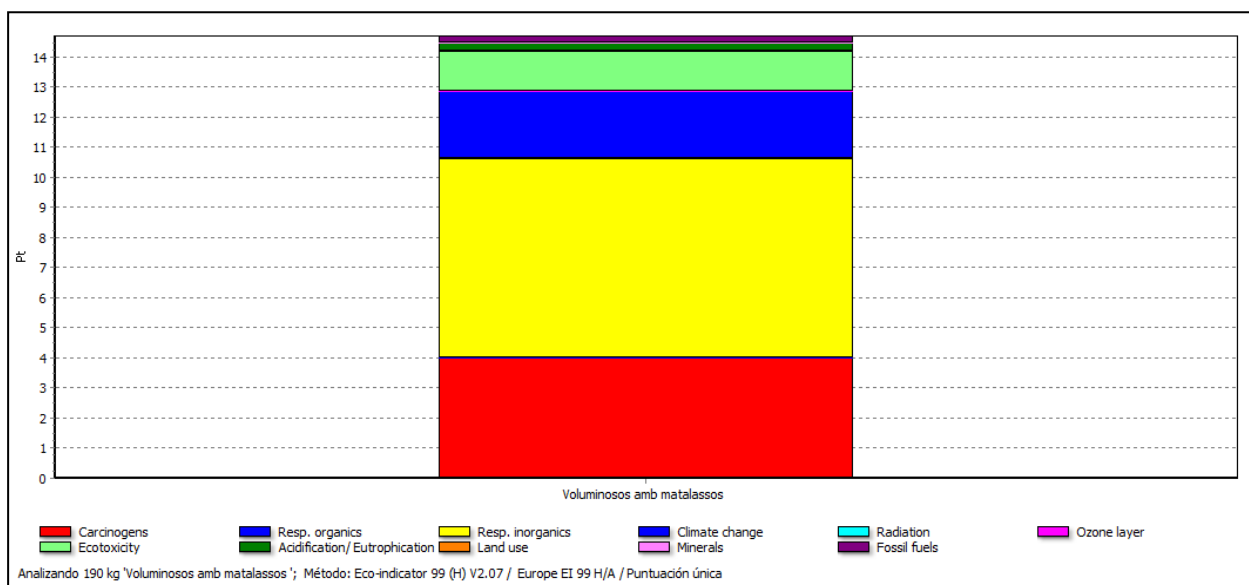


Figura 8.8- Gràfic de Puntuació única dels Voluminosos amb matalassos.

Com s'observa a les dos gràfiques anteriors i a la taula inicial, les categories sobre les que es genera més impacte són: Agents Respiratoris Inorgànics amb un valor de 6,62 Pt, els Agents Cancerígens amb 4 Pt i el Canvi Climàtic amb 2,23 Pt. El total de punts sumant totes les categories és de 14,7 Pt, molt per damunt dels voluminosos sense considerar els matalassos que sumava 10,5 Pt i amb valors molt propers als 15,7 Pt del Rebuig Resta.

Els impactes més significatius són els mateixos que sense considerar els matalassos encara que en aquest cas aquests són una mica més elevats. En aquest cas hem introduït menys quantitat de residu, al tenir el PCI més elevat a causa dels matalassos, però els impactes són més elevats que per al cas anterior sense considerar-los.

L'impacte de Canvi Climàtic és semblant al del Rebuig Resta, i els altres Voluminosos, es trobaria entre els dos valors.

A continuació es representen les categories d'impacte agrupades segons el dany:

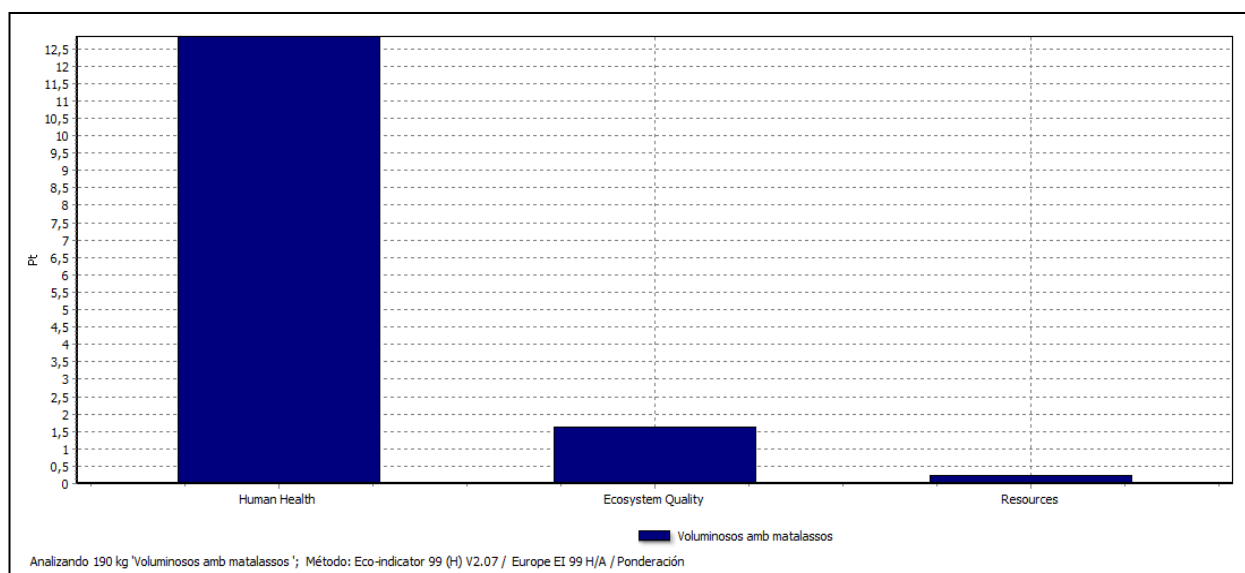


Figura 8.9- Gràfic de Ponderació segons el dany dels Voluminosos amb matalassos.

Amb la representació pel tipus de dany es pot observar que la majoria dels impactes afecten a la Salut Humana com en els casos anteriors, donant un valor gairebé de 13 Pt, semblant al Rebuig resta i 4 Pt per sobre dels altres Voluminosos. La Qualitat dels Ecosistemes i els Recursos donen 1,6 Pt i 0,25 Pt respectivament.

8.4 COMPARACIÓ DELS IMPACTES AMB COMBUSTIBLES FÒSSILS: CARBÓ

8.4.1 Rebuig Resta

Els resultats de la comparació dels Rebuig Resta amb el Carbó són els següents:

Taula 8.16- Comparació del Rebuig Resta amb el Carbó.

Categoria d'impacte	Carbó	Rebuig Resta
Carcinogens	1,27	8,8
Resp. Organics	0,00353	0,000943
Resp. Inorganics	14,2	0,92
Climate Change	6,06	2,67
Radiation	0	0
Ozone layer	0	0
Ecotoxicity	0,321	2,98
Acidification/Eutrophication	1,3	0,0989
Land use	0	0
Minerals	0	0
Fossil fuels	0,877	0,254
Total	24 Pt	15,7 Pt

A les gràfiques següents es representa la ponderació o valoració de les categories d'impacte del Rebuig Resta en comparació amb el Carbó:

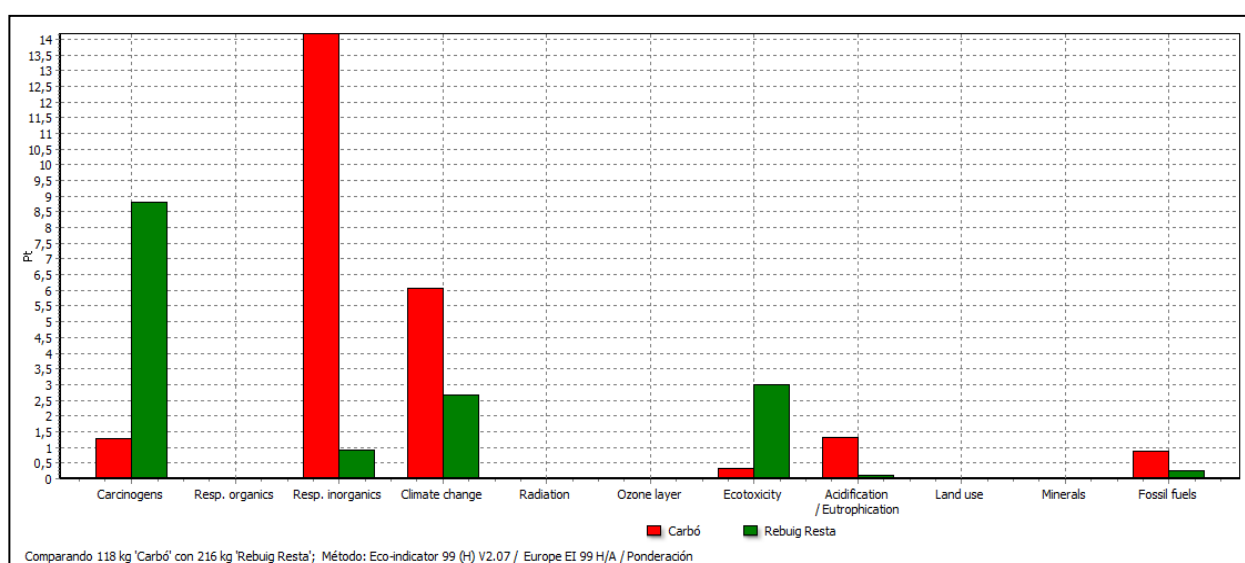


Figura 8.10- Gràfic de Ponderació per categoria d'impacte Rebuig Resta vs Carbó.

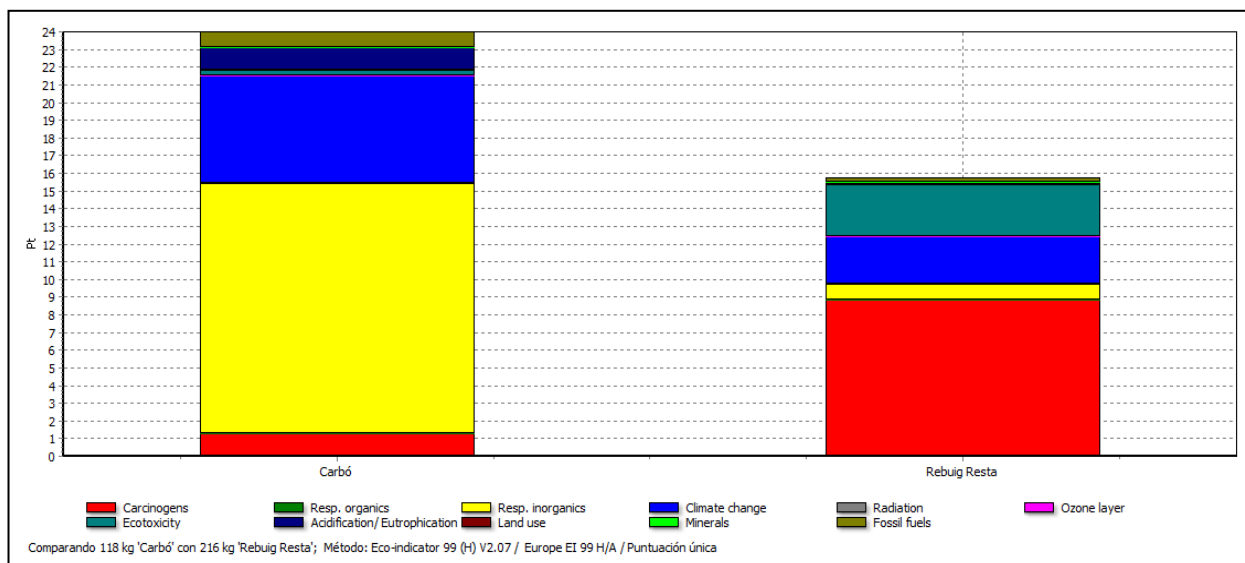


Figura 8.11- Gràfic de Puntuació única Rebuig Resta vs Carbó.

Com s'observa a les dos gràfiques anteriors i a la taula inicial, les categories sobre les que es genera més impacte són, per al Carbó: Agents Respiratoris Inorgànics (14,2 Pt), degut a l'emissió de cendres i partícules; i Canvi Climàtic (6 Pt).

El Rebuig Resta supera al carbó en Agents Cancerígens 8,8 Pt davant dels 1,3 Pt del Carbó, i en Ecotoxicitat 3 Pt davant els 0,3 Pt del Carbó, però té valors molt més petit per als Agents Respiratoris Inorgànics, 0,92 Pt mentre que el Carbó supera els 14 Pt i de Canvi Climàtic (2,7 Pt).

El total de punts del Carbó sumant totes les categories és de 24,5 Pt davant els 15,7 Pt del Rebuig Resta.

A continuació es representa la comparació del Rebuig Resta amb el Carbó per tipus de dany:

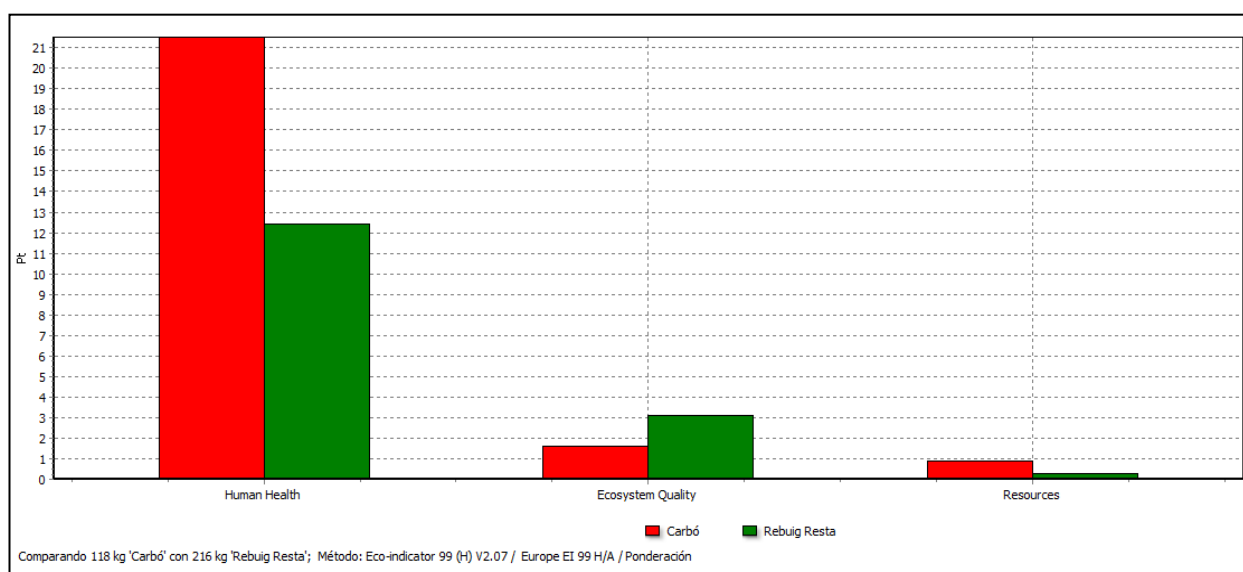


Figura 8.12- Gràfic de Ponderació segons el dany Rebuig Resta vs Carbó.

El Carbó afecta gairebé el doble a la Salut Humana, la meitat a la Qualitat dels Ecosistemes i més als Recursos, respecte al Rebuig Resta.

8.4.2. Voluminosos

Els resultats de la comparació dels Voluminosos sense matalassos amb el Carbó són els següents:

Taula 8.17- Comparació dels Voluminosos sense matalassos amb el Carbó.

Categoria d'impacte	Carbó	Vol. sense mat
Carcinogens	1,27	2,8
Resp. Organics	0,00353	0,00131
Resp. Inorganics	14,2	4,39
Climate Change	6,06	1,94
Radiation	0	0
Ozone layer	0	0
Ecotoxicity	0,321	0,965
Acidification/Eutrophication	1,3	0,211
Land use	0	0
Minerals	0	0,0076
Fossil fuels	0,877	0,227
Total	24 Pt	10,5 Pt

A les gràfiques següents es representa la ponderació o valoració de les categories d'impacte dels Voluminosos sense matalassos en comparació amb el Carbó:

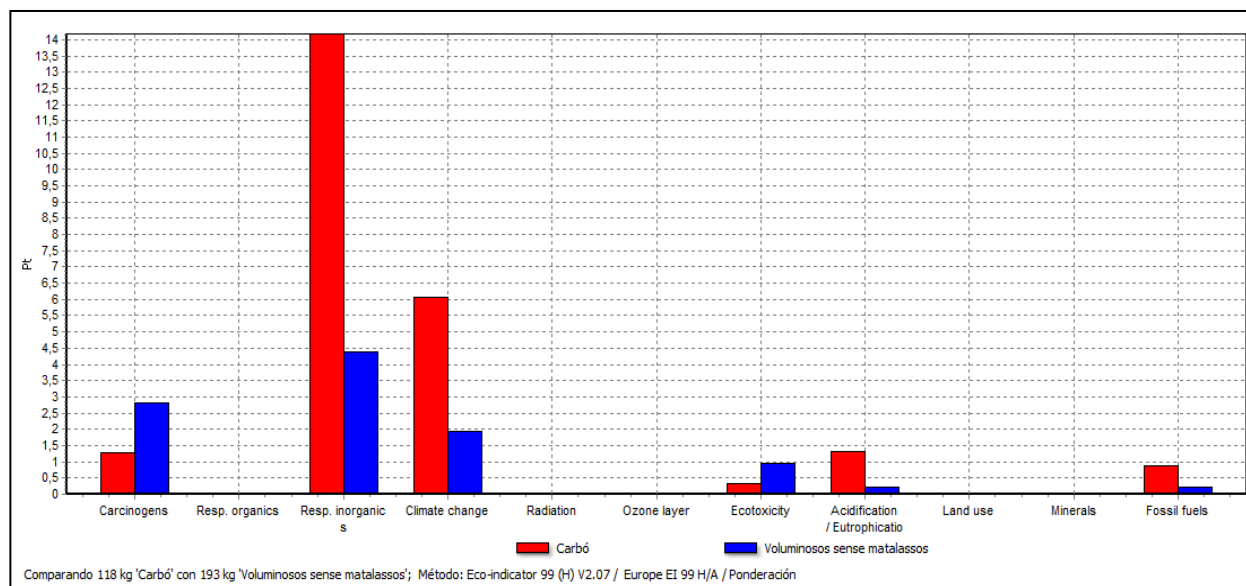


Figura 8.13.- Gràfic de Ponderació per categoria d'impacte Voluminosos sense matalassos vs Carbó.

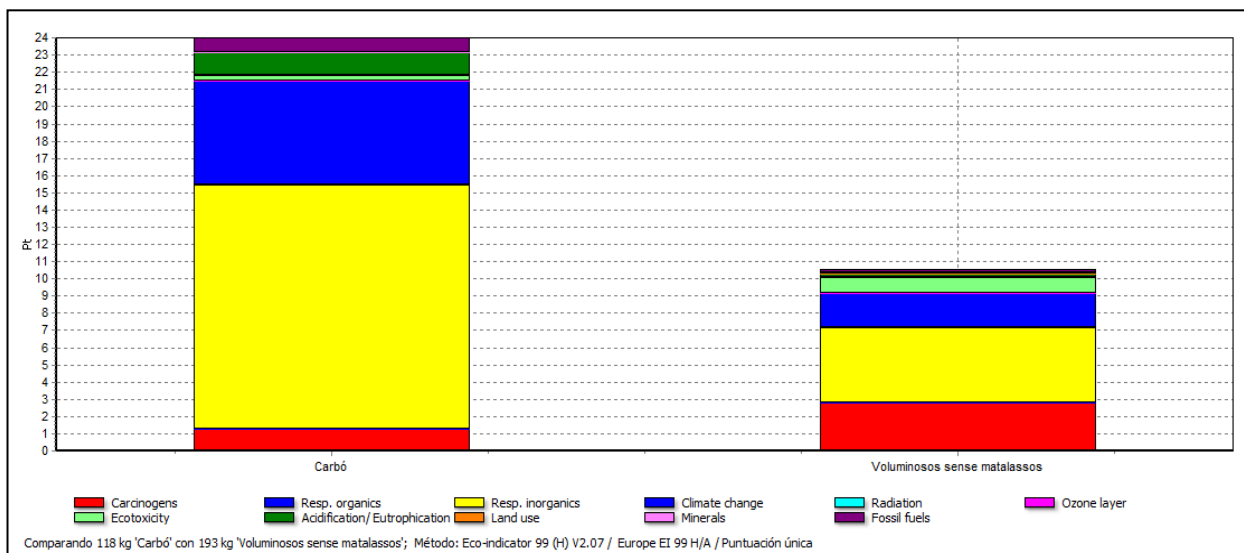


Figura 8.14- Gràfic de Puntuació única Voluminosos sense matalassos vs Carbó.

Els Voluminosos sense matalassos superen al Carbó en Agents Cancerígens en 1,6 Pt i en Ecotoxicitat 0,6 Pt. Els altres valors són molt més baixos que per al Carbó. De Canvi Climàtic hi ha una diferència de 4 Pt a favor dels Voluminosos.

El total de punts del Carbó sumant totes les categories és de 24,5 Pt davant els 10,5 Pt dels Voluminosos sense matalassos.

A continuació es representa la comparació dels Voluminosos sense matalassos amb el Carbó per tipus de dany:

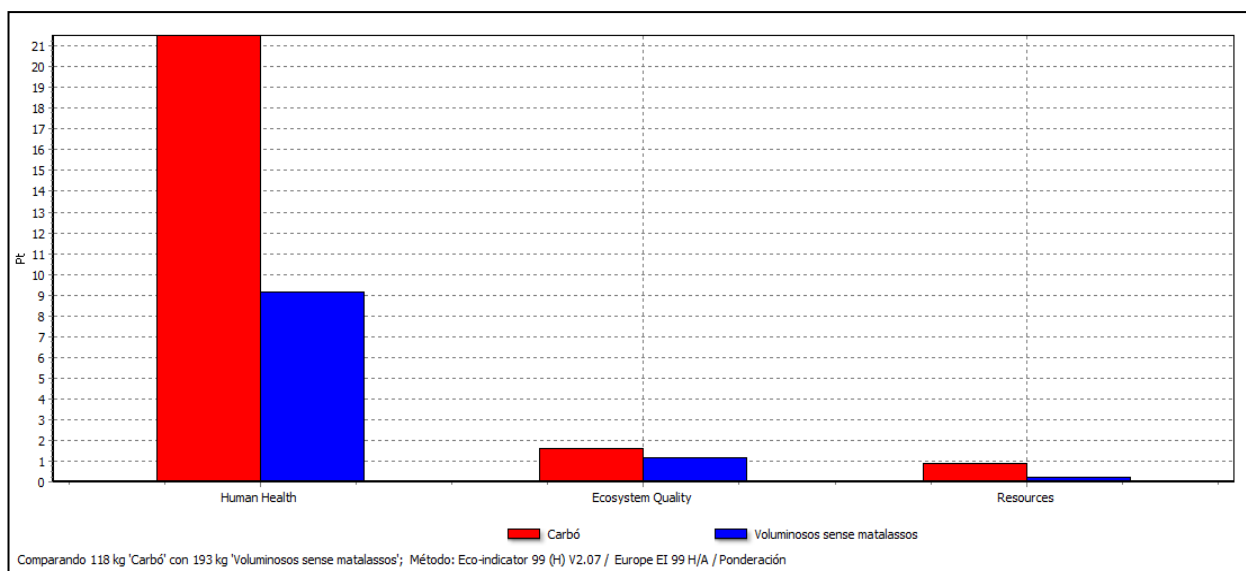


Figura 8.15- Gràfic de Ponderació segons el dany Voluminosos sense matalassos vs Carbó.

El Carbó afecta gairebé més del doble a la Salut Humana que els Voluminosos sense matalassos.

Els resultats de la comparació dels Voluminosos amb matalassos amb el Carbó són els següents:

Taula 8.18- Comparació dels Voluminosos amb matalassos amb el Carbó.

Categoria d'impacte	Carbó	Vol. amb mat.
Carcinogens	1,27	4
Resp. Organics	0,00353	0,00171
Resp. Inorganics	14,2	6,62
Climate Change	6,06	2,23
Radiation	0	0
Ozone layer	0	0
Ecotoxicity	0,321	1,35
Acidification/Eutrophication	1,3	0,271
Land use	0	0
Minerals	0	0,00748
Fossil fuels	0,877	0,224
Total	24 Pt	14,7 Pt

A la gràfica següent es representa la ponderació o valoració de les categories d'impacte dels Voluminosos amb matalassos en comparació amb el Carbó:

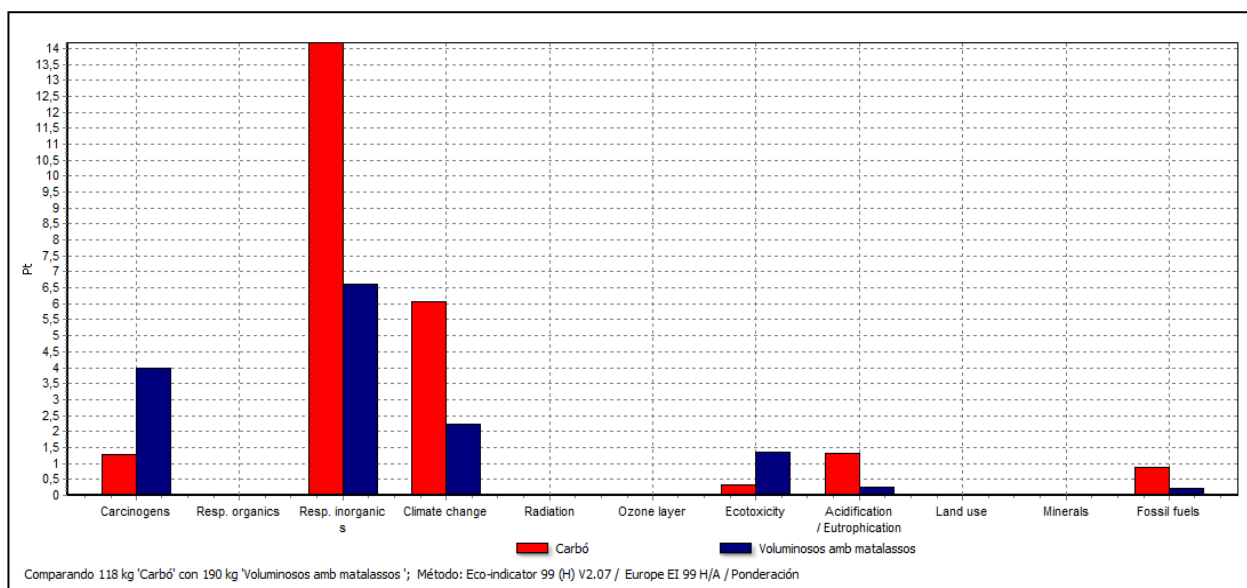


Figura 8.16- Gràfic de Ponderació per categoria d'impacte Voluminosos amb matalassos vs Carbó.

És com per al cas anterior de Voluminosos sense matalassos però amb valors més elevats dels impactes.

L'Ecotoxicitat i els Agents Cancerígens dels Voluminosos a l'igual que en els casos anteriors, superen al Carbó.

El total de punts del Carbó sumant totes les categories és de 24,5 Pt davant els 14,7 Pt dels Voluminosos amb matalassos.

A continuació es representa la comparació dels Voluminosos sense matalassos amb el Carbó, Valoració en Puntuació única:

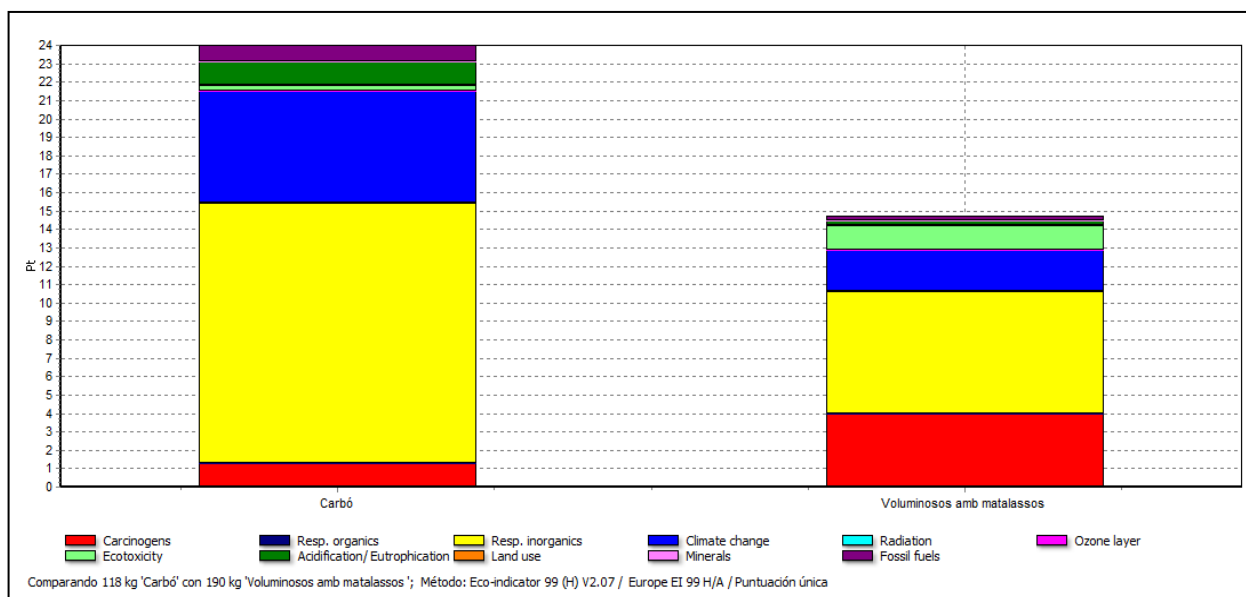


Figura 8.17- Gràfic de Puntuació única Voluminosos amb matalassos vs Carbó.

A continuació es representa la comparació dels Voluminosos sense matalassos amb el Carbó, per tipus de dany:

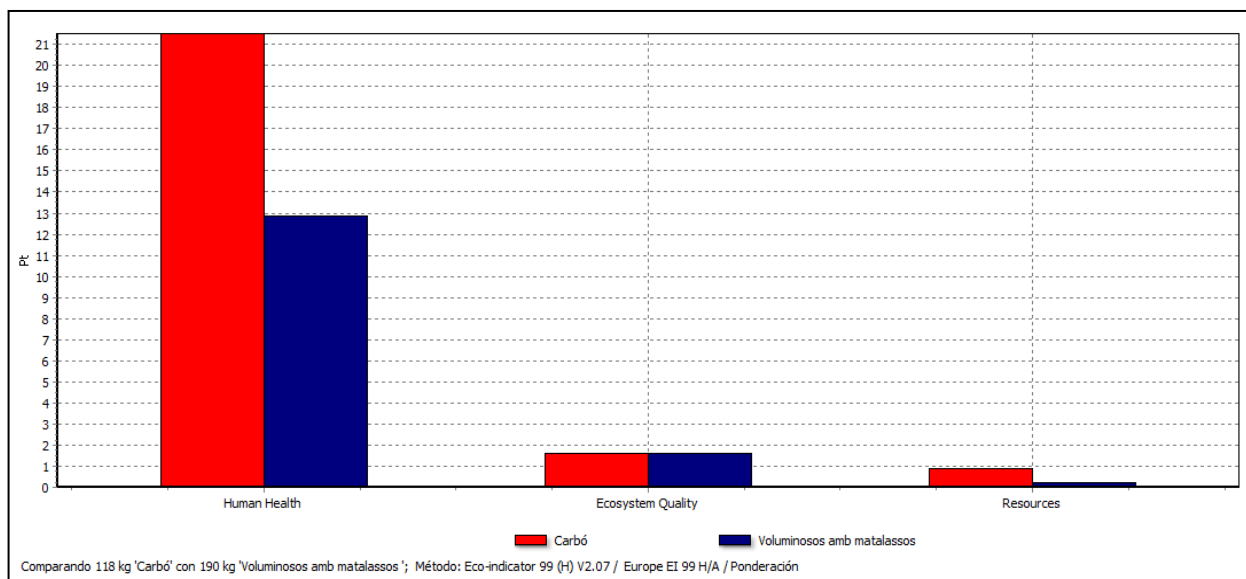


Figura 8.18- Gràfic de Ponderació segons el dany Voluminosos amb matalassos vs Carbó.

En aquest cas estan igualats en el dany a la Qualitat dels Ecosistemes, però el Carbó continua superant els efectes sobre la Salut Humana.

En tots tres casos el Carbó és superior en Canvi Climàtic i en Agents Respiratoris Inorgànics.

Els residus amb més potencial energètic i menys efectes sobre l'entorn són els Voluminosos sense considerar els matalassos.