



Disseny del Pla de Mostreig per
l'estimació de la fracció de residus tipus
en la bossa de brossa dels residents a
Catalunya
Informe FASE 2
(FINAL v3.5)

Agència de Residus de Catalunya

Novembre 2009

Lidia Montero

Dep. d'Estadística i Investigació Operativa. Edifici C5-CAMPUS NORD
Universitat Politècnica de Catalunya.

TAULA DE CONTINGUTS

1. INTRODUCCIÓ	4
1.1 CONCLUSIONS A LA CLASSIFICACIÓ DE LA FASE 1	6
1.2 RESUM DE LA CLASSIFICACIÓ SOCIODEMOGRÀFICA EN 10 CLASSES	7
1.3 LLISTA ORDENADA EN CRITERI DECREIXENT DE PREFERÈNCIA DE PARANGONS: INPUT DE L'ARC	8
2. FASE 2 DEL PROJECTE	13
2.1 IDENTIFICACIÓ DELS OBJECTIUS CONCRETES	13
2.2 PLANTEJAMENT PROSPECTIU DE LA FASE 2: PLA DE MOSTREIG	15
2.3 PLA DE MOSTREIG: DIMENSIONAMENT FINAL	21
2.3.1 Nivell de confiança del 95% - ERG – 5% i ERH del 10%	21
2.3.2 Nivell de confiança del 95% - ERG – 10% i ERH del 20%	24
2.4 CONCLUSIONS	27
2.5 PARANGONS DEFINITIVS I NB DE CARACTERITZACIONS (UNITATS SECUNDÀRIES).	28
3. FORMULACIÓ GENÈRICA DEL PROBLEMA	35
3.1 PLANTEIG DELS ESTIMADORS SEGONS CLASSIFICACIÓ SOCIODEMOGRÀFICA	36
3.1.1 Estimadors del total de residus de tipus <i>j</i> en la fracció resta municipal	38
3.1.2 Estimadors per la proporció de residus de tipus <i>j</i> per dia: municipal i per estrat	39
3.1.3 Pros i contres de la Classificació Sociodemogràfica en relació al mostreig	43
3.2 ESTIMACIONS DELS ERRORS SOTA APROXIMACIÓ MOSTREIG ASSR DE MUNICIPIS	45
3.2.1 Mostreig ASSR sobre Unitats Secundàries Mostres de 250 kg	46

TAULA DE FIGURES

FIGURA 1. ESQUEMA METODOLÒGIC: FASE 1 DE L'ESTUDI	5
FIGURA 2. CLASSIFICACIÓ SOCIO-DEMOGRÀFICA: RESUM <i>ADAPTAT</i> FASE 1	7
FIGURA 3. CLASSIFICACIÓ SOCIO-DEMOGRÀFICA: PARANGONS VALIDATS.....	12
FIGURA 4. UNITATS TERRITORIALS I ENTITATS ACTIVES EN EL PLA DE MOSTREIG EN $Y_m^{FR,j}$	14
FIGURA 5. UNITATS TERRITORIALS I ENTITATS ACTIVES EN EL PLA DE MOSTREIG EN $Z_c^{FR,j}$	15
FIGURA 6. ESQUEMA DEL PLA DE MOSTREIG	15
FIGURA 7. TAULES DIMENSIONAMENT PER ASSOLIR UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 5% AL 95% IC I INFERIOR AL 10% PER ESTRAT AL 95%IC	18
FIGURA 8. TAULA DE DIMENSIONAMENT PER ASSOLIR UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 10% AL 95% IC I PER ESTRAT INFERIOR AL 20% AL 95%IC	19
FIGURA 9. TAULES DIMENSIONAMENT PROPORCIONAL A TAMANY CONSTANT 104.....	19
FIGURA 10. TAULES DIMENSIONAMENT PROPORCIONAL A TAMANY CONSTANT 28.....	19
FIGURA 11. CARACTERÍSTIQUES DELS ESTRATS: UNITATS MUNICIPALS, GENERACIÓ DIÀRIA TOTAL, POBLACIÓ, POBLACIÓ ETCA.....	20
FIGURA 12. TAULA DIMENSIONAMENT PER ASSOLIR UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 5% AL 95% IC I INFERIOR AL 10% AL 95%IC PER ESTRAT SEMPRE QUE LA TAXA DE MOSTREIG EN UPS PER ESTRAT NO SUPERI EL 25% . FACTOR DE MOSTREIG SECUNDARI 10%	22
FIGURA 13. TAULES DIMENSIONAMENT PER ASSOLIR UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 5% AL 95% IC I INFERIOR AL 10% AL 95%IC PER ESTRAT SEMPRE QUE LA TAXA DE MOSTREIG EN UPS PER ESTRAT NO SUPERI EL 25% . FACTOR DE MOSTREIG SECUNDARI 20%	23
FIGURA 14. COTES D'ERROR RELATIU AL 95% PER L'ESTIMACIÓ PROPORCIONS MUNICIPALS SI FACTOR MOSTREIG SECUNDARI 10%.....	24
FIGURA 15. COTES D'ERROR RELATIU AL 95% PER L'ESTIMACIÓ PROPORCIONS MUNICIPALS SI FACTOR MOSTREIG SECUNDARI 20%.....	24
FIGURA 16. TAULA DE DIMENSIONAMENT PER ASSOLIR UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 10% AL 95% IC I PER ESTRAT INFERIOR AL 20% AL 95%IC SEMPRE QUE LA TAXA DE MOSTREIG A L'ESTRAT NO SUPERI EL 25%	25
FIGURA 17. TAULA DE DIMENSIONAMENT PER TAXA DE MOSTREIG D'UNITATS SECUNDÀRIES DEL 10% AMB UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 10% AL 95% IC I PER ESTRAT INFERIOR AL 20% AL 95%IC SEMPRE QUE LA TAXA DE MOSTREIG A L'ESTRAT NO SUPERI EL 25%	25
FIGURA 18. TAULA DE DIMENSIONAMENT PER TAXA DE MOSTREIG D'UNITATS SECUNDÀRIES DEL 20% AMB UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 10% AL 95% IC I PER ESTRAT INFERIOR AL 20% AL 95%IC SEMPRE QUE LA TAXA DE MOSTREIG A L'ESTRAT NO SUPERI EL 25%	26
FIGURA 19. COTES D'ERROR RELATIU AL 95% PER L'ESTIMACIÓ PROPORCIONS MUNICIPALS SI FACTOR MOSTREIG SECUNDARI 10%. XIFRES IDÈNTIQUES A QUAN $ERG < 5\%$	26
FIGURA 20. TAULA DIMENSIONAMENT PER ASSOLIR UN ERROR RELATIU GLOBAL DEL 5% AL 95% IC I INFERIOR AL 10% AL 95%IC PER ESTRAT SEMPRE QUE LA TAXA DE MOSTREIG EN UPS PER ESTRAT NO SUPERI EL 25% . FACTOR DE MOSTREIG SECUNDARI 10% (EXCEPTE BARCELONA-CIUTAT 5%).....	27
FIGURA 21. COTES D'ERROR RELATIU AL 95% PER L'ESTIMACIÓ PROPORCIONS MUNICIPALS SI FACTOR MOSTREIG SECUNDARI 10% (EXCEPTE 5% A BARCELONA – CIUTAT).	28
FIGURA 22. CARACTERITZACIONS I ESTACIONALITAT PELS PARANGONS FINALS	33
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓ PER QUOTES D'ESTACIONALITAT DE LES CARACTERITZACIONS	34
FIGURA 24. VARIANÇA ESTIMADA DE L'ESTIMADOR DE LA PROPORCIÓ DE TIPUS DE RESIDUS J PER L'ESTRAT H PER LA CLASSIFICACIÓ SOCIODEMOGRÀFICA.....	43
FIGURA 25. ERRORS ABSOLUTS I RELATIUS SOBRE ESTIMADORS DE PROPORCIONS AL NIVEL CONFIANÇA DEL 95% PER PROPORCIONS VERITABLES VARIABLES I DIFERENTS TAMANYS DE RECOLLIDA DE MOSTRES.....	47

1. INTRODUCCIÓ

La finalitat del projecte consisteix en l'estimació total i percentual de la composició de la bossa tipus domèstica i de serveis de proximitat per a tot Catalunya.

La metodologia de càlcul ha de permetre la territorialització de la generació del total de residus pel que fa a la seva composició segons una tipologia d'unes 16 categories.

La Fase 1 contempla la classificació de les unitats municipals (i municipis) de Catalunya en grups homogenis i estables segons 2 criteris: Sociodemogràfic i Mixta (sociodemogràfic i tipologia de recollida selectiva efectuada a 2007). Es van detallar les unitats més representatives de cada classe (en cada classificació).

La Fase 2 contempla la definició i dimensionament del Pla de Mostreig.

Selectiva versus barrejada

La recollida de residus s'efectua parcialment de forma selectiva, donant lloc a un registre dels totals recollits i la seva composició i una altra part que es recull de forma barrejada (el percentatge d'aquesta part fluctua entre del 30% al 85% segons el municipi). D'aquesta última part es sap el total generat però no la seva composició i aquest és l'objecte de l'estudi, estimar aquesta composició, de manera que per adició amb la composició de les parts de la recollida de forma selectiva, tenir la generació global i la seva composició per municipi i per Catalunya.

Les unitats territorials de mostreig: hipòtesis de partida

La unitat territorial primària de mostreig **inicial serà el municipi**, ara bé en alguns municipis grans (amb més de 50.000 habitants) resulta convenient desagregar per àmbits territorials que serien en aquest cas les unitats territorials de mostreig (proposta **districtes**, fent hipòtesi **d'homogeneïtat a l'interior dels districtes**). La volatilitat dels circuits de recollida (selectiva i no selectiva) pot resultar determinant en la selecció de les unitats primàries de mostreig: la hipòtesi inicial és que són estables a curt i mig termini.

L'esquema metodològic de la Fase 1 ha seguit les etapes que s'indiquen Figura 1. Esquema metodològic: Fase 1 de l'estudi:

1. S'ha compilat les diverses fonts de dades per tal de crear un macroarxiu de 1062 files (municipis+municipi-districtes) amb moltes columnes incorporant les diverses fonts.
2. S'ha completat les ids dels municipis que no s'han subministrat en tots els arxius, tot incorporant també la comarca. S'ha calculat un índex d'estacionalitat en base a l'enquesta ETCA (població flotant) sobre els municipis mostrejats ETCA, s'ha fet imputació per promig comarcal de l'índex d'estacionalitat en municipis similars on no es disposava d'informació d'estacionalitat per no pertanyer a la mostra ETCA i recalculat la generació total municipal per persona i dia (kg) en base a la correcció ETCA de la població empadronada. S'ha estudiat la distribució de probabilitat de la producció diària per habitant

i resulta ser una loglogística. Si els municipis disposessin de l'índex d'estacionalitat (tots, no la mostra) la generació diària per persona seria més entenedora.

3. La primera reducció de les columnes a emprar en les anàlisis posteriors per criteri sentit comú ha permès passar d'unes 300 columnes a 106.
 4. S'ha validat el tema població estacional, s'ha omès l'indicador de mar/muntanya, establiments restauració i s'ha desestimat l'ocupació dels habitatges principals al no disposar-se de dades. S'ha validat les categories 'calaix de sastre' després de rastrejar la seva composició abans de definitivament considerar-les com a tals.
- S'ha importat la base de dades amb les 106 columnes i 1062 files (agrupada amb tots els blocs de dades) compatibles a SPAD i R.

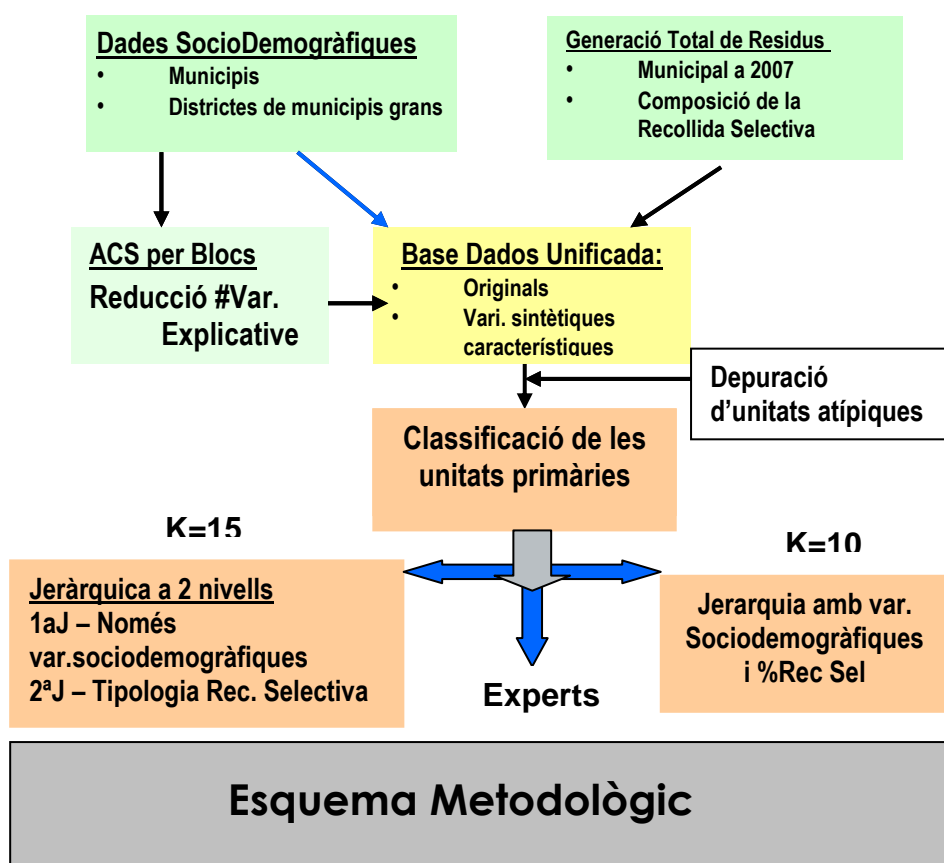


Figura 1. Esquema metodològic: Fase 1 de l'estudi

Es va voler obtenir un arxiu amb 1062 files i unes poques variables característiques (esperit que siguin numèriques) (ordre de 20) per això la inclusió de l'etapa d'anàlisi de correspondències simples.

1.1 Conclusions a la classificació DE LA FASE 1

La classificació SocioDemogràfica en H=10 classes o estrats és a totes, totes la classificació més estable de cara a estructurar una recollida de dades que pugui repetir-se en diferents anys en un horitzó a curt i mig termini.

La informació relativa a les característiques de generació de residus, tant totals com per tipologia de recollida selectiva no està disponible a nivell de districte municipal. Tampoc no es coneix la taxa de recollida selectiva sobre el total per districte i es valora que pot tenir magnituds força diferenciades.

La Classificació SocioDemogràfica treballada i profusament documentada en el Capítol 5 de l'Informe Final de la FASE 1 contempla com a unitats actives els districtes dels municipis grans (tret de Rubí). Al final dels treballs tècnics de la FASE 1 es va incloure el factor d'indefinió de la generació de residus per districte com element que podria fer perillar la fiabilitat dels resultats de la presa de dades si es prenia com a unitat primària de mostreig la unitat municipal i aquesta resultava ser un districte d'un municipi gran. La classificació basada en les projeccions en l'espai factorial normalitzat eviten donar una dominància excessiva als grans nuclis urbans que d'alguna manera ja queda compensada pel fet d'haver inclòs aquestos municipis NO globalment sinó a través de la seva descomposició en districtes. La selecció de parangons o Unitats Primàries prospectives de cara a la finalització de la FASE 1 usará la Classificació basada en les unitats municipals. De tota manera es presenta el problema de la Classificació en classes o estrats diferents d'unitats municipals districtes del mateix municipi, aspecte que ha de resoldre's manualment. El subapartat següent detalla la vinculació manual realitzada i fa imprescindible que les unitats municipals requalificades de classe manualment siguin excloses com a candidates a parangons en els cas que alguna d'elles ho fora.

La Classificació SocioDemogràfica a l'Informe Final de la FASE 1 va oferir una llista de 10 parangons per estrat, aquests parangons han estat examinat i confirmats pels tècnics de l'ARC i es mostren a continuació: la seva ordenació constitueix el punt de partida per la tria definitiva d'unitats primàries, el nombre de les quals ha de definir-se durant la FASE 2 del projecte. Val a dir que el Pla de Mostreig es va acordar seria més robust si Barcelona ciutat fós considerada com una classe en ella mateixa donades les especificitats de la capital catalana.

En la definició final de la FASE 1 es va tenir en compta les consideracions de municipis típics des del punt de vista de la **tipologia de recollida selectiva** i del **percentatge** de recollida selectiva (ni molt poca, ni massa): criteri d'unitat municipal activa a efectes de construir la classificació i possible **parangó**. A més es van incorporat dos nous elements:

- No poden ser parangons, els districtes de municipis que no tinguin una classificació original dins de l'estrat majoritari (global) del municipi.
- Els municipis que s'havien exclòs del tractament actiu per la classificació degut a que són representants de la màxima incidència de recollida selectiva sobre el total generat existent a Catalunya també es volen com a candidats a parangons, sempre que estiguin en una posició competitiva en termes de distància al centre de gravetat de les classes amb altres municipis de la classe.

La definició dels parangons va requerir reassignar manualment tots els districtes de municipis grans que no estaven classificats dins de l'estrat majoritari (característic global del municipi) (i suprimir-los com a possibles parangons). El detall de la reassignació es troba a l'Apartat 7.1 de l'Informe Final de la FASE 1.

1.2 Resum de la Classificació Sociodemogràfica en 10 classes

La interpretació de les classes és molt neta:

1. Classe 1 : Zones urbanes amb habitatges principals i activitat econòmica en industrial, molts habitatges principals i estudiants i població jove. Hi ha immigrants americans i asiàtics. Molt d'atur. Cinturó industrial urbà jove. Són 213 unitats actives.
2. Classe 2: Universitaris ocupats en serveis en zones urbanes i habitatges principals. Població jove. Hi ha immigrants americans i asiàtics. Zona Urbana nivell Mig-Alta. Són 87 unitats actives.
3. Classe 3: Zones turístiques amb campings sense indústria. Molts residus. Entorn Turístic Massiu Càmping. Són 44 unitats actives.
4. Classe 4 : Zones urbanes hoteleres amb molta construcció i serveis, sense indústria, sense gent gran. Molts residus. Entorn Turístic Massiu Hotel. 22 unitats actives.
5. Classe 5: Entorns amb molts habitatges familiars secundaris i ocupació en la construcció, sense agricultura. Població jove. 58 unitats actives.
6. Classe 6: Zones urbanes amb habitatges principals i activitat econòmica en industrial, molts habitatges principals i població envellida. Sense ocupats en serveis. Entorn urbà envellit en nuclis petits. Pocs residus. 167 unitats actives.
7. Classe 7: Entorn amb alta immigració i pocs serveis. Pocs municipis: 48 unitats actives.
8. Classe 8: Zones rurals turístiques amb turisme rural sense serveis, amb molta gent gran sols ocupació agrícola. Entorn Turisme Rural: 35 unitats actives.
9. Classe 9: Zones amb segones residències i hotels, amb molta gent gran sols ocupació agrícola amb generació de residus. Universitaris. Entorn Rural 2esRes Vell: 72 unitats actives.
10. Classe 10: Zones rurals no turístiques sense serveis, ni indústria, ni construcció amb molta gent gran sols ocupació agrícola. Entorn Rural Deprimit: 117 unitats actives.
11. Districtes municipals de Barcelona-Ciutat: en són 10.

Tipus	Estrats SòcioDemogràfics		Unitats Municipals amb Imputació	Unitats Municipals FINALS
Urbà	1	UrbàActiu	239	247
	2	UrbàServeis	114	97
Turístic	3	TurCamping	57	57
	4	TurHotel	25	25
Rural	5	Rural2ResJoves	78	77
Urbà	6	UrbaIndustrialEnvellit	194	194
Immigració	7	AgrImm	56	56
Rural	8	RuralTurisme	44	44
	9	Rural2ResVells	84	84
	10	RuralDeprimit	153	153
Barcelona-ciutat	11	-	-	10
TOTAL			1044	1044

Figura 2. Classificació Socio-Demogràfica: Resum adaptat Fase 1

1.3 Llista ordenada en criteri decreixent de preferència de parangons: Input de l'ARC

Codi MunDis	NomMun	Pob07ETC A	Pob07	f.RecSe l	TotRes07pDia	Res07pHab	Res07 PHab ETCA	LabFCIK10	PARANGÓ N ARCV2
812500	MontcadaiReixac	32111	32111	25-35%	41392.36	1.289	1.29	UrbàActiu	1
820200	SantCeloni	15832	15992	15-25%	22776.22	1.424	1.44	UrbàActiu	2
814700	OlesadeMontserrat	19586	22257	15-25%	30600.52	1.375	1.56	UrbàActiu	3
827905	TERRASSA	43106	43106	25-35%	49084.56	1.139	1.22	UrbàActiu	4
830500	VilafrancadelPenedès	35556	36656	25-35%	59840.44	1.632	1.68	UrbàActiu	5
808600	FranquesedesdelVallès,les	15182	16325	25-35%	20363.18	1.247	1.34	UrbàActiu	6
820004	SANTBOIDELLOBREGAT	15642	15642	15-25%	20922.42	1.338	1.50	UrbàActiu	7
818704	SABADELL	36726	36726	25-35%	54696.01	1.489	1.60	UrbàActiu	8
808900	Gavà	43338	44678	25-35%	67218.38	1.505	1.55	UrbàActiu	9
812101	MATARÓ	11027	11027	35+%	17183.40	1.558	1.66	UrbàServeis	10
815800	BarberàdelVallès	29792	29208	25-35%	39910.41	1.366	1.34	UrbàActiu	11
811305	MANRESA	21331	21331	25-35%	28904.64	1.355	1.37	UrbàActiu	12
803300	CaldesdeMontbui	15351	16159	25-35%	24984.49	1.546	1.63	UrbàActiu	13
821100	SantFeliudelLlobregat	36778	42273	35+%	49781.23	1.178	1.35	UrbàActiu	14
806700	LlinarsdelVallès	8324	8581	35+%	15483.15	1.804	1.86	UrbàActiu	15
822400	Valls	23709	23948	25-35%	35460.41	1.481	1.50	UrbàActiu	16
810600	Banyoles	17276	17451	25-35%	28450.77	1.630	1.65	UrbàActiu	17
4316100	Olot	31367	32337	25-35%	49620.36	1.534	1.58	UrbàActiu	18
811800	Masnou,el	19742	21935	25-35%	34790,16	1,586	1,76	UrbàServeis	1
4314806	TARRAGONA	23043	23043	15-25%	34603,42	1,502	1,44	UrbàServeis	2
821900	VilassardeMar	18099	19052	35+%	23017,21	1,208	1,27	UrbàServeis	3
821400	VilassardeDalt	7883	8476	35+%	14844,63	1,751	1,88	UrbàServeis	4
2512006	LLEIDA	25599	25599	25-35%	35540,06	1,388	1,36	UrbàServeis	5
808800	Garriga,la	13758	14183	25-35%	17944,58	1,265	1,30	UrbàServeis	6
829800	Vic	40620	38321	35+%	59066,66	1,541	1,45	UrbàServeis	7
1723300	VilobíOnyar	2756	2756	35+%	3586,93	1,301	1,30	UrbàServeis	8
802900	CabreradeMar	4269	4269	25-35%	7076,25	1,658	1,66	UrbàServeis	9
1707903	GIRONA	35286	35286	35+%	49988,31	1,417	1,34	UrbàServeis	10
824400	SantaColomadeCervelló	6457	7508	25-35%	11788,71	1,570	1,83	UrbàServeis	11
820700	SantEstevedePalautordera	2245	2245	15-25%	3895,26	1,735	1,74	UrbàServeis	12
1716300	SantGregori	3006	3006	35+%	3943,53	1,312	1,31	UrbàServeis	13
800500	AmetlladelVallès,l	6945	7632	25-35%	10704,66	1,403	1,54	UrbàServeis	14
1707300	FornellsdelaSelva	1971	1971	35+%	3045,37	1,545	1,55	UrbàServeis	15
2520300	SeudUrgell,la	12703	12703	35+%	18468,05	1,454	1,45	UrbàServeis	16
823800	SantQuirzedelVallès	16750	17819	25-35%	22924,49	1,287	1,37	UrbàServeis	17

828900	TorrellesdeLlobregat	4974	4974	35+%	5562,68	1,118	1,12	UrbàServeis	18
822100	SantJustDesvern	16161	15391	35+%	24211,04	1,573	1,50	UrbàServeis	19
821000	SantFeliudeCodines	5495	5495	35+%	6587,48	1,199	1,20	UrbàServeis	20
4304200	CastellvelldelCamp	2474	2474	35+%	3412,99	1,380	1,38	UrbàServeis	21
1717400	SantMiqueldeCampmajor	218	218	25-35%	353,95	1,624	1,62	TurCamping	1
1718400	SantaPau	1567	1567	15-25%	2057,89	1,313	1,31	TurCamping	2
1706500	Esponellà	441	441	25-35%	726,90	1,648	1,65	TurCamping	3
4317800	VinyolsielsArcs	1594	1594	35+%	3472,14	2,178	2,18	TurCamping	4
1709800	MaiàdeMontcal	378	378	25-35%	568,66	1,504	1,50	TurCamping	5
4311600	Prades	1012	649	15-25%	1370,36	2,111	1,35	TurCamping	6
1717100	SantLlorençdelamuga	215	215	15-25%	448,27	2,085	2,08	TurCamping	7
1710900	MontagutiOix	940	940	15-25%	1322,68	1,407	1,41	TurCamping	8
2521500	Talarn	397	382	25-35%	517,51	1,355	1,30	TurCamping	9
1717700	SantPaudeSegúries	749	681	25-35%	1232,68	1,810	1,65	TurCamping	10
1712400	Pals	4445	2540	35+%	11807,15	4,648	2,66	TurCamping	11
1722400	VilallongadeTer	551	459	15-25%	944,90	2,059	1,72	TurCamping	12
2520900	Sort	2988	2264	25-35%	3393,45	1,499	1,14	TurCamping	13
1719700	Torrent	191	191	25-35%	506,25	2,651	2,65	TurHotel	1
2504300	ValldeBoi,la	1154	1049	15-25%	1847,12	1,761	1,60	TurHotel	2
811000	MalgratdeMar	23347	17822	25-35%	41370,58	2,321	1,77	TurHotel	3
2518300	Rialp	874	662	25-35%	1479,62	2,235	1,69	TurHotel	4
1711100	Navata	1023	1023	25-35%	1583,26	1,548	1,55	TurHotel	5
803500	Calella	29215	18034	35+%	41561,62	2,305	1,42	TurHotel	6
4317100	Vila-seca	27457	18678	35+%	45708,52	2,447	1,66	TurHotel	7
4308800	MontbriódelCamp	2991	1917	35+%	3445,95	1,798	1,15	TurHotel	8
2502400	AltÀneu	594	450	25-35%	578,00	1,284	0,97	TurHotel	9
1720200	TossadeMar	7361	5662	15-25%	21833,73	3,856	2,97	TurHotel	10
4315300	Torredembarra	18155	14524	15-25%	31828,44	2,191	1,75	Rural2ResJoves	1
1701300	Begur	7151	4086	15-25%	13835,32	3,386	1,93	Rural2ResJoves	2
807400	Cubelles	13539	12773	25-35%	26184,88	2,050	1,93	Rural2ResJoves	3
1709200	Llançà	9918	4862	25-35%	19415,53	3,993	1,96	Rural2ResJoves	4
1700400	Albons	625	625	15-25%	996,58	1,595	1,59	Rural2ResJoves	5
1711800	Palamós	22098	17400	15-25%	39383,26	2,263	1,78	Rural2ResJoves	6
804200	CànovesiSamalús	2638	2638	<15%	4362,41	1,654	1,65	Rural2ResJoves	7
1711700	Palafrugell	27621	21412	15-25%	47477,86	2,217	1,72	Rural2ResJoves	8

807000	Collsuspina	323	323	25-35%	611,10	1,892	1,89	Rural2ResJoves	9
430360	CabradelCamp	1011	1011	15-25%	1892,55	1,872	1,87	Rural2ResJoves	10
820300	SantCebriàdeVallalta	3075	3075	<15%	6407,45	2,084	2,08	Rural2ResJoves	11
829400	Vallgorguina	2522	2193	<15%	4260,41	1,943	1,69	Rural2ResJoves	12
822200	SantLlorençdHortons	2219	2219	<15%	3963,86	1,786	1,79	Rural2ResJoves	13
170230	Blanes	49878	38368	15-25%	69808,90	1,819	1,40	Rural2ResJoves	14
430130	AmetlladeMar,I	8980	7071	<15%	14043,04	1,986	1,56	Rural2ResJoves	15
171520	Roses	35552	18139	15-25%	50300,30	2,773	1,41	Rural2ResJoves	16
171030	MaçanetdelaSelva	6254	6254	25-35%	17506,96	2,799	2,80	Rural2ResJoves	17
802300	BiguesiRiells	7729	7807	35+%	16612,41	2,128	2,15	Rural2ResJoves	18
816300	PinedadeMar	29403	25568	25-35%	54296,60	2,124	1,85	Rural2ResJoves	19
430380	Cambrils	42504	29112	35+%	70297,21	2,415	1,65	Rural2ResJoves	20
171410	Puigcerdà	9844	8949	15-25%	17414,49	1,946	1,77	Rural2ResJoves	21
171480	Riudarenes	1853	1853	15-25%	5011,51	2,705	2,70	Rural2ResJoves	22
431200	Querol	533	533	15-25%	1273,34	2,389	2,39	Rural2ResJoves	23
170940	Llívia	1527	1388	15-25%	2880,11	2,075	1,89	Rural2ResJoves	24
822700	SantMartíSarroca	2997	2997	15-25%	4437,34	1,481	1,48	UrbalIndustrialEnvellit	1
172070	ValdenBas,la	2680	2680	15-25%	2296,96	0,857	0,86	UrbalIndustrialEnvellit	2
172140	Vilabertran	844	844	15-25%	984,71	1,167	1,17	UrbalIndustrialEnvellit	3
828700	Torrelavit	1275	1275	15-25%	1495,84	1,173	1,17	UrbalIndustrialEnvellit	4
817800	Rajadell	470	470	15-25%	604,55	1,286	1,29	UrbalIndustrialEnvellit	5
816400	PladelPenedès,el	891	891	15-25%	1542,82	1,732	1,73	UrbalIndustrialEnvellit	6
825400	SantaMariadeCorcó	2254	2254	35+%	2976,77	1,321	1,32	UrbalIndustrialEnvellit	7
830400	Vilobidelpenedès	1071	1071	15-25%	1329,37	1,241	1,24	UrbalIndustrialEnvellit	8
170670	Flaçà	1018	1018	25-35%	1502,58	1,476	1,48	UrbalIndustrialEnvellit	9
430070	Aleixar,I	862	862	15-25%	1048,11	1,216	1,22	UrbalIndustrialEnvellit	10
171660	SantJordiDesvalls	622	622	15-25%	708,63	1,139	1,14	UrbalIndustrialEnvellit	11
171900	Serinyà	1084	1084	15-25%	1738,16	1,603	1,60	UrbalIndustrialEnvellit	12
813400	Figaró-Montmany	1009	1009	15-25%	1484,47	1,471	1,47	UrbalIndustrialEnvellit	13
806400	Castellterçol	2238	2238	25-35%	4819,51	2,153	2,15	UrbalIndustrialEnvellit	14
171300	Pera,la	426	426	25-35%	574,49	1,349	1,35	UrbalIndustrialEnvellit	15
170560	CornellàdelTerri	2106	2106	25-35%	4266,96	2,026	2,03	UrbalIndustrialEnvellit	16
250340	ArtesadeSegre	4111	3737	<15%	5217,67	1,396	1,27	Agrilmm	1
431360	SantCarlesdelaRàpita	15403	14262	35+%	23280,82	1,632	1,51	Agrilmm	2
252200	Térmens	1489	1489	15-25%	1610,33	1,081	1,08	Agrilmm	3

4390400	Aldea,l	3927	3927	<15%	5634,90	1,435	1,43	Agrilmm	4
1702500	Bordils	1625	1625	15-25%	1878,05	1,156	1,16	Agrilmm	5
4306700	Ginestar	1052	1052	35+%	1103,73	1,049	1,05	Agrilmm	6
2517100	PobladeSegur,la	3213	3089	25-35%	4076,30	1,320	1,27	Agrilmm	7
4301400	Amposta	19607	19805	25-35%	31476,66	1,589	1,61	Agrilmm	8
1721600	Viladasens	200	200	25-35%	331,34	1,657	1,66	Agrilmm	9
2522300	Torà	1333	1333	35+%	1894,25	1,421	1,42	Agrilmm	10
4306400	Gandesa	3101	3040	35+%	3297,23	1,085	1,06	Agrilmm	11
4315600	Ulldecona	6238	6566	25-35%	7373,07	1,123	1,18	Agrilmm	12
2513600	Molsosa,la	128	128	15-25%	132,71	1,037	1,04	RuralTurisme	1
2515000	Oliola	263	263	25-35%	164,96	0,627	0,63	RuralTurisme	2
1717000	VallfognadeRipollès	219	219	25-35%	336,41	1,536	1,54	RuralTurisme	3
2516100	ConcadeDalt	434	434	15-25%	523,75	1,207	1,21	RuralTurisme	4
2514600	Navès	274	274	15-25%	303,42	1,107	1,11	RuralTurisme	5
4311400	Porrera	477	477	25-35%	668,33	1,401	1,40	RuralTurisme	6
2512900	Llobera	221	221	25-35%	241,95	1,095	1,09	RuralTurisme	7
2516600	PinelldeSolsonès	213	213	15-25%	210,74	0,989	0,99	RuralTurisme	8
2513200	Massoteres	221	221	35+%	314,05	1,421	1,42	RuralTurisme	9
4311500	PradelldeTeixeta	169	169	15-25%	320,99	1,899	1,90	Rural2ResVells	1
1702900	BoadellailesEscalaes	228	228	25-35%	399,84	1,754	1,75	Rural2ResVells	2
1704100	Cantallops	295	295	15-25%	633,18	2,146	2,15	Rural2ResVells	3
1706000	Darnius	537	537	15-25%	884,60	1,647	1,65	Rural2ResVells	4
1706800	Foixà	324	324	15-25%	632,49	1,952	1,95	Rural2ResVells	5
4301700	Argentera,l	143	143	25-35%	211,07	1,476	1,48	Rural2ResVells	6
2522100	Tírvia	130	130	35+%	166,38	1,280	1,28	Rural2ResVells	7
1709100	Llanars	569	569	25-35%	1100,96	1,935	1,93	Rural2ResVells	8
1712600	Parlavà	380	380	25-35%	617,48	1,625	1,62	Rural2ResVells	9
4304900	CornudelladeMontsant	1006	1006	35+%	1313,53	1,306	1,31	Rural2ResVells	10
1705500	Colomers	203	203	25-35%	487,75	2,403	2,40	Rural2ResVells	11
2523400	Tremp	6263	6022	35+%	11448,82	1,901	1,83	Rural2ResVells	12
2500500	Alàsicerc	396	396	35+%	575,64	1,454	1,45	Rural2ResVells	13
4308500	Molar,el	290	290	25-35%	376,63	1,299	1,30	RuralDeprimit	1
4303500	Cabacés	343	343	25-35%	455,70	1,329	1,33	RuralDeprimit	2
2507900	Cubells	385	385	15-25%	458,16	1,190	1,19	RuralDeprimit	3

1720300	Ultramort	196	196	15-25%	305,59	1,559	1,56	RuralDeprimit	4
4306200	Freginals	451	451	25-35%	506,08	1,122	1,12	RuralDeprimit	5
2511400	Ivorra	147	147	35+%	208,90	1,421	1,42	RuralDeprimit	6
822500	SantMartíAlbars	113	113	15-25%	140,68	1,245	1,24	RuralDeprimit	7
2519700	SantGuimdelaplana	185	185	35+%	262,90	1,421	1,42	RuralDeprimit	8
2503500	SentiudeSió,la	507	507	15-25%	424,44	0,837	0,84	RuralDeprimit	9
2506900	CastellódeFarfanya	579	579	15-25%	589,73	1,019	1,02	RuralDeprimit	10
1708500	Jafre	403	403	15-25%	381,67	0,947	0,95	RuralDeprimit	11
4309900	PalmaEbre,la	421	421	15-25%	729,32	1,732	1,73	RuralDeprimit	12
2511500	IsonaiConcaDellà	1153	1153	15-25%	1391,45	1,207	1,21	RuralDeprimit	13
2524800	VilanovadeBellpuig	1119	1119	15-25%	1237,42	1,106	1,11	RuralDeprimit	14
2519400	SantRamon	570	570	35+%	810,00	1,421	1,42	RuralDeprimit	15
1710600	MolletdePeralada	174	174	15-25%	320,33	1,841	1,84	RuralDeprimit	16
801902	BARCELONA	262469		25-35%	406792,07	1,550	1,52	UrbàServeis	1
801906	BARCELONA	120177		25-35%	186258,38	1,550	1,52	UrbàServeis	2
801904	BARCELONA	81628		25-35%	126512,55	1,550	1,52	UrbàServeis	3
801907	BARCELONA	168541		25-35%	261216,15	1,550	1,52	UrbàServeis	4
801908	BARCELONA	164982		25-35%	255700,17	1,550	1,52	UrbàServeis	5
801909	BARCELONA	143148		25-35%	221860,37	1,550	1,52	UrbàServeis	6
801910	BARCELONA	223074		25-35%	345735,05	1,550	1,52	UrbàServeis	7
801905	BARCELONA	141091		25-35%	218672,30	1,550	1,52	UrbàServeis	8
801901	BARCELONA	111518		25-35%	172838,08	1,550	1,52	UrbàServeis	9
801903	BARCELONA	178482		25-35%	276623,38	1,550	1,52	UrbàServeis	10

Figura 3. Classificació Socio-Demogràfica: Parangons validats

La representativitat dels districtes de Barcelona s'ha efectuat per UPC atenent a criteris qualitius no estadístics de classificació.

2. FASE 2 DEL PROJECTE

2.1 Identificació dels objectius concrets

Si els resultats desitjats, a nivell global de Catalunya, comarcal o municipal, no requerissin de la tipologia de residus no caldria el mostreig i en tot cas tindria sentit plantejar un model predictiu per la taxa de generació de residus per persona i dia en funció de variables sociodemogràfiques (i potser d'altres).

- **Target X: Residus per càpita i dia a Catalunya (kg/habitant i dia)**

En realitat cal estimar la taxa de generació de residus per tipus per persona i dia:

- Target X_j : Residus per càpita i dia a Catalunya en tipus j (kg/habitant i dia).
- Target Y_j : Proporció de residus dia a Catalunya en tipus j (kg i dia) sobre el total generat (kg i dia).
- Target Z_j : Generació de residus dia a Catalunya en tipus j (kg i dia).
- Total de Y_j Residus dia a Catalunya en tipus j (kg i dia).
- No es pot mostrejar persones, per tant el target X s'haurà d'obtenir a partir del target Y o de Z.
- Sigui el Total de Residus generat a nivell municipal conegut (input): M_i , tanmateix com M (total diari de generació de residus totals a Catalunya).
- Sigui el Total de Residus de Fracció Resta generat a nivell municipal conegut (input): M_i^{FR} .
- Sigui la població per unitat municipal coneguda (input): P_i . Tanmateix com P, la població total a Catalunya.
- Sigui α_i la proporció de recollida NO selectiva (Fracció Resta coneguda) total en el municipi i .
- Sigui N el nombre total de municipis de Catalunya.

La Fase 1 va proposar a títol orientatiu una predefinició de les unitats de mostreig i del plantejament del estimadors desitjats basada en:

Unitats del mostreig $Y_m^{FR,j}$: Indicador 0 o 1 de si un gram de residus de Fracció Resta és de tipus j en 250 kg de la mostra m -èsima (que pertany a una ruta de recollida, d'un municipi i aquest municipi pertany a un estrat o classe).

En aquesta fase d'anàlisi específica del Pla de Mostreig no s'ha de descartar l'anàlisi de la presa de dades adreçada a determinar el nombre mig de residus de tipus j en una caracterització lligada a un circuit de recollida d'un municipi (UP) pertanyent a un estrat h .

Unitats del mostreig $Z_c^{FR,j}$: Nb mig de kg de residus de tipus j en la Fracció Resta de la mostra (caracterització) c -èsima (que pertany a una ruta de recollida, d'un municipi i aquest municipi pertany a un estrat o classe).

La cadena d'estimadors proposada per $Y_m^{FR,j}$ unitats mostrals secundàries USs on β és el factor de mostreig de les unitats secundàries, és a dir el percentatge dels kg de residus de la fracció resta subjectes al procès de caracterització (de cada camió-circuit només es caracteritzen 250kg).

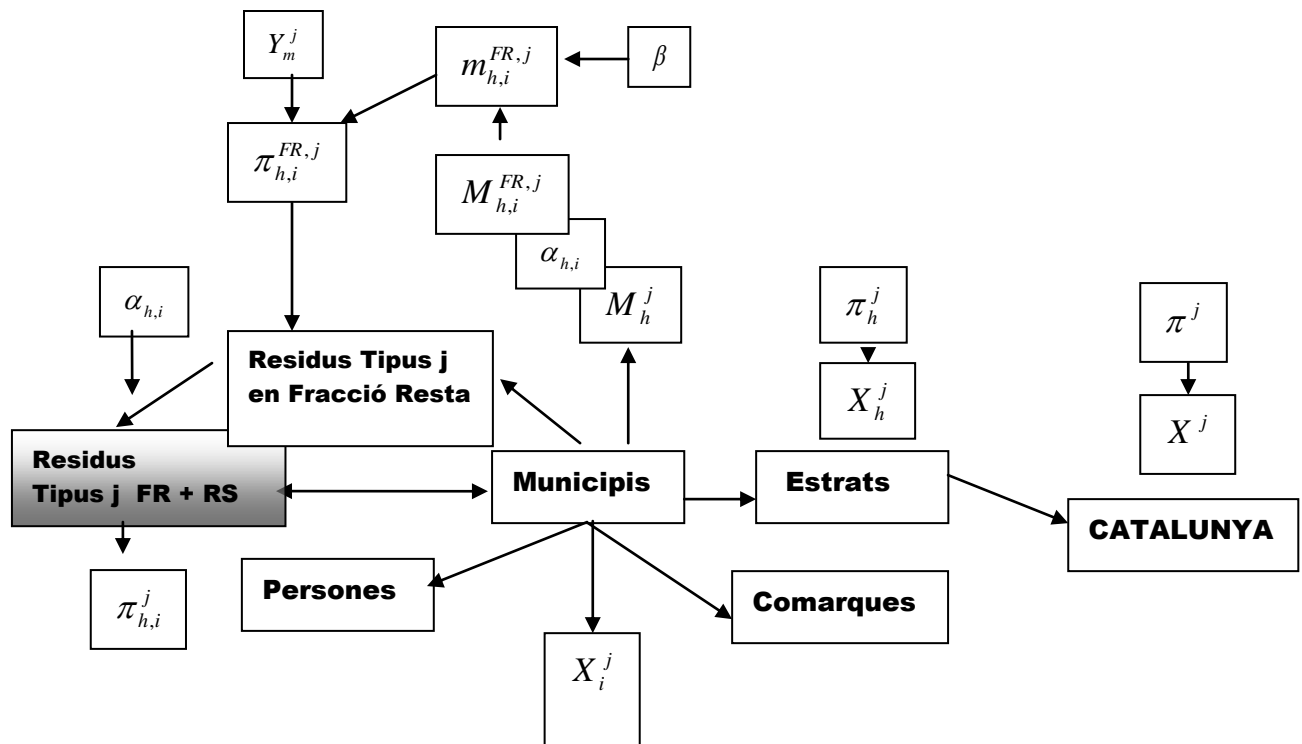
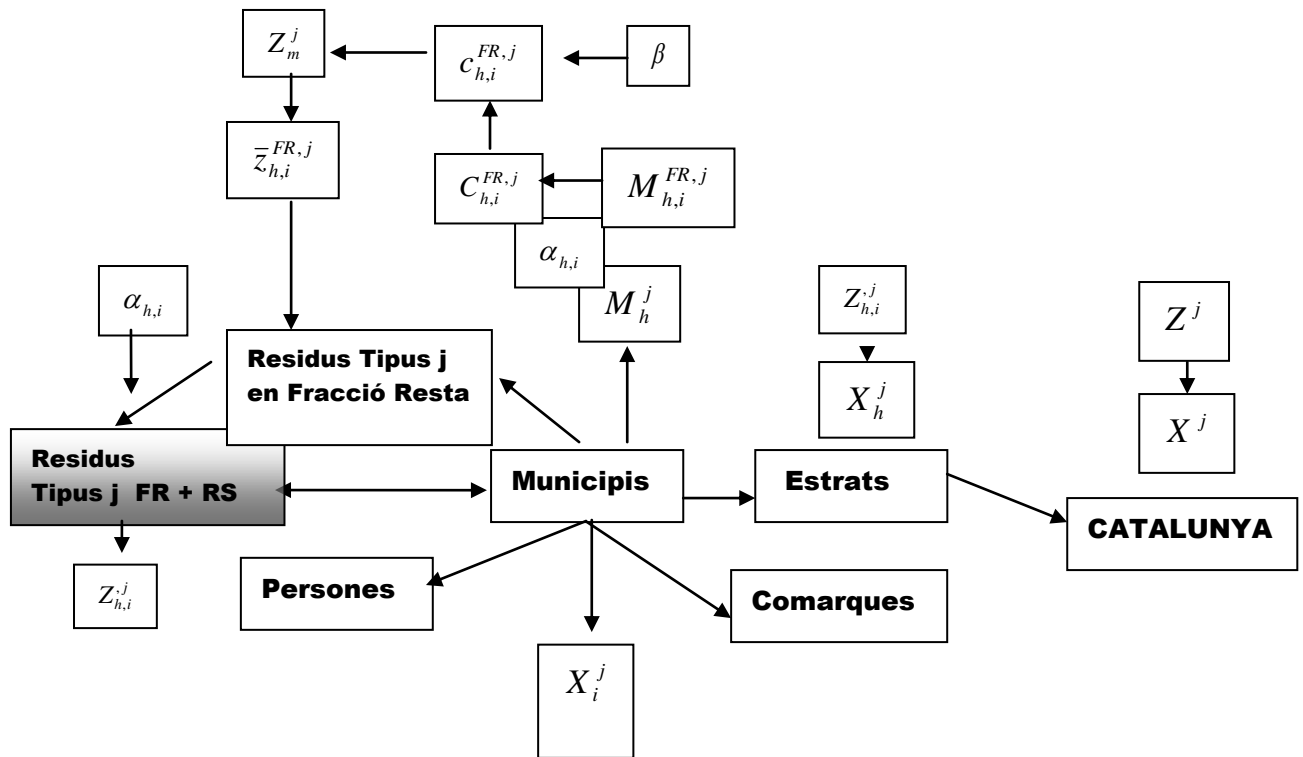


Figura 4. Unitats territorials i entitats actives en el Pla de Mostreig en $Y_m^{FR,j}$

La cadena d'estimadors proposada per $Z_c^{FR,j}$ unitats mostrals secundàries USs on β és el factor de mostreig de les unitats secundàries, és a dir el percentatge dels kg de residus de la fracció resta subjectes al procès de caracterització (de cada camió-circuit només es caracteritzen 250kg) es mostra a la Figura 5.

En el decurs del desenvolupament de la Fase 2, s'ha analitzat el procès de dimensionament de les unitats primàries (unitats municipals) en termes d'optimització del repartiment mostral per estrats de les UPs segons la variabilitat de la variable $Z_{h,i}$ **és a dir la quantitat de residus diaris produïts pel municipi i que resta dins de l'estrat h**. La generació de residus per municipi depèn en gran mesura del seu tamany i això requeriria tenir una certa homogeneïtat de tamany municipals dins del mateix estrat, aspecte que no es va considerar prioritari durant la Fase 1 de construcció de la estratificació de les unitats municipals, per tant el coeficient de variació de la generació de residus municipal per estrat és extraordinàriament gran supera la unitat en els càlculs efectuats i la classificació construïda no beneficia la tria d'aquesta variable com a target: la generació mitjana municipal (per tipologia de residus) per estrat no és la variable d'interès intermitja.

Figura 5. Unitats territorials i entitats actives en el Pla de Mostreig en $Z_c^{FR,j}$



2.2 Plantejament Prospectiu de la FASE 2: Pla de Mostreig

El Pla proposat és bietàpic de kg de residus per municipis estratificats en H estrats. En el present estudi, si els estrats corresponen a classes de municipis segons homogeneïtat socio-demogràfica, que implícitament implica homogeneïtat en la taxa de producció de residus per individu i dia seria $H \approx 11$ estrats (10 + 1 Barcelona-Ciutat). Aquest mostreig és sostenible si les unitats municipals representades en l'univers són els districtes pels municipis grans i la quantificació del nombre necessari és l'objecte de detall i estudi en la Fase 2 del Conveni de Col.laboració, tanmateix com les fórmules dels estimadors i la quantificació de la seva fiabilitat en termes estadístics.

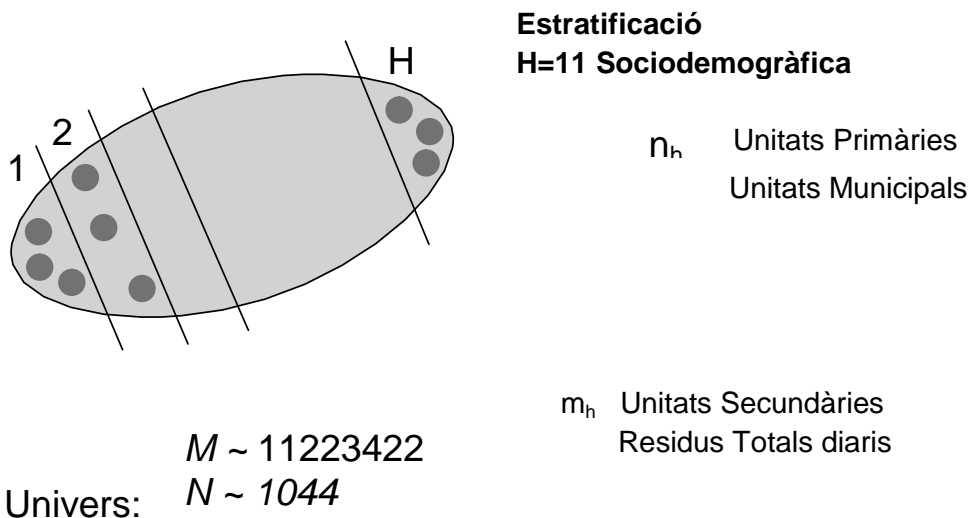


Figura 6. Esquema del Pla de Mostreig

L'estratificació té per efecte la reducció de la variança provocada pel mostreig bietàpic.

Per a cada estrat $h \in \{1, \dots, H\}$ **es disposa:**

- N_h Número poblacional d'unitats primàries (UP) (municipis en el present estudi o unitats municipals).
- A títol informatiu, P_h Número de residents en l'estrat h a 2007 i en cadascun dels seus municipis.
- M_h Número poblacional d'unitats secundàries (US) (producció diària de residus en kg). Global, en recollida selectiva i en fracció resta.
- Desviació estàndard i mitjana per estrat i global de la generació municipal S_h^Z .
- Coeficient de variació de la generació municipal per estrat i global θ_h^Z .
- Desviació estàndard i mitjana per estrat i global de la generació per càpita municipal S_h^X .
- Coeficient de variació de la generació per càpita municipal per estrat i global θ_h^X .
- En general, un pes per estrat W_h a definir durant la Fase 2.

f per

Tamany mostral de municipis: n (Unitats Primàries, UP's) (resultat de la Fase 2), amb n_h municipis per estrat. Tamany poblacional de municipis (unitats municipals): $N = 1044$ (conegut, si s'usa representació per districtes dels municipis grans) o $N=946$ si s'uessin municipis (descartat en la Fase 1). Població total en 2007 (sense correcció ETCA): $P=7210508$.

El tamany mostral d'unitats primàries (UPs) n a determinar haurà de repartir-se entre els diferents estrats. Hi ha diverses estratègies de repartiment:

- Proporcional al tamany de l'estrat en termes d'unitats primàries: $n_h = n N_h / N$
- Proporcional a la generació total de residus de l'estrat: $n_h = n M_h / M$
- Proporcional a la població total de l'estrat: $n_h = n P_h / P$
- Òptima en relació a la variança de la generació total de residus municipal per estrat: $n_h = n N_h S_h^Z / \sum_l N_l S_l^Z$ on S_h^Z és la desviació tipus de la variable Z (generació total municipal). **Descartat després de prospecció inicial.**
- Òptima en relació a la variança de la generació total per càpita de residus municipal per estrat: $n_h = n N_h S_h^X / \sum_l N_l S_l^X$ on S_h^X és la desviació tipus de la variable X (generació total per càpita diària municipal).
- Òptima en relació al coeficient de variació de la generació total de residus municipal per estrat: $n_h = n N_h \theta_h^Z / \sum_l N_l \theta_l^Z$ on θ_h^Z és el coeficient de variació de la variable Z (generació total municipal) dins l'estrat. **Descartat després de prospecció inicial.**
- **Òptima en relació al coeficient de variació de la generació total de residus per càpita municipal per estrat: $n_h = n N_h \theta_h^X / \sum_l N_l \theta_l^X$ on θ_h^X és el coeficient de variació de la variable X (generació total per càpita municipal) dins l'estrat.**
- **Òptima en relació al coeficient de variació de la generació total de residus per càpita municipal per estrat i la població: $n_h = n P_h \theta_h^X / \sum_l P_l \theta_l^X$ on θ_h^X és el coeficient de variació de la variable X (generació total per càpita municipal) dins l'estrat.**

- Òptima en relació al coeficient de variació de la generació total de residus de fracció resta per càpita municipal per estrat: $n_h = n M_h^{FR} \theta_h^Z / \sum_l M_l^{FR} \theta_l^Z$ on θ_h^Z és el coeficient de variació de la variable Z (generació total municipal) dins l'estrat. **Descartat després de prospecció inicial.**

El sentit comú indica que a major desviació tipus de la generació municipal total (per càpita) en un estrat més esforços cal efectuar assignant més UPs a l'estrat per tal d'assolir globalment un error absolut el més petit possible. De la mateixa manera, a major coeficient de variació de la generació municipal total (per càpita) en un estrat més esforços cal efectuar per tal d'assolir globalment un error relatiu el més petit possible.

El procediment d'assignació d'unitats de mostreig a un estrat, tot considerant un Pla de Mostreig simplificat global ASSR dins de cada estrat, per tal d'assolir un error relatiu E en tant per u a un nivell de confiança del 95% respon a fórmula per poblacions infinites:

$$n = \theta^2 1.96^2 / E^2 \quad \text{doncs} \quad E^2 = \frac{1.96^2 V(\bar{X})}{\bar{X}^2} = 1.96^2 \left(1 - \frac{n'}{N}\right) \frac{V(X)}{n' \bar{X}^2} = \theta^2 1.96^2 / n \quad \text{on } n \text{ seria el tamany mostral necessari si la població fós infinita, però no ho és en el nostre cas i resulta important fer la correcció a } n' = n / \left(1 + \frac{n}{N}\right) \text{ és l'efecte de població finita i el tamany mostral final és } n' \text{ en poblacions finites com el nostre cas.}$$

L'assignació òptima de les unitats municipals als diferents estrats segons criteri exemplificat de garantir el mínim coeficient de variació en els estimadors (**afavoreix la consecució del menor error relatiu**) seria:

1. Si cada estrat té un coeficient de variació diferent aleshores es pot calcular el coeficient de variació ponderat:
2. $\theta_*^X = \sum_l \frac{N_l}{N} \theta_l^X$
3. Aleshores s'usa aquest coeficient de variació per determinar el número d'UPS global si no hagués estratificació $n_* = \theta_*^2 1.96^2 / E^2$.
4. Es reparteix la mostra global d'unitats municipals segons repartiment òptim $n_h = n_* N_h \theta_h^X / \sum_l N_l \theta_l^X$, a continuació es quantifiquen els errors relatius dins de cada estrat segons el seu coeficient de variació específic, sigui n'_h .
5. Sigui k l'estrat amb màxim error relatiu i sigui n'_k / n_k el factor pel que caldria augmentar el tamany mostral de l'estrat per tal d'assolir un error relatiu dins l'estrat de E en tant per u, s'aplica aquest factor a tots els tamany mostrals de municipis per estrat i així es garanteix $n'_h = n_h n'_k / n_k$, un error relatiu global mínim (inferior a E per u) i un error relatiu per estrat inferior a la cota fixada E en tant per u.
6. Posteriorment cal traslladar tamany mostrals a correcció de població finita.

Estrat	<10%													
	Nh/N	Nh	θ_h^x	s_h^x	\bar{x}_h	nh	nh/n	nh/Nh	95%IC ERG <5%	95%IC ERh nh	both nh	both nh/n	both nh/Nh	ERh 95%IC
1	0,2366	247	0,2060	0,296	1,436	18,1	17%	7%	9,5%	8,6	18,1	11%	7%	6,8%
2	0,0929	97	0,2574	0,415	1,612	9,7	9%	10%	16,2%	12,2	12,2	7%	13%	10,0%
3	0,0546	57	0,4887	1,059	2,167	12,6	12%	22%	27,0%	26,7	26,7	16%	47%	10,0%
4	0,0239	25	0,4878	1,285	2,635	6,4	6%	26%	37,9%	16,7	16,7	10%	67%	10,0%
5	0,0738	77	0,2978	0,736	2,472	12,6	12%	16%	16,4%	15,0	15,0	9%	19%	10,0%
6	0,1858	194	0,2115	0,287	1,356	13,8	13%	7%	11,2%	9,0	13,8	8%	7%	8,0%
7	0,0536	56	0,2947	0,402	1,365	5,4	5%	10%	24,8%	13,8	13,8	8%	25%	10,0%
8	0,0421	44	0,3342	0,445	1,330	4,7	5%	11%	30,3%	15,3	15,3	9%	35%	10,0%
9	0,0805	84	0,2929	0,535	1,828	10,5	10%	12%	17,7%	14,9	14,9	9%	18%	10,0%
10	0,1466	153	0,2115	0,252	1,193	9,6	9%	6%	13,4%	8,9	9,6	6%	6%	9,6%
11	0,0096	10	0,4023	0,623	1,550	1,4	1%	14%	66,0%	7,7	7,7	5%	77%	10,0%
Total	1,0000	1044	0,3968	0,623	1,571	103,3	100%	-	4,9%	148,7	163,7	100%	-	3,0%

Figura 7. Taules dimensionament per assolir un error relatiu global del 5% al 95% IC i inferior al 10% per estrat al 95%IC

Es presenten les taules de dimensionament per assolir un error relatiu global del 5% al 95% (veure Figura 7) i del 10% al 95% de confiança (veure Figura 8) en cada situació sobre la variable *target* generació global per habitant i dia (kg) tot aproximant la selecció d'unitats primàries dins de cada estrat per un pla de mostreig intraestrat ASSR (Aleatori Simple Sense Repetició). Els tamanys per estrat per tal d'assolir un error relatiu per sota del 10% per estrat al 95% de confiança (veure Figura 7) s'indiquen addicionalment i del 20% al 95% IC, respectivament (veure Figura 8).

Evidentment la selecció de parangons ha de millorar els marges d'error ASSR en la vinantesa que fós possible determinar la generació total de residus en una unitat municipal sense cap marge d'error, com és el cas en la hipòtesi implícita pel càlculs dels errors estimats en les taules indicades. Ara bé, en general el que interessarà és fer l'estimació de la generació municipal per tipus de residus *j* i aquesta quantitat s'haurà d'estimar per mostreig.

Estrat	<20%													
	Nh/N	Nh	θ_h^x	s_h^x	\bar{x}_h	nh	nh/n	nh/Nh	95%IC ERG <10%	95%IC ERh nh	both nh	both nh/n	both nh/Nh	ERh 95%IC
1	0,2366	247	0,2060	0,296	1,436	4,6	17%	2%	18,6%	4,0	4,6	5%	2%	18,6%
2	0,0929	97	0,2574	0,415	1,612	2,5	9%	3%	31,3%	6,0	6,0	7%	6%	20,0%
3	0,0546	57	0,4887	1,059	2,167	3,6	13%	6%	48,6%	16,4	16,4	19%	29%	20,0%
4	0,0239	25	0,4878	1,285	2,635	1,9	7%	8%	66,4%	11,9	11,9	14%	48%	20,0%
5	0,0738	77	0,2978	0,736	2,472	3,5	13%	5%	30,5%	7,7	7,7	9%	10%	20,0%
6	0,1858	194	0,2115	0,287	1,356	3,5	13%	2%	21,9%	4,2	4,2	5%	2%	20,0%
7	0,0536	56	0,2947	0,402	1,365	1,4	5%	3%	47,9%	7,3	7,3	9%	13%	20,0%
8	0,0421	44	0,3342	0,445	1,330	1,2	4%	3%	58,4%	8,6	8,6	10%	20%	20,0%
9	0,0805	84	0,2929	0,535	1,828	2,8	10%	3%	33,7%	7,5	7,5	9%	9%	20,0%
10	0,1466	153	0,2115	0,252	1,193	2,4	9%	2%	26,3%	4,2	4,2	5%	3%	20,0%
11	0,0096	10	0,4023	0,623	1,550	0,4	1%	4%	124,4%	6,1	6,1	7%	61%	20,0%
Total	1,0000	1044	0,3968	0,623	1,571	27,6	100%	-	9,9%	83,8	84,4	100%	-	6,9%

Figura 8. Taula de dimensionament per assolir un error relatiu global del 10% al 95% IC i per estrat inferior al 20% al 95%IC

Estrat							Proporcional Nh				Proporcional Mh			
	Nh/N	Nh	θ_h^x	s_h^x	\bar{x}_h	nh òptim	nh	nh/n	nh/Nh	ERhiG 95%IC	nh	nh/n	nh/Nh	ERhiG 95%IC
1	0,2366	247	0,2060	0,296	1,436	18,1	24,7	24%	10%	7,7%	53,6	52%	22%	4,9%
2	0,0929	97	0,2574	0,415	1,612	9,7	9,7	9%	10%	15,4%	17,3	17%	18%	11,0%
3	0,0546	57	0,4887	1,059	2,167	12,6	5,7	6%	10%	38,1%	3,2	3%	6%	52,2%
4	0,0239	25	0,4878	1,285	2,635	6,4	2,5	2%	10%	57,4%	5,0	5%	20%	38,4%
5	0,0738	77	0,2978	0,736	2,472	12,6	7,7	7%	10%	20,0%	12,6	12%	16%	15,0%
6	0,1858	194	0,2115	0,287	1,356	13,8	19,4	19%	10%	8,9%	6,0	6%	3%	16,7%
7	0,0536	56	0,2947	0,402	1,365	5,4	5,6	5%	10%	23,2%	3,4	3%	6%	30,4%
8	0,0421	44	0,3342	0,445	1,330	4,7	4,4	4%	10%	29,6%	0,2	0%	0%	151,1%
9	0,0805	84	0,2929	0,535	1,828	10,5	8,4	8%	10%	18,8%	1,0	1%	1%	56,5%
10	0,1466	153	0,2115	0,252	1,193	9,6	15,3	15%	10%	10,1%	1,2	1%	1%	38,3%
11	0,0096	10	0,4023	0,623	1,550	1,4	1,0	1%	10%	74,7%	7,8	8%	78%	13,2%
Total	1,0000	1044	0,3968	0,623	1,571	103,3	103,4	100%	10%	5,7%	103,4	100%	10%	10,4%

Figura 9. Taules dimensionament proporcional a tamany constant 104. Errors relatius al 95% IC

Estrat							Proporcional Nh				Proporcional Mh			
	Nh/N	Nh	θ_h^x	s_h^x	\bar{x}_h	nh òptim	nh	nh/n	nh/Nh	ERhiG 95%IC	nh	nh/n	nh/Nh	ERhiG 95%IC
1	0,2366	247	0,2060	0,296	1,436	4,6	6,7	24%	3%	15,4%	14,9	54%	6%	10,1%
2	0,0929	97	0,2574	0,415	1,612	2,5	2,6	9%	3%	30,7%	4,6	17%	5%	22,9%
3	0,0546	57	0,4887	1,059	2,167	3,6	1,5	6%	3%	76,1%	0,8	3%	1%	108,5%
4	0,0239	25	0,4878	1,285	2,635	1,9	0,7	2%	3%	114,7%	1,4	5%	5%	79,8%
5	0,0738	77	0,2978	0,736	2,472	3,5	2,1	7%	3%	39,9%	3,3	12%	4%	31,2%
6	0,1858	194	0,2115	0,287	1,356	3,5	5,2	19%	3%	17,9%	1,4	5%	1%	34,7%
7	0,0536	56	0,2947	0,402	1,365	1,4	1,5	5%	3%	46,3%	0,8	3%	1%	63,1%
8	0,0421	44	0,3342	0,445	1,330	1,2	1,2	4%	3%	59,3%	0,0	0%	0%	314,1%
9	0,0805	84	0,2929	0,535	1,828	2,8	2,3	8%	3%	37,6%	0,2	1%	0%	117,4%
10	0,1466	153	0,2115	0,252	1,193	2,4	4,1	15%	3%	20,1%	0,3	1%	0%	79,6%
11	0,0096	10	0,4023	0,623	1,550	0,4	0,3	1%	3%	149,5%	4,5	16%	45%	27,4%
Total	1,0000	1044	0,3968	0,623	1,571	27,6	27,9	100%	3%	11,4%	27,8	100%	3%	21,5%

Figura 10. Taules dimensionament proporcional a tamany constant 28. Errors relatius al 95% IC

Les taules de la Figura 9 i la Figura 10 mostren els errors per estrat i global que s'assolirien si el repartiment d'unitats primàries s'efectués proporcional al tamany (en termes de municipis i en termes de generació total de brossa diària) a tamany mostral total controlat a 104 i 28 respectivament, que són les xifres d'unitats primàries necessàries inicialment per tal d'assolir globalment els errors finals relatius del 5% i del 10%. En tots dos casos s'aprecia que els errors globals són més grans que els obtinguts amb el criteri d'optimalitat de Neymann.

S'estima una mostra total de kg de residus (US) de $m = nx4000K=4000Kn$, on K es el número de camions diaris pel servei de recollida no selectiva d'un municipi, sobre un total poblacional de residus en 2007 de $M=11223422$ kg/dia (Fracció Resta 7828097 kg/dia). Seria per tant una presa de mostres en n municipis a K camions on es caracteritza 250 kg dels 4000 kg que en terme mig sol transportar un camió de recollida.

L'error intrínsec a la caracterització recomenada per l'experiència dels professionals del sector: 250kg per camió (4000kg) no es té en compta com una etapa addicional en la Pla de Mostreig i per tant es considera un error nul en la caracterització implícita a efectuar. El problema addicional és que es desconeix en el moment de fer la presa de mostres quina és la generació de Fracció Resta del municipi a 2009 i seria d'interès poder treballar amb estimadors locals a la presa de mostres (estimadors per quocient).

Un cop decidit el tamany d'UPs, ja es podran fixar diferents percentatges sobre la Fracció Resta de les UPs triades i determinar el tamany final de la mostra en termes de nombre de caracteritzacions. La Figura 11 mostra les característiques resumides dels estrats en termes d'unitats primèries, secundàries, població i valors del target emprat pel dimensionament: generació diària per persona.

Estrat	Nh/N	Nh	θ_h^x	\bar{x}_h	θ_h^x ETC A	\bar{x}_h ETC A	MFRh	MFRh / Mh	Mh	Mh/ M	PhE	PhE /PE	Ph	Ph/P
1	0,2366	247	0,2060	1,436	0,174	1,482	3210826	0,677	4740809	0,422	3369941	0,454	3430540	0,476
2	0,0929	97	0,2574	1,612	0,234	1,621	995719	0,683	1457501	0,130	904277	0,122	917980	0,127
3	0,0546	57	0,4887	2,167	0,327	1,792	155512	0,667	233076	0,021	113352	0,015	71389	0,010
4	0,0239	25	0,4878	2,635	0,495	2,027	316985	0,737	430143	0,038	251493	0,034	143849	0,020
5	0,0738	77	0,2978	2,472	0,310	2,193	828281	0,793	1045041	0,093	581080	0,078	439050	0,061
6	0,1858	194	0,2115	1,356	0,210	1,356	322761	0,754	428251	0,038	312013	0,042	313428	0,043
7	0,0536	56	0,2947	1,365	0,294	1,352	184939	0,738	250685	0,022	180896	0,024	180041	0,025
8	0,0421	44	0,3342	1,330	0,334	1,330	8750	0,672	13019	0,001	10301	0,001	10301	0,001
9	0,0805	84	0,2929	1,828	0,300	1,791	52514	0,734	71583	0,006	41241	0,006	38857	0,005
10	0,1466	153	0,2115	1,193	0,213	1,188	61809	0,762	81106	0,007	70250	0,009	69963	0,010
11	0,0096	10	0,4023	1,550	0,324	1,520	1690002	0,684	2472208	0,220	1595110	0,215	1595110	0,221
Total	1,0000	1044	0,3968	1,571	0,324	1,523	7828097	0,697	11223422	1,000	7429955	1,000	7210508	1,000

Figura 11. Característiques dels estrats: unitats municipals, generació diària total, població, població ETCA

A totes, totes no poden malaguanyar-se massa caracteritzacions en unitats primàries d'estrats que representen una mínima població de Catalunya, malgrat l'error relatiu estimat per aquell estrat sigui molt superior a les cotes raonablement admisisibles: les caracteritzacions del present treball de camps són molt costoses.

2.3 Pla de Mostreig: dimensionament final

En l'apartat anterior es presenta el dimensionament aproximat d'unitats primàries (suposant ASSR i omisió d'error de mostreig de segon nivell) segons diversos criteris.

Són descartables criteris basats en optimització del coeficient de variació de la generació municipal diària per l'alt coeficient de variació que presenta i per tant la mala disposició inicial de la variable com a target de dimensionament. Són descartables inicialment els criteris proporcionals per tamany d'unitats municipals o generació de bossa o població.

Es dimensiona per assolir a un nivell de confiança del 95% en l'estimació del **target generació diària per persona** i s'han mostrat les taules per tal d'assolir:

- Un error global relatiu inferior al 5% i inferior al 10% per estrat. Calen 161 UPs. S'observen unes taxes inacceptables de mostreig en els estrats 3 i 4 (sector turístic).
- Un error global relatiu inferior al 10% i inferior al 20% per estrat. Calen 85 UPs i amb un factor de mostreig d'unitat secundàries (kg de fracció resta diària) del 10%, això condueix a requerir de 105 caracteritzacions segons la tria de parangons. Es segueix observant taxes de mostreig inacceptables en els estrats 3 i 4.

ARC i l'Agència d'Ecologia han determinat amb els ordres de magnitud presentats el nombre de caracteritzacions que es poden realitzar segons el pressupost **disponible i estaria al voltant de les 200**.

En el present apartat es presenten les taules d'errors per la repartició del pressupost en UPs i les conseqüents caracteritzacions (USs) segons el criteri combinat d'assignació òptima i d'error relatiu global per sota ERG% (a decidir entre 5 i 10%), amb errors relatius per estrat per sota ERH% (a fixar) i una taxa de mostreig d'unitats secundàries (kg de fracció resta diària) de mínim BETA% (a fixar segons les xifres del present apartat) (múltiples del nb de camions-circuits). **Tot al 95% de nivell de confiança.**

2.3.1 Nivell de confiança del 95% - ERG – 5% i ERH del 10%

Nivell de confiança del 95% - ERG – 5% i ERH del 10% sempre que la taxa de mostreig a l'estrat no superi el 25% (és a dir que una quarta part de les unitats municipals haguessin d'entrar a la mostra). La darrera restricció afecta als estrats 3, 4, 7, 8 i 9. El cas de Barcelona ciutat es tractaria a part.

Estrat	<10% 95%IC 95%IC both													Aproximacions sense parangons suficients			
	Nh/N	Nh	θ_h^x	Mh	Mh/M	nh	nh/n	ERG <5%	ERh target	nh	nh/n	Nh /N	Par	10% US		Mh a mostra	Mih/M a mostra
1	0,2366	247	0,2060	4740809	0,422	17,4	17%	9,3%	10,0%	17,4	11%	7%	13	15	10%	161803	12,6%
2	0,0929	97	0,2574	1457501	0,130	9,3	9%	15,7%	10,0%	20,2	13%	21%	10	10	7%	89701	7,0%
3	0,0546	57	0,4887	233076	0,021	12,1	12%	24,4%	25,0%	12,1	8%	21%	11	11	7%	19163	1,5%
4	0,0239	25	0,4878	430143	0,038	6,2	6%	33,4%	25,0%	9,2	6%	37%	11	11	7%	60395	4,7%
5	0,0738	77	0,2978	1045041	0,093	12,2	12%	15,3%	10,0%	23,6	15%	31%	9	11	7%	109546	8,6%
6	0,1858	194	0,2115	428251	0,038	13,2	13%	11,0%	10,0%	15,8	10%	8%	12	12	8%	8989	0,7%
7	0,0536	56	0,2947	250685	0,022	5,2	5%	24,1%	15,0%	11,7	8%	21%	9	9	6%	25166	2,0%
8	0,0421	44	0,3342	13019	0,001	4,5	5%	29,3%	20,0%	8,6	6%	20%	11	9	6%	1055	0,1%
9	0,0805	84	0,2929	71583	0,006	10,1	10%	16,9%	15,0%	12,5	8%	15%	11	11	7%	2375	0,2%
10	0,1466	153	0,2115	81106	0,007	9,3	9%	13,2%	10,0%	15,5	10%	10%	9	9	6%	1146	0,1%
11	0,0096	10	0,4023	2472208	0,220	1,4	1%	62,5%	10,0%	8,6	6%	86%	10	41	28%	801389	62,6%
Total	1,0000	1044	0,3968	11223422	1,000	99,5	100%	4,9%	4,2%	155,2	100%	15%	116	149	100%	1280728	100%

Estrat	<10% 95%IC 95%IC both													10% US		MFRh a mostra	MFRh/MF R a mostra
	Nh	θ_h^x	Mh	Mh/M	nh	nh/n	ERG <5%	ERh target	nh	nh/n	Nh /N	Par					
1	247	0,2060	4740809	0,422	17,4	17%	9,3%	10,0%	17,4	11%	7%	18	20	10%	384537	14%	
2	97	0,2574	1457501	0,130	9,3	9%	15,7%	10,0%	20,2	13%	21%	21	21	11%	250962	9%	
3	57	0,4887	233076	0,021	12,1	12%	24,4%	25,0%	12,1	8%	21%	13	13	7%	19149	1%	
4	25	0,4878	430143	0,038	6,2	6%	33,4%	25,0%	9,2	6%	37%	10	10	5%	103484	4%	
5	77	0,2978	1045041	0,093	12,2	12%	15,3%	10,0%	23,6	15%	31%	24	28	14%	390949	14%	
6	194	0,2115	428251	0,038	13,2	13%	11,0%	10,0%	15,8	10%	8%	16	16	8%	23504	1%	
7	56	0,2947	250685	0,022	5,2	5%	24,1%	15,0%	11,7	8%	21%	12	12	6%	58684	2%	
8	44	0,3342	13019	0,001	4,5	5%	29,3%	20,0%	8,6	6%	20%	9	9	5%	2145	0%	
9	84	0,2929	71583	0,006	10,1	10%	16,9%	15,0%	12,5	8%	15%	13	13	7%	10900	0%	
10	153	0,2115	81106	0,007	9,3	9%	13,2%	10,0%	15,5	10%	10%	16	16	8%	6518	0%	
11	10	0,4023	2472208	0,220	1,4	1%	62,5%	10,0%	8,6	6%	86%	9	41	21%	1500902	55%	
Total	1044	0,3968	11223422	1,000	99,5	100%	4,9%	4,2%	155,2	100%	15%	161	199	100%	2751734	100%	

Figura 12. Taula dimensionament per assolir un error relatiu global del 5% al 95% IC i inferior al 10% al 95%IC per estrat sempre que la taxa de mostreig en UPs per estrat no superi el 25% . Factor de mostreig secundari 10%

Estrat	<10% 95%IC 95%IC both											Parangons Insuficients					
	Nh/N	Nh	θ_h^x	Mh	Mh/M	nh	nh/n	ERG <5%	ERh target	nh	nh/n	Nh/N	Par	20% US		Mh a mostra	Mih/M a mostra
1	0,2366	247	0,2060	4740809	0,422	17,4	17%	9,3%	10,0%	17,4	11%	7%	13	23	11%	161803	12,6%
2	0,0929	97	0,2574	1457501	0,130	9,3	9%	15,7%	10,0%	20,2	13%	21%	10	14	7%	89701	7,0%
3	0,0546	57	0,4887	233076	0,021	12,1	12%	24,4%	25,0%	12,1	8%	21%	11	12	6%	19163	1,5%
4	0,0239	25	0,4878	430143	0,038	6,2	6%	33,4%	25,0%	9,2	6%	37%	11	14	7%	60395	4,7%
5	0,0738	77	0,2978	1045041	0,093	12,2	12%	15,3%	10,0%	23,6	15%	31%	9	16	8%	109546	8,6%
6	0,1858	194	0,2115	428251	0,038	13,2	13%	11,0%	10,0%	15,8	10%	8%	12	12	6%	8989	0,7%
7	0,0536	56	0,2947	250685	0,022	5,2	5%	24,1%	15,0%	11,7	8%	21%	9	10	5%	25166	2,0%
8	0,0421	44	0,3342	13019	0,001	4,5	5%	29,3%	20,0%	8,6	6%	20%	11	9	4%	1055	0,1%
9	0,0805	84	0,2929	71583	0,006	10,1	10%	16,9%	15,0%	12,5	8%	15%	11	11	5%	2375	0,2%
10	0,1466	153	0,2115	81106	0,007	9,3	9%	13,2%	10,0%	15,5	10%	10%	9	9	4%	1146	0,1%
11	0,0096	10	0,4023	2472208	0,220	1,4	1%	62,5%	10,0%	8,6	6%	86%	10	78	38%	801389	62,6%
Total	1,0000	1044	0,3968	11223422	1,000	99,5	100%	4,9%	4,2%	155,2	100%	15%	116	208	100%	1280728	100%

Estrat	<10% 95%IC 95%IC both											MFRh a mostra					
	Nh	θ_h^x	Mh	Mh/M	nh	nh/n	ERG <5%	ERh target	nh	nh/n	Nh/N	Par	20% US		MFRh a mostra	MFRh/MF R a mostra	
1	247	0,2060	4740809	0,422	17,4	17%	9,3%	10,0%	17,4	11%	7%	18	29	11%	384537	14%	
2	97	0,2574	1457501	0,130	9,3	9%	15,7%	10,0%	20,2	13%	21%	21	26	10%	250962	9%	
3	57	0,4887	233076	0,021	12,1	12%	24,4%	25,0%	12,1	8%	21%	13	13	5%	19149	1%	
4	25	0,4878	430143	0,038	6,2	6%	33,4%	25,0%	9,2	6%	37%	10	13	5%	103484	4%	
5	77	0,2978	1045041	0,093	12,2	12%	15,3%	10,0%	23,6	15%	31%	24	35	13%	390949	14%	
6	194	0,2115	428251	0,038	13,2	13%	11,0%	10,0%	15,8	10%	8%	16	16	6%	23504	1%	
7	56	0,2947	250685	0,022	5,2	5%	24,1%	15,0%	11,7	8%	21%	12	13	5%	58684	2%	
8	44	0,3342	13019	0,001	4,5	5%	29,3%	20,0%	8,6	6%	20%	9	9	3%	2145	0%	
9	84	0,2929	71583	0,006	10,1	10%	16,9%	15,0%	12,5	8%	15%	13	13	5%	10900	0%	
10	153	0,2115	81106	0,007	9,3	9%	13,2%	10,0%	15,5	10%	10%	16	16	6%	6518	0%	
11	10	0,4023	2472208	0,220	1,4	1%	62,5%	10,0%	8,6	6%	86%	9	78	30%	1500902	55%	
Total	1044	0,3968	11223422	1,000	99,5	100%	4,9%	4,2%	155,2	100%	15%	161	261	100%	2751734	100%	

Figura 13. Taules dimensionament per assolir un error relatiu global del 5% al 95% IC i inferior al 10% al 95%IC per estrat sempre que la taxa de mostreig en UPs per estrat no superi el 25% . Factor de mostreig secundari 20%

S'observa que la Figura 13 amb taxa de mostreig secundari del 20% implica un increment del nombre de caracteritzacions que supera les 260, clarament fora del pressupost de l'Agència de Residus, per tant, NO són assolibles les cotes d'error fixades amb el pressupost si es desitja un mostreig més exhaustiu de les unitats primàries seleccionades a la mostra. Com exercici s'il·lustra l'impacte a nivell municipal de l'exhaustivitat del mostreig per diferents proporcions target de residus municipals (veure Figura 15).

Figura 14. Cotes d'error relatiu al 95% per l'estimació proporcions municipals si Factor Mostreig secundari 10%

10%		Proporció target del residu a nivell municipal: promitjos per estrat									
Estrat	Nh/N	Nh	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%
1	0,2366	247	21,2%	9,3%	6,4%	5,1%	4,3%	3,7%	3,3%	2,6%	2,1%
2	0,0929	97	19,8%	8,7%	6,0%	4,7%	4,0%	3,5%	3,0%	2,4%	2,0%
3	0,0546	57	49,8%	21,8%	15,0%	11,9%	10,0%	8,7%	7,6%	6,1%	5,0%
4	0,0239	25	35,2%	15,4%	10,6%	8,4%	7,1%	6,1%	5,4%	4,3%	3,5%
5	0,0738	77	28,0%	12,3%	8,5%	6,7%	5,6%	4,9%	4,3%	3,4%	2,8%
6	0,1858	194	42,5%	18,6%	12,8%	10,2%	8,5%	7,4%	6,5%	5,2%	4,3%
7	0,0536	56	32,8%	14,4%	9,9%	7,8%	6,6%	5,7%	5,0%	4,0%	3,3%
8	0,0421	44	97,6%	42,8%	29,4%	23,3%	19,6%	17,0%	15,0%	12,0%	9,8%
9	0,0805	84	66,3%	29,1%	20,0%	15,9%	13,3%	11,5%	10,2%	8,2%	6,7%
10	0,1466	153	77,8%	34,1%	23,5%	18,6%	15,6%	13,5%	11,9%	9,6%	7,8%
11	0,0096	10	20,0%	8,8%	6,0%	4,8%	4,0%	3,5%	3,1%	2,5%	2,0%
Total	1,0000	1044	41,7%	18,3%	12,6%	10,0%	8,4%	7,3%	6,4%	5,1%	4,2%

Figura 15. Cotes d'error relatiu al 95% per l'estimació proporcions municipals si Factor Mostreig secundari 20%

20%		Proporció target del residu a nivell municipal: promitjos per estrat									
Estrat	Nh/N	Nh	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%
1	0,2366	247	20,0%	8,7%	6,0%	4,8%	4,0%	3,5%	3,1%	2,5%	2,0%
2	0,0929	97	18,7%	8,2%	5,6%	4,5%	3,8%	3,3%	2,9%	2,3%	1,9%
3	0,0546	57	47,0%	20,6%	14,2%	11,2%	9,4%	8,2%	7,2%	5,8%	4,7%
4	0,0239	25	33,2%	14,5%	10,0%	7,9%	6,7%	5,8%	5,1%	4,1%	3,3%
5	0,0738	77	26,4%	11,6%	8,0%	6,3%	5,3%	4,6%	4,1%	3,3%	2,7%
6	0,1858	194	40,1%	17,6%	12,1%	9,6%	8,1%	7,0%	6,2%	4,9%	4,0%
7	0,0536	56	30,9%	13,5%	9,3%	7,4%	6,2%	5,4%	4,7%	3,8%	3,1%
8	0,0421	44	92,0%	40,3%	27,7%	22,0%	18,5%	16,0%	14,1%	11,3%	9,2%
9	0,0805	84	62,5%	27,4%	18,9%	15,0%	12,6%	10,9%	9,6%	7,7%	6,3%
10	0,1466	153	73,3%	32,1%	22,1%	17,5%	14,7%	12,8%	11,3%	9,0%	7,4%
11	0,0096	10	18,9%	8,3%	5,7%	4,5%	3,8%	3,3%	2,9%	2,3%	1,9%
Total	1,0000	1044	39,3%	17,2%	11,8%	9,4%	7,9%	6,8%	6,0%	4,8%	3,9%

2.3.2 Nivell de confiança del 95% - ERG – 10% i ERH del 20%

Nivell de confiança del 95% - ERG – 10% i ERH del 20% sempre que la taxa de mostreig a l'estrat no superi el 25% (és a dir que una quarta part de les unitats municipals haguessin d'entrar a la mostra). La darrera restricció afecta als estrats 3, 4, 7, 8 i 9.

Estrat	Nh	θ_h^x	s_h^x	\bar{x}_h	nh	nh/n	nh/Nh	<20%					
								ERG <10%	ERh nh	95%IC	95%IC both	ERh 95%IC	

1	247	0,2060	0,296	1,436	4,6	17%	2%	18,6%	4,0	4,6	6%	2%	18,6%
2	97	0,2574	0,415	1,612	2,5	9%	3%	31,3%	6,0	6,0	8%	6%	20,0%
3	57	0,4887	1,059	2,167	3,6	13%	6%	48,6%	11,7	11,7	16%	20%	25,0%
4	25	0,4878	1,285	2,635	1,9	7%	8%	66,4%	5,7	5,7	8%	23%	35,0%
5	77	0,2978	0,736	2,472	3,5	13%	5%	30,5%	7,7	7,7	10%	10%	20,0%
6	194	0,2115	0,287	1,356	3,5	13%	2%	21,9%	4,2	4,2	6%	2%	20,0%
7	56	0,2947	0,402	1,365	1,4	5%	3%	47,9%	7,3	7,3	10%	13%	20,0%
8	44	0,3342	0,445	1,330	1,2	4%	3%	58,4%	8,6	8,6	12%	20%	20,0%
9	84	0,2929	0,535	1,828	2,8	10%	3%	33,7%	7,5	7,5	10%	9%	20,0%
10	153	0,2115	0,252	1,193	2,4	9%	2%	26,3%	4,2	4,2	6%	3%	20,0%
11	10	0,4023	0,623	1,550	0,4	1%	4%	124,4%	6,1	6,1	8%	61%	20,0%
Total	1044	0,3968	0,623	1,571	27,6	100%	-	9,9%	72,9	73,5	100%	7%	7,1%

Figura 16. Taula de dimensionament per assolir un error relatiu global del 10% al 95% IC i per estrat inferior al 20% al 95%IC sempre que la taxa de mostreig a l'estrat no superi el 25%

Estrat	Nh	θ_h^x	Mh	Mh/M	<20%			ERG <10%	ERh target	95%IC		Nh/N	Par	10% US	MFRh a mostra	MFRh/MFR a mostra
					95%IC	95%IC	both									
1	247	0,2060	4740809	0,422	17,4	17%	18,6%	4,0	4,6	6%	2%	5	6	6%	144549	8%
2	97	0,2574	1457501	0,130	9,3	9%	31,3%	6,0	6,0	8%	6%	6	6	6%	113977	6%
3	57	0,4887	233076	0,021	12,1	12%	48,6%	11,7	11,7	16%	20%	12	12	11%	16887	1%
4	25	0,4878	430143	0,038	6,2	6%	66,4%	5,7	5,7	8%	23%	6	6	6%	54877	3%
5	77	0,2978	1045041	0,093	12,2	12%	30,5%	7,7	7,7	10%	10%	8	8	7%	140116	8%
6	194	0,2115	428251	0,038	13,2	13%	21,9%	4,2	4,2	6%	2%	5	5	5%	7893	0%
7	56	0,2947	250685	0,022	5,2	5%	47,9%	7,3	7,3	10%	13%	8	8	7%	50512	3%
8	44	0,3342	13019	0,001	4,5	5%	58,4%	8,6	8,6	12%	20%	9	9	8%	2145	0%
9	84	0,2929	71583	0,006	10,1	10%	33,7%	7,5	7,5	10%	9%	8	8	7%	3379	0%
10	153	0,2115	81106	0,007	9,3	9%	26,3%	4,2	4,2	6%	3%	5	5	5%	1584	0%
11	10	0,4023	2472208	0,220	1,4	1%	124,4%	6,1	6,1	8%	61%	7	34	32%	1233265	70%
Total	1044	0,3968	11223422	1,000	99,5	100%	9,9%	72,9	73,5	100%	7%	79	107	100%	1769184	100%

Figura 17. Taula de dimensionament per taxa de mostreig d'unitats secundàries del 10% amb un error relatiu global del 10% al 95% IC i per estrat inferior al 20% al 95%IC sempre que la taxa de mostreig a l'estrat no superi el 25%

Estrat	Nh	θ_h^x	Mh	Mh/M	<20%			ERG <10%	ERh target	95%IC		Nh/N	Par	20% US	MFRh a mostra	MFRh/MFR a mostra
					95%IC	95%IC	both									
1	247	0,2060	4740809	0,422	17,4	17%	18,6%	4,0	4,6	6%	2%	5	10	6%	144549	8%
2	97	0,2574	1457501	0,130	9,3	9%	31,3%	6,0	6,0	8%	6%	6	9	8%	113977	6%
3	57	0,4887	233076	0,021	12,1	12%	48,6%	11,7	11,7	16%	20%	12	12	15%	16887	1%
4	25	0,4878	430143	0,038	6,2	6%	66,4%	5,7	5,7	8%	23%	6	8	8%	54877	3%
5	77	0,2978	1045041	0,093	12,2	12%	30,5%	7,7	7,7	10%	10%	8	11	10%	140116	8%
6	194	0,2115	428251	0,038	13,2	13%	21,9%	4,2	4,2	6%	2%	5	5	6%	7893	0%
7	56	0,2947	250685	0,022	5,2	5%	47,9%	7,3	7,3	10%	13%	8	9	10%	50512	3%
8	44	0,3342	13019	0,001	4,5	5%	58,4%	8,6	8,6	12%	20%	9	9	11%	2145	0%
9	84	0,2929	71583	0,006	10,1	10%	33,7%	7,5	7,5	10%	9%	8	8	10%	3379	0%
10	153	0,2115	81106	0,007	9,3	9%	26,3%	4,2	4,2	6%	3%	5	5	6%	1584	0%

11	10	0,4023	2472208	0,220	1,4	1%	124,4%	6,1	6,1	8%	61%	7	64	9%	1233265	70%
Total	1044	0,3968	11223422	1,000	99,5	100%	9,9%	72,9	73,5	100%	7%	79	150	100%	1769184	100%

Figura 18. Taula de dimensionament per taxa de mostreig d'unitats secundàries del 20% amb un error relatiu global del 10% al 95% IC i per estrat inferior al 20% al 95%IC sempre que la taxa de mostreig a l'estrat no superi el 25%

Figura 19. Cotes d'error relatiu al 95% per l'estimació proporcions municipals si Factor Mostreig secundari 10%. Xifres idèntiques a quan ERG < 5%

10%	Proporció target del residu a nivell municipal: promitjos per estrat										
Estrat	Nh/N	Nh	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%
1	0,2366	247	21,2%	9,3%	6,4%	5,1%	4,3%	3,7%	3,3%	2,6%	2,1%
2	0,0929	97	19,8%	8,7%	6,0%	4,7%	4,0%	3,5%	3,0%	2,4%	2,0%
3	0,0546	57	49,8%	21,8%	15,0%	11,9%	10,0%	8,7%	7,6%	6,1%	5,0%
4	0,0239	25	35,2%	15,4%	10,6%	8,4%	7,1%	6,1%	5,4%	4,3%	3,5%
5	0,0738	77	28,0%	12,3%	8,5%	6,7%	5,6%	4,9%	4,3%	3,4%	2,8%
6	0,1858	194	42,5%	18,6%	12,8%	10,2%	8,5%	7,4%	6,5%	5,2%	4,3%
7	0,0536	56	32,8%	14,4%	9,9%	7,8%	6,6%	5,7%	5,0%	4,0%	3,3%
8	0,0421	44	97,6%	42,8%	29,4%	23,3%	19,6%	17,0%	15,0%	12,0%	9,8%
9	0,0805	84	66,3%	29,1%	20,0%	15,9%	13,3%	11,5%	10,2%	8,2%	6,7%
10	0,1466	153	77,8%	34,1%	23,5%	18,6%	15,6%	13,5%	11,9%	9,6%	7,8%
11	0,0096	10	20,0%	8,8%	6,0%	4,8%	4,0%	3,5%	3,1%	2,5%	2,0%
Total	1,0000	1044	41,7%	18,3%	12,6%	10,0%	8,4%	7,3%	6,4%	5,1%	4,2%

2.4 Conclusions

Després de presentar les taules als tècnics, es va acordar es podia assolir un error global del 5% en el target (generació diària per persona) amb el pressupost disponible i les estimacions del nombre de caracteritzacions en fixarse una taxa de mostreig en les unitats secundàries (sobre la fracció resta) en termes de camions-circuits del 10%, tret de Barcelona-ciutat que donada la densitat i per tal de no donar-li excessiu pes en les estimacions es considera una taxa de mostreig secundària del 5%. La repartició d'unitats primàries en els estrats s'ha consensuat sota el criteri combinat de optimalitat de Neymann sobre el target, sempre que la taxa de mostreig en termes de municipis resulti com a màxim del 25%. **Tot al 95% de nivell de confiança.**

La llista de parangons emprada pels càlculs estimatius són el resultat final detallat a la Figura 3 durant la reunió mantinguda a l'ARC el 21 de juliol del 2009.

El cas de Barcelona ciutat es tractarà en detall a part a part un cop coneguts les particularitats dels circuits de recollida a nivell de districte municipal.

Estrat	<10%											Par	10% US 5% BCN	MFRh a Mostra diària	MFRh/ MFR a mostra	
	Nh	θ_h^x	Mh	Mh/ M	nh	nh/n	ERG <5%	ERh target	nh	nh/n	Nh /N					
1	247	0,2060	4740809	0,422	17,4	17%	9,3%	10,0%	17,4	11%	7%	18	20	11%	458765	16.2%
2	97	0,2574	1457501	0,130	9,3	9%	15,7%	10,0%	20,2	13%	21%	21	21	12%	250962	8.9%
3	57	0,4887	233076	0,021	12,1	12%	24,4%	25,0%	12,1	8%	21%	13	13	7%	19149	0.7%
4	25	0,4878	430143	0,038	6,2	6%	33,4%	25,0%	9,2	6%	37%	10	10	6%	103484	3.7%
5	77	0,2978	1045041	0,093	12,2	12%	15,3%	10,0%	23,6	15%	31%	24	28	15%	390949	13.8%
6	194	0,2115	428251	0,038	13,2	13%	11,0%	10,0%	15,8	10%	8%	16	16	9%	23504	0.8%
7	56	0,2947	250685	0,022	5,2	5%	24,1%	15,0%	11,7	8%	21%	12	12	7%	58684	2.1%
8	44	0,3342	13019	0,001	4,5	5%	29,3%	20,0%	8,6	6%	20%	9	9	5%	2145	0.1%
9	84	0,2929	71583	0,006	10,1	10%	16,9%	15,0%	12,5	8%	15%	13	13	7%	10900	0.4%
10	153	0,2115	81106	0,007	9,3	9%	13,2%	10,0%	15,5	10%	10%	16	16	9%	6518	0.2%
11	10	0,4023	2472208	0,220	1,4	1%	62,5%	10,0%	8,6	6%	86%	9	23	13%	1500902	53.1%
Total	1044	0,3968	11223422	1,000	99,5	100%	4,9%	4,2%	155,2	100%	15%	161	181	100%	2825962	100%

Figura 20. Taula dimensionament per assolir un error relatiu global del 5% al 95% IC i inferior al 10% al 95%IC per estrat sempre que la taxa de mostreig en UPs per estrat no superi el 25% . Factor de mostreig secundari 10% (excepte Barcelona-ciutat 5%)

Les caracteritzacions han de satisfer quotes d'estacionalitat en 4 grups: estiu, hivern, entretemps primavera i entretemps tardor. S'ha emprat la quota global d'estacionalitat de Catalunya subministrada per l'ARC: sembla més adient emprar proporcionalitat que no pas distribució equiprobable a nivell d'estrat. No resulta factible considerar l'estacionalitat a nivell del municipis (UPs) doncs en molts casos només està fixada una caracterització per municipi.

Figura 21. Cotes d'error relatiu al 95% per l'estimació proporcions municipals si Factor Mostreig secundari 10% (excepte 5% a Barcelona – ciutat).

10% Proporció target del residu a nivell municipal: promitjos per estrat											
Estrat	Nh/N	Nh	1%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%
1	0,2366	247	20.4%	8.9%	6.2%	4.9%	4.1%	3.6%	3.1%	2.5%	2.1%
2	0,0929	97	19.8%	8.7%	6.0%	4.7%	4.0%	3.5%	3.0%	2.4%	2.0%
3	0,0546	57	49.8%	21.8%	15.0%	11.9%	10.0%	8.7%	7.6%	6.1%	5.0%
4	0,0239	25	35.2%	15.4%	10.6%	8.4%	7.1%	6.1%	5.4%	4.3%	3.5%
5	0,0738	77	28.0%	12.3%	8.5%	6.7%	5.6%	4.9%	4.3%	3.4%	2.8%
6	0,1858	194	42.5%	18.6%	12.8%	10.2%	8.5%	7.4%	6.5%	5.2%	4.3%
7	0,0536	56	32.8%	14.4%	9.9%	7.8%	6.6%	5.7%	5.0%	4.0%	3.3%
8	0,0421	44	97.6%	42.8%	29.4%	23.3%	19.6%	17.0%	15.0%	12.0%	9.8%
9	0,0805	84	66.3%	29.1%	20.0%	15.9%	13.3%	11.5%	10.2%	8.2%	6.7%
10	0,1466	153	77.8%	34.1%	23.5%	18.6%	15.6%	13.5%	11.9%	9.6%	7.8%
11	0,0096	10	20.5%	9.0%	6.2%	4.9%	4.1%	3.6%	3.2%	2.5%	2.0%
Total	1,0000	1044	41.6%	18.2%	12.5%	10.0%	8.4%	7.2%	6.4%	5.1%	4.2%

2.5 Parangons definitius i nb de caracteritzacions (unitats secundàries).

Codi MunDis	NomMun	Pob07ETC A	Pob0 7	f.RecSe l	TotRes07pDi a	Res07pHa b	US s	Estacionlait t	LabFCIK10	PAR ANG Ò
812500	MontcadiReixac	32111	32111	25-35%	41392.36	1.289	1	3-Ent1	UrbàActiu	1
820200	SantCeloni	15832	15992	15-25%	22776.22	1.424	1	3-Ent1	UrbàActiu	2
814700	OlesadeMontserrat	19586	22257	15-25%	30600.52	1.375	1	1-E	UrbàActiu	3
827905	TERRASSA	43106	43106	25-35%	49084.56	1.139	1	4-Ent2	UrbàActiu	4
830500	VilafrancadelPenedès	35556	36656	25-35%	59840.44	1.632	2	1E-1H	UrbàActiu	5
808600	FranquesedelVallès,les	15182	16325	25-35%	20363.18	1.247	1	3-Ent1	UrbàActiu	6
820004	SANTBOIDELLOBREGAT	15642	15642	15-25%	20922.42	1.338	1	2-H	UrbàActiu	7
818704	SABADELL	36726	36726	25-35%	54696.01	1.489	1	2-H	UrbàActiu	8
808900	Gavà	43338	44678	25-35%	67218.38	1.505	2	1E-1H	UrbàActiu	9
812101	MATARÓ	11027	11027	35+%	17183.40	1.558	1	4-Ent2	UrbàServeis	10
815800	BarberàdelVallès	29792	29208	25-35%	39910.41	1.366	1	2-H	UrbàActiu	11
811305	MANRESA	21331	21331	25-35%	28904.64	1.355	1	1-E	UrbàActiu	12
803300	CaldesdeMontbui	15351	16159	25-35%	24984.49	1.546	1	2-H	UrbàActiu	13
821100	SantFeliudelLlobregat	36778	42273	35+%	49781.23	1.178	1	4-Ent2	UrbàActiu	14
806700	LlinarsdelVallès	8324	8581	35+%	15483.15	1.804	1	1-E	UrbàActiu	15
822400	Valls	23709	23948	25-35%	35460.41	1.481	1	2-H	UrbàActiu	16
810600	Banyoles	17276	17451	25-35%	28450.77	1.630	1	1-E	UrbàActiu	17
4316100	Olot	31367	32337	25-35%	49620.36	1.534	1	1-E	UrbàActiu	18
811800	Masnou,el	19742	21935	25-35%	34790,16	1,586	1	2-H	UrbàServeis	1

4314806	TARRAGONA	23043	23043	15-25%	34603,42	1,502	1	1-E	UrbàServeis	2
821900	VilassardeMar	18099	19052	35+%	23017,21	1,208	1	2-H	UrbàServeis	3
821400	VilassardeDalt	7883	8476	35+%	14844,63	1,751	1	4-Ent2	UrbàServeis	4
2512006	LLEIDA	25599	25599	25-35%	35540,06	1,388	1	4-Ent2	UrbàServeis	5
808800	Garriga,la	13758	14183	25-35%	17944,58	1,265	1	3-Ent1	UrbàServeis	6
829800	Vic	40620	38321	35+%	59066,66	1,541	1	1-E	UrbàServeis	7
1723300	VilobíOnyar	2756	2756	35+%	3586,93	1,301	1	2-H	UrbàServeis	8
802900	CabreradeMar	4269	4269	25-35%	7076,25	1,658	1	1-E	UrbàServeis	9
1707903	GIRONA	35286	35286	35+%	49988,31	1,417	1	4-Ent2	UrbàServeis	10
824400	SantaColomadeCervelló	6457	7508	25-35%	11788,71	1,570	1	2-H	UrbàServeis	11
820700	SantEstevedePalautordera	2245	2245	15-25%	3895,26	1,735	1	3-Ent1	UrbàServeis	12
1716300	SantGregori	3006	3006	35+%	3943,53	1,312	1	1-E	UrbàServeis	13
800500	AmetlladelVallès,I	6945	7632	25-35%	10704,66	1,403	1	1-E	UrbàServeis	14
1707300	FornellsdeSelva	1971	1971	35+%	3045,37	1,545	1	2-H	UrbàServeis	15
2520300	SeudUrgell,la	12703	12703	35+%	18468,05	1,454	1	1-E	UrbàServeis	16
823800	SantQuirzedelVallès	16750	17819	25-35%	22924,49	1,287	1	2-H	UrbàServeis	17
828900	TorrellesdeLlobregat	4974	4974	35+%	5562,68	1,118	1	1-E	UrbàServeis	18
822100	SantJustDesvern	16161	15391	35+%	24211,04	1,573	1	3-Ent1	UrbàServeis	19
821000	SantFeliudeCodines	5495	5495	35+%	6587,48	1,199	1	4-Ent2	UrbàServeis	20
4304200	CastellvelldelCamp	2474	2474	35+%	3412,99	1,380	1	2-H	UrbàServeis	21
1717400	SantMiqueldeCampmajor	218	218	25-35%	353,95	1,624	1	2-H	TurCamping	1
1718400	SantaPau	1567	1567	15-25%	2057,89	1,313	1	1-E	TurCamping	2
1706500	Esponellà	441	441	25-35%	726,90	1,648	1	1-E	TurCamping	3
4317800	VinyolsielsArcs	1594	1594	35+%	3472,14	2,178	1	2-H	TurCamping	4
1709800	MaiàdeMontcal	378	378	25-35%	568,66	1,504	1	1-E	TurCamping	5
4311600	Prades	1012	649	15-25%	1370,36	2,111	1	2-H	TurCamping	6
1717100	SantLlorençdeMuga	215	215	15-25%	448,27	2,085	1	1-E	TurCamping	7
1710900	MontagutiOix	940	940	15-25%	1322,68	1,407	1	4-Ent2	TurCamping	8
2521500	Talarn	397	382	25-35%	517,51	1,355	1	4-Ent2	TurCamping	9
1717700	SantPaudeSegúries	749	681	25-35%	1232,68	1,810	1	3-Ent1	TurCamping	10
1712400	Pals	4445	2540	35+%	11807,15	4,648	1	3-Ent1	TurCamping	11
1722400	VilallongadeTer	551	459	15-25%	944,90	2,059	1	2-H	TurCamping	12
2520900	Sort	2988	2264	25-35%	3393,45	1,499	1	4-Ent2	TurCamping	13
1719700	Torrent	191	191	25-35%	506,25	2,651	1	1-E	TurHotel	1
2504300	ValldeBoi,la	1154	1049	15-25%	1847,12	1,761	1	2-H	TurHotel	2
811000	MalgratdeMar	23347	17822	25-35%	41370,58	2,321	1	3-Ent1	TurHotel	3

2518300	Rialp	874	662	25-35%	1479,62	2,235	1	4-Ent2	TurHotel	4
1711100	Navata	1023	1023	25-35%	1583,26	1,548	1	3-Ent1	TurHotel	5
803500	Calella	29215	18034	35+%	41561,62	2,305	1	4-Ent2	TurHotel	6
4317100	Vila-seca	27457	18678	35+%	45708,52	2,447	1	4-Ent2	TurHotel	7
4308800	MontbriódelCamp	2991	1917	35+%	3445,95	1,798	1	1-E	TurHotel	8
2502400	AltAneu	594	450	25-35%	578,00	1,284	1	1-E	TurHotel	9
1720200	TossadeMar	7361	5662	15-25%	21833,73	3,856	1	2-H	TurHotel	10
4315300	Torredembarra	18155	14524	15-25%	31828,44	2,191	1	3-Ent1	Rural2ResJoves	1
1701300	Begur	7151	4086	15-25%	13835,32	3,386	1	3-Ent1	Rural2ResJoves	2
807400	Cubelles	13539	12773	25-35%	26184,88	2,050	1	2-H	Rural2ResJoves	3
1709200	Llançà	9918	4862	25-35%	19415,53	3,993	1	1-E	Rural2ResJoves	4
1700400	Albons	625	625	15-25%	996,58	1,595	1	4-Ent2	Rural2ResJoves	5
1711800	Palamós	22098	17400	15-25%	39383,26	2,263	1	1-E	Rural2ResJoves	6
804200	CànovesiSamalús	2638	2638	<15%	4362,41	1,654	1	4-Ent2	Rural2ResJoves	7
1711700	Palafrugell	27621	21412	15-25%	47477,86	2,217	1	2-H	Rural2ResJoves	8
807000	Collsuspina	323	323	25-35%	611,10	1,892	1	1-E	Rural2ResJoves	9
4303600	CabradelCamp	1011	1011	15-25%	1892,55	1,872	1	4-Ent2	Rural2ResJoves	10
820300	SantCebriàdeVallalta	3075	3075	<15%	6407,45	2,084	1	2-H	Rural2ResJoves	11
829400	Vallgorguina	2522	2193	<15%	4260,41	1,943	1	4-Ent2	Rural2ResJoves	12
822200	SantLlorençdHortons	2219	2219	<15%	3963,86	1,786	1	2-H	Rural2ResJoves	13
1702300	Blanes	49878	38368	15-25%	69808,90	1,819	2	1E-1H	Rural2ResJoves	14
4301300	AmetlladeMar,I	8980	7071	<15%	14043,04	1,986	1	3-Ent1	Rural2ResJoves	15
1715200	Roses	35552	18139	15-25%	50300,30	2,773	2	1E-1H	Rural2ResJoves	16
1710300	MaçanetdeSelva	6254	6254	25-35%	17506,96	2,799	1	4-Ent2	Rural2ResJoves	17
802300	BiguesiRiells	7729	7807	35+%	16612,41	2,128	1	1-E	Rural2ResJoves	18
816300	PinedadeMar	29403	25568	25-35%	54296,60	2,124	2	1E-1H	Rural2ResJoves	19
4303800	Cambrils	42504	29112	35+%	70297,21	2,415	2	1E-1H	Rural2ResJoves	20
1714100	Puigcerdà	9844	8949	15-25%	17414,49	1,946	1	1-E	Rural2ResJoves	21
1714800	Riudarenes	1853	1853	15-25%	5011,51	2,705	1	3-Ent1	Rural2ResJoves	22
4312000	Querol	533	533	15-25%	1273,34	2,389	1	2-H	Rural2ResJoves	23
1709400	Llívia	1527	1388	15-25%	2880,11	2,075	1	3-Ent1	Rural2ResJoves	24
822700	SantMartíSarroca	2997	2997	15-25%	4437,34	1,481	1	1-E	UrbalIndustrialEnvellit	1
1720700	ValdenBas,la	2680	2680	15-25%	2296,96	0,857	1	2-H	UrbalIndustrialEnvellit	2
1721400	Vilabertran	844	844	15-25%	984,71	1,167	1	4-Ent2	UrbalIndustrialEnvellit	3
828700	Torrelavit	1275	1275	15-25%	1495,84	1,173	1	1-E	UrbalIndustrialEnvellit	4
817800	Rajadell	470	470	15-25%	604,55	1,286	1	2-H	UrbalIndustrialEnv	5

									ellit	
816400	PladelPenedès,el	891	891	15-25%	1542,82	1,732	1	4-Ent2	UrbalIndustrialEnv ellit	6
825400	SantaMariadeCorcó	2254	2254	35+%	2976,77	1,321	1	2-H	UrbalIndustrialEnv ellit	7
830400	VilobidelPenedès	1071	1071	15-25%	1329,37	1,241	1	1-E	UrbalIndustrialEnv ellit	8
170670 0	Flaça	1018	1018	25-35%	1502,58	1,476	1	2-H	UrbalIndustrialEnv ellit	9
430070 0	Aleixar,l	862	862	15-25%	1048,11	1,216	1	1-E	UrbalIndustrialEnv ellit	10
171660 0	SantJordiDesvalls	622	622	15-25%	708,63	1,139	1	3-Ent1	UrbalIndustrialEnv ellit	11
171900 0	Serinyà	1084	1084	15-25%	1738,16	1,603	1	1-E	UrbalIndustrialEnv ellit	12
813400	Figaró-Montmany	1009	1009	15-25%	1484,47	1,471	1	2-H	UrbalIndustrialEnv ellit	13
806400	Castellterçol	2238	2238	25-35%	4819,51	2,153	1	3-Ent1	UrbalIndustrialEnv ellit	14
171300 0	Pera,la	426	426	25-35%	574,49	1,349	1	3-Ent1	UrbalIndustrialEnv ellit	15
170560 0	CornellàdelTerri	2106	2106	25-35%	4266,96	2,026	1	4-Ent2	UrbalIndustrialEnv ellit	16
250340 0	ArtesadeSegre	4111	3737	<15%	5217,67	1,396	1	2-H	Agrilmm	1
431360 0	SantCarlesdelaRàpita	15403	14262	35+%	23280,82	1,632	1	2-H	Agrilmm	2
252200 0	Térmens	1489	1489	15-25%	1610,33	1,081	1	1-E	Agrilmm	3
439040 0	Aldea,l	3927	3927	<15%	5634,90	1,435	1	4-Ent2	Agrilmm	4
170250 0	Bordils	1625	1625	15-25%	1878,05	1,156	1	3-Ent1	Agrilmm	5
430670 0	Ginestar	1052	1052	35+%	1103,73	1,049	1	4-Ent2	Agrilmm	6
251710 0	PobladeSegur,la	3213	3089	25-35%	4076,30	1,320	1	1-E	Agrilmm	7
430140 0	Amposta	19607	19805	25-35%	31476,66	1,589	1	4-Ent2	Agrilmm	8
172160 0	Viladasens	200	200	25-35%	331,34	1,657	1	3-Ent1	Agrilmm	9
252230 0	Torà	1333	1333	35+%	1894,25	1,421	1	1-E	Agrilmm	10
430640 0	Gandesa	3101	3040	35+%	3297,23	1,085	1	3-Ent1	Agrilmm	11
431560 0	Ulldecona	6238	6566	25-35%	7373,07	1,123	1	2-H	Agrilmm	12
251360 0	Molsosa,la	128	128	15-25%	132,71	1,037	1	1-E	RuralTurisme	1
251500 0	Oliola	263	263	25-35%	164,96	0,627	1	4-Ent2	RuralTurisme	2
171700 0	VallfogonadeRipollès	219	219	25-35%	336,41	1,536	1	2-H	RuralTurisme	3
251610 0	ConcadeDalt	434	434	15-25%	523,75	1,207	1	4-Ent2	RuralTurisme	4
251460 0	Navès	274	274	15-25%	303,42	1,107	1	3-Ent1	RuralTurisme	5
431140 0	Porrera	477	477	25-35%	668,33	1,401	1	2-H	RuralTurisme	6
251290 0	Llobera	221	221	25-35%	241,95	1,095	1	3-Ent1	RuralTurisme	7
251660 0	Pinelldesolsonès	213	213	15-25%	210,74	0,989	1	2-H	RuralTurisme	8
251320 0	Massóteres	221	221	35+%	314,05	1,421	1	1-E	RuralTurisme	9
431150 0	PradelldeTeixeta	169	169	15-25%	320,99	1,899	1	3-Ent1	Rural2ResVells	1

170290	BoadellaiesEscaules	228	228	25-35%	399,84	1,754	1	2-H	Rural2ResVells	2
170410	Cantalops	295	295	15-25%	633,18	2,146	1	2-H	Rural2ResVells	3
170600	Darnius	537	537	15-25%	884,60	1,647	1	2-H	Rural2ResVells	4
170680	Foixà	324	324	15-25%	632,49	1,952	1	3-Ent1	Rural2ResVells	5
430170	Argentera,l	143	143	25-35%	211,07	1,476	1	4-Ent2	Rural2ResVells	6
252210	Tírvia	130	130	35+%	166,38	1,280	1	1-E	Rural2ResVells	7
170910	Llanars	569	569	25-35%	1100,96	1,935	1	1-E	Rural2ResVells	8
171260	Parlavà	380	380	25-35%	617,48	1,625	1	1-E	Rural2ResVells	9
430490	CornudelladeMontsant	1006	1006	35+%	1313,53	1,306	1	1-E	Rural2ResVells	10
170550	Colomers	203	203	25-35%	487,75	2,403	1	4-Ent2	Rural2ResVells	11
252340	Tremp	6263	6022	35+%	11448,82	1,901	1	4-Ent2	Rural2ResVells	12
250050	Alàsicerc	396	396	35+%	575,64	1,454	1	2-H	Rural2ResVells	13
430850	Molar,el	290	290	25-35%	376,63	1,299	1	2-H	RuralDeprimit	1
430350	Cabacés	343	343	25-35%	455,70	1,329	1	4-Ent2	RuralDeprimit	2
250790	Cubells	385	385	15-25%	458,16	1,190	1	2-H	RuralDeprimit	3
172030	Ultramort	196	196	15-25%	305,59	1,559	1	3-Ent1	RuralDeprimit	4
430620	Freginals	451	451	25-35%	506,08	1,122	1	2-H	RuralDeprimit	5
251140	Ivorra	147	147	35+%	208,90	1,421	1	4-Ent2	RuralDeprimit	6
822500	SantMartídalbars	113	113	15-25%	140,68	1,245	1	1-E	RuralDeprimit	7
251970	SantGuimdelaplana	185	185	35+%	262,90	1,421	1	2-H	RuralDeprimit	8
250350	SentiudeSió,la	507	507	15-25%	424,44	0,837	1	1-E	RuralDeprimit	9
250690	CastellódeFarfanya	579	579	15-25%	589,73	1,019	1	3-Ent1	RuralDeprimit	10
170850	Jafre	403	403	15-25%	381,67	0,947	1	1-E	RuralDeprimit	11
430990	Palmaebre,la	421	421	15-25%	729,32	1,732	1	2-H	RuralDeprimit	12
251150	IsonaiConcaDellà	1153	1153	15-25%	1391,45	1,207	1	4-Ent2	RuralDeprimit	13
252480	VilanovadeBellpuig	1119	1119	15-25%	1237,42	1,106	1	1-E	RuralDeprimit	14
251940	SantRamon	570	570	35+%	810,00	1,421	1	3-Ent1	RuralDeprimit	15
171060	MolletdePeralada	174	174	15-25%	320,33	1,841	1	1-E	RuralDeprimit	16
801902	BARCELONA	262469		25-35%	406792,07	1,550	4	1E-1H-2Ent	UrbàServeis	1
801906	BARCELONA	120177		25-35%	186258,38	1,550	2	1E-1H	UrbàServeis	2
801904	BARCELONA	81628		25-35%	126512,55	1,550	2	1E-1H	UrbàServeis	3
801907	BARCELONA	168541		25-35%	261216,15	1,550	3	1E-1H-1Ent1	UrbàServeis	4
801908	BARCELONA	164982		25-35%	255700,17	1,550	3	1E-1H-1Ent2	UrbàServeis	5
801909	BARCELONA	143148		25-35%	221860,37	1,550	2	1E-1H	UrbàServeis	6
801910	BARCELONA	223074		25-35%	345735,05	1,550	3	1E-1H-1Ent1	UrbàServeis	7

801905	BARCELONA	141091		25-35%	218672,30	1,550	2	1E-1H	UrbàServeis	8
801901	BARCELONA	111518		25-35%	172838,08	1,550	2	1E-1H	UrbàServeis	9
801903	BARCELONA	178482		25-35%	276623,38	1,550	0		UrbàServeis	10
							181			

Figura 22. Caracteritzacions i estacionalitat pels parangons finals

La mostra final conté 161 parangons dels quals 146 (un 91%) tenen assignada 1 única caracterització; 11 parangons en tenen associades 2 (un 7%), de 3 se'n prenen 3 (menys un 2%) i un residual d'un parangó (l'Eixample de Barcelona) on s'agafen 4 unitats secundàries.

Les quotes d'estacionalitat global extretes a partir dels totals de les plantes de Catalunya on es té informació sobre les mensualitats són:

Hivern	Estiu	Entretemps	
		Entretemps 1	Entretemps 2
136318.59	141095.29	70509.94	71113.05
32.53%	33.67%	16.83%	16.97%

La definició de les estacions rau en l'agrupació:

Hivern	Estiu	Entretemps	
		Entretemps 1	Entretemps 2
Desembre	Juny		
Gener	Juliol	Abril	Octubre
Febrer	Agost	Maig	Novembre
Març	Setembre		

Per objectius d'autocontrol i de reponderació posterior de les unitats mostrals municipals en estrats amb alta estacionalitat, s'ha decidit afegir una caracterització a cada període estacional a 2 municipis per estrat 3 i 4 (Turístic camping i Turístic Hotel, respectivament), un d'àmbit costa i un altre d'àmbit muntanya. Els candidats seleccionats per consens entre tots els tècnics involucrats en el projecte han estat:

Estrat 3: Pals i Prades. Tindran una caracterització a cada període estacional.

Estrat 4: Calella i Rialp. Tindran una caracterització a cada període estacional.

L'assignació de quotes d'estacionalitat equiprobables s'ha determinat aleatòriament forçant pseudoequilibri intern als estrats. Els resultats es mostren a continuació. La codificació indicada fa referència a 1-E per estiu, 2-H per hivern, 3-Ent1 per entretemps 1, 4-Ent2 per entretemps 2, 1E-1H una estiu i altra hivern (si 2 caracteritzacions), **1E-1H-1Ent (si 3 caracteritzacions)** i **1E-1H-2Ent (si 4 caracteritzacions)**.

Suma de c_i Caracteritz-10%US	Quota								
Estrat	1-E	1E-1H	1E-1H-2Ent	2-H	1E-1H-1Ent1	1E-1H-1Ent2	3-Ent1	4-Ent2	Total general
1	5	4		5			3	3	20
2	7			7			3	4	21
3	4			4			2	3	13
4	3			2			2	3	10
5	5	8		5			5	5	28
6	5			5			3	3	16
7	3			3			3	3	12
8	2			3			2	2	9
9	4			4			2	3	13
10	5			5			3	3	16
11		10	4		6	3			23
Total general	43	22	4	43	6	3	28	32	181

Figura 23. Distribució per quotes d'estacionalitat de les caracteritzacions

Estrat	Estiu	Hivern	Mig1	Mig2
1	7	7	3	3
2	7	7	3	4
3	4	4	2	3
4	3	2	2	3
5	9	9	5	5
6	5	5	3	3
7	3	3	3	3
8	2	3	2	2
9	4	4	2	3
10	5	5	3	3
11	9	9	3	2
Total general	58	58	31	34
Percentatge	32%	32%	17%	19%
Acumulat	32%	64%	81%	100.00%

3. FORMULACIÓ GENÈRICA DEL PROBLEMA

Siguin els successos definits a nivell municipal (subíndex i) de:

B Incidència de la Recollida Selectiva en el Total de Residus generats

A_j Residus de Tipologia $j=1, \dots, 10$. *Segons classificació definitiva.*

- | |
|----------------|
| 1 . PRSOrga |
| 2 . PRSVidre |
| 3 . PRSPaper |
| 4 . PRSEnvas |
| 5 . PRSVolum |
| 6 . PRSPoda |
| 7 . PRSPila |
| 8 . PRSMede |
| 9 . PRSTextil |
| 10 . PRSAltres |

La informació *a priori* coneguda a nivell municipal és:

$P(B)$ i $P(A_j/B)$, proporció de recollida selectiva (sobre el Total de Residus municipal) i la proporció del tipus de residu j condicionat a residu recollit selectivament.

Objectiu final de l'estudi: $P(A_j)$ determinar la composició per tipologia de residus del Total Generat a nivell de Catalunya, a nivell comarcal (subíndex c) i a nivell municipal (subíndex i).

D'aquí que a nivell municipal (sense subíndexs per legibilitat): $P(A_j) = P(A_j/B)P(B) + P(A_j/\bar{B})P(\bar{B})$, d'on es dedueix que les incògnites són $P(A_j/\bar{B})$ les composicions dels tipus de residus dins de la part del total de residus no recollit selectivament.

Si es disposés a nivell municipal de les $P(A_j/\bar{B})$, aleshores per enumeració simplement es pot calcular la composició (percentual i total) a nivell comarcal i per extensió a nivell de Catalunya.

Les $P(A_{ji}/\bar{B}_i)$ s'han d'estimar per mostreig, ara bé no és pot aplicar un mostreig que en alguna etapa contingui tots els municipis de Catalunya. L'objectiu ha estat en classificar els municipis d'acord a les característiques sociodemogràfiques (Classificació Sociodemogràfica), però també a les característiques de recollida selectiva (Classificació Mixta). El planteig dels estimadors és diferent segons la Classificació Final triada dons per cada classe g (sigui el conjunt d'unitats municipals de la classe o estrat g notat per K_g):

- **Classificació SocioDemogràfica** en 11 classes o estrats, per un estrat qualsevol g la proporció de generació en tipus j és homogènia pels municipis de l'estrat: $\forall i \in K_g P(A_{j|i} / \bar{B}_i) \neq P(A_j^g / \bar{B}_i)$ i $P(A_{j|i}) \cong P(A_j^g)$. **Classificació triada a Fase 1.**
- **Classificació Mixta:** SocioDemogràfica en 6 classes o estrats en Primera Etapa i refinament dins de cada classe en subclasses atenent a la tipologia de la recollida selectiva efectuada: $\forall i \in K_g P(A_{j|i} / \bar{B}_i) \cong P(A_j^g / \bar{B}_i)$.

3.1 Planteig dels Estimadors segons Classificació Sociodemogràfica

Les unitats mostrals finals estan referides a municipi i permeten extreure pels municipis triats (parangons, no és un mostreig aleatori) un estimador de la $\pi_{j|h}$ proporció de residus de tipus j en els municipis d'un estrat h , d'on sortiria l'estimador de la taxa de residus (generació per persona i dia) de tipus j per un municipi i de l'estrat h : $X_j^i = \frac{M_i}{P_i} \pi_{j|h}$.

$$X_j^i = \frac{M_i}{P_i} \pi_{j|h}$$

Ara bé per cada municipi i de la mostra, $\pi_{j|i} = (1 - \alpha_i) \pi_{j|i}^S + \alpha_i \pi_{j|i}^{NS}$ únicament cal estimar $\pi_{j|i}^{NS}$, és a dir la proporció de tipus j en la Fracció Resta del municipi i , construït la proporció de residus de tipus j en el municipi mostrejat i combinar les proporcions obtingudes en els municipis mostrejats de l'estrat h per obtenir una proporció de residus de tipus j per estrat h .

Aquesta proporció s'assimilarà per tots els municipis dins de l'estrat. A partir de la generació municipal es passaria de manera simple a comarcal i d'aquí a nacional.

Pas a pas:

1. Pels municipis mostrejats: $\pi_{j|i} = (1 - \alpha_i) \pi_{j|i}^S + \alpha_i \pi_{j|i}^{NS}$ i si l'estimador de $\pi_{j|i}^{NS}$ té variança estimada $\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS})$ (no posem fórmules s'assimilarà a ASSR) aleshores tindria una variança estimada de $\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) = \hat{V}((1 - \alpha_i) \pi_{j|i}^S + \alpha_i \hat{\pi}_{j|i}^{NS}) = \alpha_i^2 \hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS})$.

2. Després de construir els estimadors per cada classe o estrat aplicable a tots els municipis de l'estrat h i per tant, $\hat{\pi}_{j|h}$ amb $\hat{V}(\hat{\pi}_{j|h})$.

3. Després construir l'estimador combinat de tots els estrats de la proporció de residus de tipus j a nivell nacional $\hat{\pi}_j = \sum_h \frac{N_h}{N} \hat{\pi}_{j|h}$ o en general a partir del pes de l'estrat W_h a definir durant la

$$\text{Fase 2: } \hat{\pi}_j = \sum_h \frac{W_h}{W} \hat{\pi}_{j|h}.$$

4. La taxa de generació estimada de tipus j a Catalunya (kg/persona i dia) seria $\hat{X}_j = \frac{M}{P} \hat{\pi}_j$

$$\text{i la variança de la taxa de generació de tipus } j \text{ seria } \hat{V}(\hat{X}_j) = \left(\frac{M}{P}\right)^2 \hat{V}(\hat{\pi}_j).$$

5. La generació total de tipus j a Catalunya seria $T(Y_j) = M \hat{\pi}_j$ en kg per dia i la variança de la generació de tipus total j seria $\hat{V}(T(Y_j)) = M^2 \hat{V}(\hat{\pi}_j)$.

El fet clau a remarcar és que $\pi_{j|i}^{NS}$ no es pot disposar a nivell municipal (proporció de residus de tipus j en la Fracció Resta del municipi i) s'ha d'estimar a partir de mostreig sobre n_h municipis i

$m_{h,i}$ kg de mostra en cada municipi per obtenir $\hat{\pi}_{j|i}^{NS}$ i a partir d'aquí es podrà estimar $\hat{\pi}_{j|i}$ la proporció de residus de tipus j sobre el total de residus municipal i després combinar tots els estimadors dels municipis mostrejats en una classe g per treure la proporció estimada de residus de tipus j en la classe h : $\hat{\pi}_{j|h}$ **s'haurà d'assimilar que la proporció de residus de tipus j és homogènia per tots els municipis dins d'una classe**: $\forall i \in K_h \pi_{j|i} \approx \pi_{j|h}$ d'aquí que les classes s'hagin construït atenent a una homogeneïtat sociodemogràfica dels individus i per tant, la variança intraclasse h de $\pi_{j|i}$ és el més reduïda possible mentre que entreclasse h 's les variacions de $\pi_{j|i}$ són grans.

La classificació en $H=11$ estrats segons criteris sociodemogràfics més capitalitat garanteix per tant, homogeneïtat en quant a taxa de producció de residus per habitant i dia, tant globalment com per tipus de residus.

En Teoria del Mostreig s'anomena estratificació: la finalitat és reduir la variança dels estimadors respecte un mostreig aleatori simple de municipis.

- 1^a Etapa. Dins de cada estrat: fer una tria de n_h municipis que seran les unitats primàries (UPs). Tamany d'unitats primàries per estrat determinat segons criteri d'optimalitat en la generació diària per habitant global més satisfacció per estrat d'errors relatius per sota de llindar (veure Apartat 2.2). La tria es suposa en l'apartat aleatòria simple amb probabilitats iguals per cada municipi dins de l'estrat per tal de poder usar formulari disponible en Teoria del Mostreig.
- 2^o Etapa. Per cada municipi i (UP) de l'estrat h (classe), triar una mostra de $m_{h,i}$ residus de la Fracció Resta (xifra múltiple de la capacitat dels camions que fan el circuits del municipi) i determinar quants d'aquests residus (en **kg**) són de tipus j en la mostra: $T(y_{h,i,j}^{FR})$, això és un total per la mostra. En l'Apartat 3.1.1 es determina la quantitat de mostres de recollir de cada municipi inclòs com a UP, sota l'esquema de tria equiprobable, amb taxa de mostreig a nivell d'unitat primària constant i igual a β .
3. D'aquí, treure l'estimació de la proporció de tipus j a la Fracció Resta del municipi i de l'estrat h . $\hat{\pi}_{j|i}^{NS} = T(y_{h,i,j}^{FR}) / m_{h,i}$. Després estimar la proporció de tipus j en els residus totals del municipi i (donada la part de recollida selectiva coneguda): $\hat{\pi}_{j|i} = (1 - \alpha_i) \pi_{j|i}^S + \alpha_i \hat{\pi}_{j|i}^{NS}$.
4. Marxa enrera per estimar dins de l'estrat h (classe g), quina és la proporció estimada de residus de tipus j en els residus totals $\hat{\pi}_{j|h}$.
5. Combinar els estimadors de les proporcions estimades de tipus j en els h 's estrats, són $H=11$ estrats $\hat{\pi}_j = \sum_h \frac{N_h}{N} \hat{\pi}_{j|h}$ o en general $\hat{\pi}_j = \sum_h \frac{W_h}{W} \hat{\pi}_{j|h}$.

Ara bé cal examinar la variança dels estimadors calculats en cadascuna de les etapes del mostreig. El pla de mostreig resultants és complex, doncs es tracta d'un mostreig estratificat i bietàpic dins de cada estrat.

3.1.1 Estimadors del total de residus de tipus j en la fracció resta municipal

La mostra de $m_{h,i}$ residus (en **kg**) en el municipi i pertanyent a l'estrat h s'ha d'efectuar de manera proporcional a la quantitat de residus de la fracció resta generats en dia mig al municipi: ha de ser un múltiple de la capacitat dels camions-circuit que diàriament (dia mig) fan la recollida de la Fracció Resta.

Es pot estudiar, un cop conegut el total de la fracció resta del dia mig estacional si donada la magnitud per tal d'assolir una representativitat de β per cent del diari, és convenient augmentar el nombre de caracteritzacions.

Considerar la complexitat de la caracterització (parcial de barreja de 250 kg sobre 4000 kg de transport d'un camió-circuit) per tal de determinar **R: kg** de tipus j en una caracterització de 250 kg (les darreres unitats mostrals), variable aleatòria que per la caracterització k del camió c dona un valor $r_{h,i,k,c,j}$ que simplificarem de notació a r_k .

Passar de r_k kg en la caracterització k de 250kg en el camió-circuit de 4000 kg seria $s_c = r_k \cdot 4000/250$ i això té incorporada una indeterminació en la representativitat de les caracteritzacions que per simplificar el procés del disseny es menysté.

S és una variable aleatòria definida com kg de tipus j en un camió de $m_{h,i}^c$ kg de capacitat amb mitjana i una desviació tipus desconeguda comuna per municipi (per tant tots els camions tenen la mateixa capacitat), però donat un camió la quantitat s pot determinar-se de manera exacta sense marge d'error (es pesa).

Per tant, donats els camions $l=1\dots c$ es disposa de $s_1 \dots s_c$, si tots els camions tenen la mateixa capacitat seria útil caracteritzar llavors

$$\bar{s} = \sum_{l=1\dots c} s_l / c, \quad V(\bar{s}) = \left(1 - \frac{c}{C}\right) V(S) / c \quad \text{i} \quad \hat{V}(\bar{s}) = \left(1 - \frac{c}{C}\right) \hat{V}(S) / c \quad \text{on} \quad \hat{V}(S) = \sum_{l=1\dots c} (s_l - \bar{s})^2 / (c-1)$$

El total de residus de tipus j del municipi i pot estimar-se: $T(S) = \frac{C}{c} \sum_{l=1\dots c} s_l$, o més fàcilment estimar el total generat pel municipi a partir de les caracteritzacions de 250 kg, la variable **R**:

$$T(R) = \frac{M_{h,i}^{FR}}{250c} \sum_{l=1\dots c} r_l \quad \text{a partir directament de les caracteritzacions de només els 250 kg.}$$

$\hat{\pi}_{ji}^{NS} = \frac{1}{250c} \sum_{l=1\dots c} r_l$ això és un estimador de la proporció pel municipi que no requereix del total generat al municipi de Fracció Resta, suposant una mostra aleatòria simple sense reposició de camions-circuits.

El problema és que hores d'ara no es coneix quin és el nombre de circuits-camions i que possiblement hi ha camions de diferents tamany i a més possiblement no sempre acaben plens. A part el problema de les mancomunitats que són servides per un mateix circuit. De fet, el total de

residus recollits en Fracció Resta i Total del municipi es coneix a posteriori **tot el que es té durant la fase de caracteritzacions és una estimació en funció de les dades de 2007**. Estrictament parlant a partir de la mostra interessa obtenir un estimador de la proporció de residus de tipus j en la fracció resta mostrejada (transportada pels camions objecte de mostreig) directament i així s'obté en el plantejament simplificador abans detallat.

El problema rau en determinar la precisió de l'estimador i usar-lo posteriorment de manera correcta en el dimensionament.

$$\hat{V}(\hat{\pi}_{ji}^{NS}) = \hat{V}\left(\frac{1}{250}\left(\sum_{l=1..c} r_l / c\right)\right) = \frac{1}{250^2} \hat{V}(\bar{r}) = \frac{1}{250^2} \left(1 - \frac{c}{C}\right) \hat{V}(R) / c$$

La taxa de mostreig d'unitats secundàries efectives (kg de fracció resta per dia) ha d'esser comuna a totes les UPs. Mínim $c=1$ circuit de $C_{h,i}^{FR}$ camions-circuits que recullen aproximadament $4000C_{h,i}^{FR}$ kg de fracció resta diària. **Si la taxa de mostreig és del β per cent aleshores**

$m_{h,i}^{FR} = \frac{\beta}{100} M_{h,i}^{FR}$ i es triarà un nombre de circuits c per la mostra del municipi tal que la suma de les capacitats transportades pels camions-circuit sigui més gran o igual a $m_{h,i}^{FR}$ kg. Per tal de no desbordar el pressupost de les caracteritzacions, s'assignaran unes quotes estacionals que s'ha de repartir a raó del 25% per període i assignar aleatòriament de manera que dins de cada estrat la cuota estacional resultant de cada període sigui de $\frac{1}{4}$ de les caracteritzacions.

Per les aproximacions als càlculs dels estimadors resulta més fàcil assimilar les unitats secundàries a kg de fracció resta i per tant usar fòrmules de mostreig aleatori simple sense reposició de $m_{h,i}^{FR}$ kg de fracció resta triada a l'atzar entre els $M_{h,i}^{FR}$ kg de Fracció Resta generada per la UP, obviant així el problema de la variabilitat dels camions-circuits que addicionalment es desconeix en fase de Disseny del Pla de Mostreig (recolzat en la pràctica de la caracterització de 250kg de mostra que fa el sector), tantmateix com $M_{h,i}^{FR}$ que estrictament per l'any en curs es desconeix durant el desenvolupament de la Fase 2.

3.1.2 Estimadors per la proporció de residus de tipus j per dia: municipal i per estrat

Segons l'apartat anterior determinar quants $M_{h,i}^{FR}$ residus (en kg) són de tipus j a partir de la mostra del municipi i de l'estrat h : $\hat{T}(Y_{h,i,j}^{FR}) = M_{h,i}^{FR} \hat{\pi}_{ji}^{NS}$ es podrà fer tan bon punt $M_{h,i}^{FR}$ sigui conegut i s'hagi calculat per cada tipologia de residu j i per cada municipi triat com a unitat primària la $\hat{\pi}_{ji}^{NS}$ a partir de les caracteritzacions. $\hat{\pi}_{ji}^{NS}$ ha d'interpretar-se com la probabilitat estimada que un gram de fracció resta diària en el període estacional sigui de tipus j en el municipi i pertanyent a un estrat h .

L'estimació de la proporció de tipus j del municipi en l'estrat h s'obtidria a partir de la proporció de la caracterització (apartat 2.4.1). La variança estimada per l'estimador de la proporció de tipus j en el municipi i de l'estrat h és:

$$\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) = \hat{V}\left((1 - \alpha_i)\pi_{j|i}^S + \alpha_i\hat{\pi}_{j|i}^{NS}\right) = \alpha_i^2\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS}).$$

Suposem que el mostreig és aleatori simple sense reposició per $m_{h,i}$ (segons apartat anterior) kg de residus de Fracció Resta i per tant la varianza de l'estimador de la proporció de residus de tipus j en la Fracció Resta serà :

$$\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS}) = \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{S_{y_{h,i}^{FR},j}^{\prime 2}}{m_{h,i}} = \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1 - \hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i} - 1} \text{ on } S_{y_{h,i}^{FR},j}^{\prime 2} = S_{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}}^{\prime 2} = \frac{m_{h,i}\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1 - \hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i} - 1}.$$

$$\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) = \hat{V}\left((1 - \alpha_i)\pi_{j|i}^S + \alpha_i\hat{\pi}_{j|i}^{NS}\right) = \alpha_i^2\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS}) = \alpha_i^2\left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1 - \hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i} - 1}$$

Observem que la varianza estimada de la proporció de generació de tipus j en l'unitat mostral municipal i és:

$$\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) = \alpha_i^2\left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1 - \hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i} - 1} \leq \alpha_i^2\left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{1}{4(m_{h,i} - 1)} \leq \alpha_i^2(1 - \beta) \frac{1}{4(m_{h,i} - 1)}$$

I el coeficient de variació de l'estimador en tant per u és l'arrel quadrada de:

$$\theta_{j|i}^2 = \frac{\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i})}{\hat{\pi}_{j|i}^2} = \alpha_i^2\left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1 - \hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{\hat{\pi}_{j|i}^2(m_{h,i} - 1)} \leq \frac{\alpha_i^2(1 - \beta)\hat{\pi}_{j|i}(1 - \hat{\pi}_{j|i})}{(m_{h,i} - 1)\hat{\pi}_{j|i}}$$

D'aquí l'error relatiu en tant per u de l'estimador de la proporció de tipus j en la unitat mostral primària i es pot acotar a un nivell de confiança del 95% i al màxim nivell d'indeterminació $\pi_{j|i}^{NS} = (1 - \pi_{j|i}^{NS})$ i $\pi_{j|i}^{NS} \approx \pi_{j|i}$ la presència en el global és similar a la presència en la no selectiva per:

$$ER(\hat{\pi}_{j|i}) = 1.96\theta_{j|i} \leq 2\sqrt{\frac{\alpha_i^2(1 - \beta)}{(m_{h,i} - 1)}},$$

però cal veure que com més petita és la proporció del residu j $\pi_{j|i}^{NS} < (1 - \pi_{j|i}^{NS})$ aleshores més gran és el seu error relatiu encara suposant $\pi_{j|i}^{NS} \approx \pi_{j|i}$:

$$ER(\hat{\pi}_{j|i}) = 1.96\theta_{j|i} \leq 2\sqrt{\frac{\alpha_i^2(1 - \beta)(1 - \hat{\pi}_{j|i})}{(m_{h,i} - 1)\hat{\pi}_{j|i}}} \text{ si } \hat{\pi}_{j|i} \rightarrow 0 \Rightarrow ER(\hat{\pi}_{j|i}) \rightarrow \infty$$

Si a més de $\pi_{j|i}^{NS} < (1 - \pi_{j|i}^{NS})$, no hi ha recollida selectiva de la tipologia j aleshores és d'esperar que $\pi_{j|i}^{NS} > \pi_{j|i}$ i per tant

$$ER(\hat{\pi}_{j|i}) = 1.96\theta_{j|i} \cong 2\sqrt{\frac{\alpha_i^2(1 - \beta)(1 - \hat{\pi}_{j|i}^c)}{(m_{h,i} - 1)\hat{\pi}_{j|i}^c}} \text{ on } \hat{\pi}_{j|i}^c = (\hat{\pi}_{j|i} + \hat{\pi}_{j|i}^{NS})/2 \text{ i } \hat{\pi}_{j|i}^c \rightarrow 0 \Rightarrow ER(\hat{\pi}_{j|i}) \rightarrow \infty$$

Si a més de $\pi_{j|i}^{NS} < (1 - \pi_{j|i}^{NS})$, hi ha recollida selectiva de la tipologia j aleshores és d'esperar que $\pi_{j|i}^{NS} < \pi_{j|i}$ i per tant

$$ER(\hat{\pi}_{j|i}) = 1.96\theta_{j|i} < 2\sqrt{\frac{\alpha_i^2(1-\beta)(1-\hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{(m_{h,i}-1)\hat{\pi}_{j|i}^{NS}}} \quad \text{i} \quad \boxed{\hat{\pi}_{j|i}^{NS} \rightarrow 0 \Rightarrow ER(\hat{\pi}_{j|i}) \rightarrow \infty}$$

- Com $0 \leq \alpha_i^2 \leq 1$ aleshores

$$\text{Si } \alpha_i^2 \rightarrow 1 \Rightarrow \hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) \rightarrow \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1-\hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i}-1} \leq \frac{(1-\beta)}{4(m_{h,i}-1)}$$

$$\text{Si } \alpha_i^2 \rightarrow 0 \Rightarrow \hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) \rightarrow 0$$

Al nivell de màxima indeterminació, és a dir quan la proporció veritable d'un residu de tipus j a la Fracció Resta del municipi i de l'estrat h és 0.5, aleshores la variança de l'estimador $\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS})$ és màxima i $\hat{V}(\hat{\pi}_{j|i})$ també.

Val a dir que en termes absoluts com més petita és la Fracció Resta millor i com més gran és la proporció real caracteritzada de residus de Fracció Resta sempre per sobre del mínim preestablert de β per cent, millor.

L'estimació a nivell dins de l'estrat h és la proporció de residus de tipus j en els residus totals $\hat{\pi}_{j|h}$. Una observació important és que al pertànyer els n_h municipis (UPs) al mateix estrat (classe), aleshores tindran una $\hat{\pi}_{j|h}$ homogènia.

Sigui el total de residus de tipus j estimat pel municipi i: $\hat{\tau}_Y^{h,i} = M_{h,i} \hat{\pi}_{j|i}$.

Sigui el total de residus de tipus j estimat per l'estrat h:

$$\hat{\tau}_Y^h = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i} = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1..n_h} M_{h,i} \hat{\pi}_{j|i}$$

$$\hat{\tau}_Y^h = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i} = N_h \bar{t}_Y^h \quad \text{on } \bar{t}_Y^h \text{ seria el total mig de residus del tipus j de interès per municipi}$$

de l'estrat h.

$$\hat{V}(\hat{\tau}_Y^h) = \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) S_p^2 + \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \hat{V}(\hat{\tau}_Y^{h,i})$$

$$S_p^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} \left(\hat{\tau}_Y^{h,i} - \frac{\hat{\tau}_Y^h}{N_h}\right)^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} (M_{h,i} \hat{\pi}_{j|i} - \bar{t}_Y^h)^2 \quad \text{on } \bar{t}_Y^h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i}$$

Hi ha 2 components la variança deguda a les diferències en les UPs de la mostra (municipis) i hi ha la component de la variança deguda al segon nivell de mostreig que són les unitats secundàries mostrejades de la Fracció Resta del municipi, que ja ha estat desenvolupada.

$$\hat{V}(\hat{\tau}_Y^{h,i}) = \hat{V}(M_{h,i} \hat{\pi}_{j|i}) = M_{h,i}^2 \hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) = M_{h,i}^2 \alpha_i^2 \hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS}) = (M_{h,i}^{FR})^2 \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1-\hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i}-1}$$

$$\text{Doncs } \hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}) = \hat{V}\left((1-\alpha_i) \hat{\pi}_{j|i}^S + \alpha_i \hat{\pi}_{j|i}^{NS}\right) = \alpha_i^2 \hat{V}(\hat{\pi}_{j|i}^{NS}) = \alpha_i^2 \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\pi}_{j|i}^{NS}(1-\hat{\pi}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i}-1} \quad \text{i d'aquí:}$$

$$\hat{V}(\hat{\tau}_y^h) = \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) S_p^2 + \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \hat{V}(\hat{\tau}_Y^{h,i}) = \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) S_p^2 + \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} (M_{h,i}^{FR})^2 \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\tau}_{j|i}^{NS} (1 - \hat{\tau}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i} - 1}$$

amb

$$S_p^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} \left(\hat{\tau}_Y^{h,i} - \frac{\hat{\tau}_y^h}{N_h}\right)^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} (M_{h,i} \hat{\tau}_{j|i} - \bar{t}_y^h)^2 \quad \text{on } \bar{t}_y^h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i}$$

Ara ja és molt fàcil desenvolupar el formulari per la proporció de residus de tipus j a l'estrat h.

$$\hat{\tau}_{j|h} = \frac{\hat{\tau}_y^h}{M_h} = \frac{N_h}{M_h n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i} = \frac{N_h}{M_h n_h} \sum_{i=1..n_h} M_{h,i} \hat{\tau}_{h,i} = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \frac{M_{h,i}}{M_h} \hat{\tau}_{h,i}$$

I la variança de l'estimador

$$\hat{V}(\hat{\tau}_{j|h}) = \hat{V}\left(\frac{\hat{\tau}_y^h}{M_h}\right) = \frac{1}{M_h^2} \hat{V}(\hat{\tau}_y^h) \quad \text{on}$$

$$\hat{V}(\hat{\tau}_y^h) = \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) S_p^2 + \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} \hat{V}(\hat{\tau}_Y^{h,i}) = \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) S_p^2 + \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} (M_{h,i}^{FR})^2 \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}^{FR}}\right) \frac{\hat{\tau}_{j|i}^{NS} (1 - \hat{\tau}_{j|i}^{NS})}{m_{h,i} - 1}$$

amb

$$S_p^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} \left(\hat{\tau}_Y^{h,i} - \frac{\hat{\tau}_y^h}{N_h}\right)^2 = \frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} (M_{h,i} \hat{\tau}_{j|i} - \bar{t}_y^h)^2 \quad \text{on } \bar{t}_y^h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i} = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1..n_h} M_{h,i} \hat{\tau}_{j|i}$$

La primera component és essencial com més gran sigui la variabilitat dels totals de residus j generats pels municipis mostrejats a l'estrat pitjor, concretament com més diferents siguin en tamany (producció de residus totals) pitjor.

$$\hat{V}(\hat{\tau}_{j|h}) = \hat{V}\left(\frac{\hat{\tau}_y^h}{M_h}\right) = \frac{1}{M_h^2} \hat{V}(\hat{\tau}_y^h) = \frac{N_h^2}{M_h^2 n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} (M_{h,i} \hat{\tau}_{j|i} - \bar{t}_y^h)^2\right) + B =$$

$$= \frac{N_h^2}{n_h} \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} \left(\frac{M_{h,i}}{M_h} \hat{\tau}_{j|i} - \frac{\bar{t}_y^h}{M_h}\right)^2\right) + \frac{N_h}{n_h M_h^2} \left(\sum_{i=1..n_h} (M_{h,i}^{FR})^2 \frac{\hat{\tau}_{j|i}^{NS} (1 - \hat{\tau}_{j|i}^{NS})}{m'_{h,i}}\right) =$$

$$= \frac{N_h^2}{n_h} \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} \left(\frac{M_{h,i}}{M_h} \hat{\tau}_{j|i} - \frac{\bar{t}_y^h}{M_h}\right)^2\right) + \frac{N_h}{n_h} \left(\sum_{i=1..n_h} \left(\frac{M_{h,i} M_{h,i}^{FR}}{M_h M_{h,i}}\right)^2 \frac{\hat{\tau}_{j|i}^{NS} (1 - \hat{\tau}_{j|i}^{NS})}{m'_{h,i}}\right) =$$

$$= \frac{N_h^2}{n_h} \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} \left(\frac{M_{h,i}}{M_h} \hat{\tau}_{j|i} - \frac{\bar{t}_y^h}{M_h}\right)^2\right) + \frac{N_h}{n_h} \left(\sum_{i=1..n_h} \left(\frac{M_{h,i}}{M_h}\right)^2 \alpha_i^2 \frac{\hat{\tau}_{j|i}^{NS} (1 - \hat{\tau}_{j|i}^{NS})}{m'_{h,i}}\right)$$

On $m'_{h,i} = (m_{h,i} - 1) / \left(1 - \frac{m_{h,i}}{M_{h,i}}\right) \neq m_{h,i}$ i $n'_h \neq n_h / \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) n_h$ doncs s'agafaran pocs municipis de cada estrat però en són poquets en alguns d'ells i pocs kg de mostra respecte la generació total del municipi en alguns però la totalitat d'altres (si només hi ha un circuit) i es pot veure que com més gran sigui la producció total d'un municipi més pesa l'estimació de la proporció de residu de tipus j i si la Fracció Resta té una proporció més gran, també pitjor: més augmenta la variabilitat de l'estimador de la proporció de tipus de residu j sobre el total de residus per l'estrat h.

4. L'estratificació reduirà la variabilitat dels estimadors en els municipis, les unitats primàries (UPs).

$$\hat{\pi}_j = \sum_{h=1..11} \frac{W_h}{W} \hat{\pi}_h \quad \text{I} \quad \hat{V}(\hat{\pi}_j) = \sum_{i=1..n_h} \left(\frac{W_h}{W}\right)^2 \hat{V}(\hat{\pi}_{jh})$$

$$\hat{\tau}_j = M \hat{\pi}_j$$

El pla de mostreig resultants és complex, doncs es tracta d'un mostreig estratificat i bietàpic dins de cada estrat.

3.1.3 Pros i contres de la Classificació Sociodemogràfica en relació al mostreig

El formulari per la proporció de residus de tipus j a l'estrat h seria:

$$\hat{\pi}_{jh} = \frac{\hat{\tau}_y^h}{M_h} = \frac{N_h}{M_h n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i} = \frac{N_h}{M_h n_h} \sum_{i=1..n_h} M_{h,i} \hat{\pi}_{h,i} = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \frac{M_{h,i}}{M_h} \hat{\pi}_{h,i}$$

I la variança de l'estimador

$$\hat{V}(\hat{\pi}_{jh}) = \frac{N_h^2}{n'_h} \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{i=1..n_h} \left(\frac{M_{h,i}}{M_h} \hat{\pi}_{ji} - \frac{\bar{t}_y^h}{M_h} \right)^2 \right) + \frac{N_h}{n_h} \left(\sum_{i=1..n_h} \left(\frac{M_{h,i}}{M_h} \right)^2 \alpha_i^2 \frac{\hat{\pi}_{ji}^{NS} (1 - \hat{\pi}_{ji}^{NS})}{m'_{h,i}} \right) \quad \text{on}$$

$$\bar{t}_y^h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1..n_h} \hat{\tau}_Y^{h,i} = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1..n_h} M_{h,i} \hat{\pi}_{ji}$$

Figura 24. Variança estimada de l'estimador de la proporció de tipus de residus j per l'estrat h per la Classificació Sociodemogràfica

L'estratificació reduirà la variabilitat dels estimadors en els municipis, les unitats primàries (UPs).

$$\hat{\pi}_j = \sum_{h=1..11} \frac{W_h}{W} \hat{\pi}_{jh} \quad \text{I} \quad \hat{V}(\hat{\pi}_j) = \sum_{i=1..n_h} \left(\frac{W_h}{W}\right)^2 \hat{V}(\hat{\pi}_{jh})$$

$$\hat{\tau}_j = M \hat{\pi}_j$$

A partir de $\hat{\pi}_{j|h}$ es calcularia la taxa de generació de residus de tipus j per persona al municipi i de

$$\text{l'estrat } h, \hat{X}_{j|h}^i = \frac{M_{h,i} \hat{\pi}_{j|h}}{P_i}.$$

$$\hat{V}(\hat{X}_{j|h}^i) = \hat{V}\left(\frac{M_{h,i} \hat{\pi}_{j|h}}{P_i}\right) = \frac{M_{h,i}^2}{P_i^2} \hat{V}(\hat{\pi}_{j|h})$$

Les següents consideracions a la precisió dels estimadors (variança estimada dels estimadors) són aplicables als estimadors proposats de manera més natural, no biaixats, quan s'usa la Classificació Sociodemogràfica:

- La primera component (veure Figura 24) és essencial com més gran sigui la variabilitat dels totals de residus j generats pels municipis mostrejats a l'estrat pitjor, concretament com més diferents siguin en tamany (producció de residus totals) pitjor i a major tamany major contribució en l'estimador.
- Si s'augmenta el nombre de municipis mostrejat aleshores minva la primera i la segona component de la variança estimada (veure Figura 24), en canvi si s'augmenta el nombre de mostres per municipi només disminueix la segona component. Per tant des del punt de vista del mostreig, la component de variabilitat intrínsec a la tria de les unitats primàries és la més considerable i l'única manera de reduir-la és incrementar el nombre de municipis mostrejat a l'estrat.
- La configuració d'unitats municipals exclusivament com a municipis, sense partir per districtes en el cas de municipis grans, no afavoreix la reducció de la variabilitat dels estimadors en el cas bietàpic (o polietàpic): les UPs han de tenir tamany similar en termes de USs (kg de residus totals). Aquest no és el nostre cas, però en la Fase 1 s'ha establert com estratègia per la tria de parangons que aquests tinguessin el mateix ordre de magnitud en la generació total de residus diaris, acció que apunta a solventar aquest inconvenient.
- La segona component de la variança estimada (veure Figura 24) indica que a major proporció de Fracció Resta (és a dir menys recollida selectiva) més variabilitat en l'estimador de la variança de la proporció de tipus j per l'estrat h. Per tant, com menys Fracció Resta millor. Aquesta segona component sol ser en ordre de magnitud de menor pes que la primera component en l'equació de la Figura 24.
- L'estratificació proposada per la Classificació Sociodemogràfica contribueix positivament a la millora de la precisió dels estimadors globals per Catalunya.

Com a conclusió, és més important incrementar el nombre de municipis (UPs) mostrejat que incrementar el nombre de mostres dins de cada municipi (US). Per tant, s'aconsella fer una presa de mostres per municipi petita i usar com a criteris addicionals a la tria de parangons que facilita l'anàlisi estadística de la FASE 1:

- Triar parangons de tamany similar (en termes de generació total de residus), sempre dins del mateix rang de distàncies al centre de gravetat de la classe.
- Triar parangons on la proporció de Fracció Resta sigui la més petita possible, sempre dins del mateix rang de distàncies al centre de gravetat de la classe.

La Classificació Sociodemogràfica és molt menys volàtil que la Classificació Mixta doncs els canvis en el teixit social no depenen de les polítiques de gestió de residus, almenys a curt i mig termini.

3.2 Estimacions dels Errors sota aproximació Mostreig ASSR de municipis

La quantificació de l'error de mostreig sobre la mitjana de Y v.a. definida a nivell de municipi respón a les següents fòrmules:

$$\hat{V}(\bar{y}) = \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S_y'^2}{n} = \left(1 - \frac{30}{863}\right) \frac{S_y'^2}{30} = \frac{S_y'^2}{n'}$$

i l'error absolut sobre la mitjana al nivell de confiança

$$\text{del 95\% sobre la mitjana seria } EA(\bar{y}) = 2\sqrt{\hat{V}(\bar{y})} = \frac{2S_y'}{\sqrt{n'}}$$

i l'error relatiu en tant per u al nivell de confiança del 95% sobre la mitjana seria proporcional al coeficient de variació

$$ER(\bar{y}) = \frac{2\sqrt{\hat{V}(\bar{y})}}{\bar{y}} = \frac{2S_y'}{\bar{y}\sqrt{n'}} \approx \frac{2\theta_y}{\sqrt{n'}} \quad \theta_y = \frac{\sigma_Y}{\mu_Y} \text{ definició del coeficient de variació de Y}$$

Es defineix n i n' per estalviar escriptura en les fórmules de càlcul dels errors. S'interpreta n' com el tamany mostral per obtenir una precisió equivalent si en comptes de ASSR es fes un mostreig aleatori amb reposició.

Per exemple, per un tamany mostral d'unitats primàries de n=30:

$$n' = \frac{n}{\left(1 - \frac{n}{N}\right)} = \frac{30}{\left(1 - \frac{30}{1044}\right)} = 30.88 \approx 31 \text{ (si s'usen unitats municipals districtes en municipis$$

grans)

Si el coeficient de variació és 1 aleshores l'error relatiu $ER(\bar{y}) = 0.359$, és a dir d'un 36%. Si Y fos un indicador i per tant $\bar{y} = p$ una proporció aleshores al màxim nivell d'indeterminació

$$p=q=0.5, EA(p) = 2\sqrt{\hat{V}(\bar{y})} \approx \frac{2\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{n'}} = \frac{2\sqrt{0.5(1-0.5)}}{\sqrt{n'}} = \frac{1}{\sqrt{n'}} = 0.179 \text{ és de més/menys 18\%}$$

sobre la proporció estimada globalment traslladada a tant per cent.

$$ER(\bar{y}) = \frac{2\sqrt{\hat{V}(\bar{y})}}{\bar{y}} = \frac{2\sqrt{p(1-p)}}{p\sqrt{n'}} \approx \frac{2}{\sqrt{n'}} = 0.359 \text{ és del 36\% sobre la proporció estimada}$$

globalment traslladada a tant per cent. L'interior és un odds i per tant va entre 0 i infinit, concretament l'error relatiu creix desmesuradament quan la proporció estimada s'apropa a 0, és a dir, com més petita sigui la proporció més gran serà l'error relatiu, concretament si p és inferior a 0.115 pel tamany mostral aleshores l'error relatiu en la proporció és del 100%, si p és inferior a 0.031 aleshores l'error relatiu és del 200%. La fórmula general és per r error relatiu en tant per u fixat (100% és 1, 200% és 2, etc):

$$\text{Si } p < \frac{1}{1 + n'r^2/4} \Rightarrow ER(p) > 100r\%$$

En el cas de Y taxa de generació municipal de residus de tipus especificat (en kg/persona i dia), no es coneix quin és el coeficient de variació, ni la desviació tipus de la variable, però si es podria aproximar pel coeficient de variació i la desviació tipus de la taxa de generació total de residus per habitant i dia (en kg), dada que sí que està disponible. Concretament, s'obtidria un error relatiu aproximat amb mostreig aleatori de 30 municipis (sense consideració del percentatge de recollida selectiva) del 11%.

$$ER(\bar{y}) \approx \frac{2\hat{\theta}_y}{\sqrt{n'}} = \frac{2 \cdot 0.3039}{\sqrt{30.88}} = 0.109 \text{ si } \theta_y = \frac{\sigma_Y}{\mu_Y} = 0.3039$$

L'error absolut amb un mostreig aleatori simple de 30 municipis seria aproximadament a un nivell de confiança del 95% de més/menys 0.164 kg per persona i dia.

$$EA(\bar{y}) \approx \frac{2S'_y}{\sqrt{n'}} = \frac{2 \cdot 0.457}{\sqrt{30.88}} = 0.164$$

3.2.1 Mostreig ASSR sobre Unitats Secundàries Mostres de 250 kg

A tret d'exemple es quantifica l'error absolut sobre l'estimador d'una proporció (en tant per u) i l'error relatiu en tant per cent sobre l'estimador d'una proporció en funció de els kg de Fracció Resta en la mostra (suposant que els 250 kgs de residus es podessin triar de qualsevol dels circuits de recollida o camions diaris usats a Catalunya) en files i en columnes, per diferents proporcions sobre la Fracció Resta, surten els errors indicats a un nivell de confiança del 95%.

%Univ ers	Kg Mostres	Nb Mostres	0.010		0.05		0.1		0.15		0.2	
			Error Absolut	Error Relati u%	Error Absolut	Error Relatiu %	Error Absolut	Error Relati u%	Error Absolut	Error Relatiu %	Error Absolut	Error Relatiu %
0.10%	7829	31	0.03485011	348.50	0.0763367	152.67	0.10507705	105.08	0.13	83.38	0.14010273	70.05
0.20%	15657	63	0.02464275	246.43	0.0539782	107.96	0.07430069	74.30	0.09	58.96	0.09906759	49.53
0.30%	23486	94	0.02012072	201.21	0.04407302	88.15	0.06066626	60.67	0.07	48.14	0.08088835	40.44
0.40%	31314	125	0.01742506	174.25	0.03816835	76.34	0.05253852	52.54	0.06	41.69	0.07005136	35.03
0.50%	39143	157	0.01558544	155.85	0.03413881	68.28	0.04699188	46.99	0.06	37.29	0.06265585	31.33
0.60%	46971	188	0.0142275	142.27	0.03116433	62.33	0.04289752	42.90	0.05	34.04	0.0571967	28.60
0.70%	54800	219	0.0131721	131.72	0.02885256	57.71	0.03971539	39.72	0.05	31.51	0.05295385	26.48
0.80%	62628	251	0.01232138	123.21	0.0269891	53.98	0.03715035	37.15	0.04	29.48	0.04953379	24.77
0.90%	70457	282	0.0116167	116.17	0.02544557	50.89	0.03502568	35.03	0.04	27.79	0.04670091	23.35
1.00%	78285	313	0.01102057	110.21	0.02413979	48.28	0.03322828	33.23	0.04	26.37	0.04430437	22.15
1.10%	86114	344	0.0105077	105.08	0.02301638	46.03	0.03168192	31.68	0.04	25.14	0.04224256	21.12
2.00%	156570	626	0.00779272	77.93	0.01706941	34.14	0.02349594	23.50	0.03	18.64	0.03132792	15.66
3.00%	234855	939	0.00636273	63.63	0.01393711	27.87	0.01918436	19.18	0.02	15.22	0.02557914	12.79
4.00%	313140	1253	0.00551029	55.10	0.01206989	24.14	0.01661414	16.61	0.02	13.18	0.02215219	11.08
5.00%	391425	1566	0.00492855	49.29	0.01079564	21.59	0.01486014	14.86	0.02	11.79	0.01981352	9.91
6.00%	469710	1879	0.00449913	44.99	0.00985503	19.71	0.01356539	13.57	0.02	10.76	0.01808718	9.04
7.00%	547995	2192	0.00416539	41.65	0.00912398	18.25	0.01255911	12.56	0.01	9.97	0.01674548	8.37
8.00%	626281	2505	0.00389636	38.96	0.0085347	17.07	0.01174797	11.75	0.01	9.32	0.01566396	7.83
9.00%	704566	2818	0.00367352	36.74	0.0080466	16.09	0.01107609	11.08	0.01	8.79	0.01476812	7.38
10.00%	782851	3131	0.00348501	34.85	0.00763367	15.27	0.0105077	10.51	0.01	8.34	0.01401027	7.01
15.00%	1174276	4697	0.0028455	28.45	0.00623287	12.47	0.0085795	8.58	0.01	6.81	0.01143934	5.72
20.00%	1565701	6263	0.00246428	24.64	0.00539782	10.80	0.00743007	7.43	0.01	5.90	0.00990676	4.95

25.00%	1957127	7829	0.00220411	22.04	0.00482796	9.66	0.00664566	6.65	0.01	5.27	0.00886087	4.43
30.00%	2348552	9394	0.00201207	20.12	0.0044073	8.81	0.00606663	6.07	0.01	4.81	0.00808883	4.04
35.00%	2739977	10960	0.00186282	18.63	0.00408037	8.16	0.0056166	5.62	0.01	4.46	0.00748881	3.74
40.00%	3131403	12526	0.00174251	17.43	0.00381684	7.63	0.00525385	5.25	0.01	4.17	0.00700514	3.50
45.00%	3522828	14091	0.00164285	16.43	0.00359855	7.20	0.00495338	4.95	0.01	3.93	0.00660451	3.30
50.00%	3914254	15657	0.00155854	15.59	0.00341388	6.83	0.00469919	4.70	0.01	3.73	0.00626558	3.13
55.00%	4305679	17223	0.00148601	14.86	0.00325501	6.51	0.0044805	4.48	0.01	3.56	0.005974	2.99

Figura 25. Errors absoluts i relatius sobre estimadors de proporcions al nivel confiança del 95% per proporcions veritables variables i diferents tamanyes de recollida de mostres