UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Departamento de Ingeniería de Procesos

**Tesis Doctoral**

# PLANIFICACIÓN INTEGRAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN UN TERRITORIO INSULAR

## TOMO I

**Alejandro F. Molowny López-Peñalver**
**Las Palmas de Gran Canaria, 2011**

# UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

**Departamento: INGENIERÍA DE PROCESOS**

**Programa de Doctorado: INGENIERÍA AMBIENTAL Y DESALINIZACIÓN**

## Título de la Tesis

# PLANIFICACIÓN INTEGRAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN UN TERRITORIO INSULAR

**Tesis Doctoral presentada por D.: Alejandro F. Molowny López-Peñalver**

**Dirigida por el Dr. D. Juan Emilio González González**

**Dr. D. Sebastian Ovidio Pérez Baez**

**El/la Director/a,** **El/la Doctorando/a,**

**Las Palmas de Gran Canaria, a 21 de enero de 2011**

**UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS**

**TESIS DOCTORAL**

# PLANIFICACIÓN INTEGRAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN UN TERRITORIO INSULAR

**ALEJANDRO F. MOLOWNY LÓPEZ-PEÑALVER**

**LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, 2011**

**Agradecimientos**

**Expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y al Colegio Oficial de Ingenieros Industriales por darme la posibilidad de iniciar los primeros cursos de la Tesis Doctoral en el Colegio de Ingenieros Industriales de Tenerife.**

**Al Dr. D Juan Emilio González González y al Dr. D Sebastian Ovidio Pérez Baez, Directores de esta Tesis, por la dedicación que me han prestado y la ayuda que me han proporcionado para lograr el documento que se presenta.**

**A mi familia por el apoyo que me han prestado en todo momento para lograr terminar la Tesis.**

**A mi familia.**
**A Diego y Guillermo.**

**DÑA. MARIA DE LA CONCEPCIÓN LING LING, TITULAR DE UNIVERSIDAD Y SECRETARIA DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE PROCESOS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA,**

**CERTIFICA**

Que la Comisión de Doctores del Departamento de Ingeniería de Procesos, en su sesión de fecha 25 de enero de 2011, tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación, a la Tesis Doctoral titulada "Planificación integral de gestión de residuos en un territorio insular", presentada por el doctorando D. Alejandro Molowny López-Peñalver, cuyos directores son D. Juan Emilio González González y D. Sebastián Ovidio Pérez Báez

Y para que así conste a efectos de lo previsto en el Art. 6.2 del Reglamento para la elaboración, tribunal, defensa y evaluación de tesis doctorales de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, firmo la presente en Las Palmas de Gran Canaria, a veintiséis de enero de dos mil once.....

## *INDICE:*

**0.- INTRODUCCIÓN ..... 1**

**1.- ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CIENCIA RESPECTO A LOS MODELOS DE GESTIÓN DEL FLUJO DE RESIDUOS URBANOS EN OTROS PAÍSES. ..... 4**

1.1.- MATERIA ORGÁNICA EN LA UNIÓN EUROPEA (UE). ..... 4

*1.1.1 Dinamarca. ..... 4*

*1.1.2 Holanda ..... 6*

*1.1.3 La Coruña ..... 7*

*1.1.4 Irlanda. ..... 13*

*1.1.5 Cataluña. ..... 22*

*1.1.6 La Palma. ..... 25*

**2.- FUNDAMENTOS, PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE LA ORDENACIÓN. FUNDAMENTOS JURÍDICOS Y ESTRATÉGICOS. ..... 30**

2.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 30

2.2.- LA AGENDA 21: CONFERENCIA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE. RIO DE JANEIRO 1992. ..... 30

2.3.- EL V PROGRAMA DE ACCIÓN COMUNITARIO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. ..... 33

2.4.- EL VI PROGRAMA DE ACCIÓN COMUNITARIO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE. ..... 34

2.5.- LA PROPUESTA DEL VI PROGRAMA DE ACCIÓN: MEDIO AMBIENTE 2010. ..... 34

2.6.- EL VI PROGRAMA DE ACCIÓN. ..... 37

2.7.- LA ESTRATEGIA COMUNITARIA PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y OTRAS ESTRATEGIAS CONEXAS. ..... 38

*2.7.1 La estrategia comunitaria de 1989 para la gestión de los residuos. Resolución del consejo de 7 de mayo de 1990 ..... 38*

*2.7.2 Revisión de la estrategia de 1996 para la gestión de los residuos. Resolución del Consejo, 11 de Diciembre de 1996. La estrategia comunitaria de gestión de residuos. Resolución del consejo, 24 de Febrero de 1997. ..... 39*

*2.7.3 Estrategias para reducir las emisiones de metano. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. 1996 ..... 41*

*2.7.4 Política de Productos Integrada. ..... 42*

*2.7.5 Estrategia temática sobre prevención y reciclaje de residuos. Comunicación de la Comisión 2005. ..... 44*

*2.7.6 Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales. Comunicación de la Comisión. 2005 ..... 50*

2.8.- PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS Y ASPECTOS NORMATIVOS EN LAS DIRECTIVAS EUROPEAS. ..... 50

*2.8.1 La directiva 75/442/CEE de 15 de Julio de 1975, relativa a los residuos (modificada por la directiva 2006/12/CEE, directiva marco) ..... 50*

*2.8.2 La Directiva 94/62/CE, de 20 de Diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases. ..... 51*

*2.8.3 Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004 y Directiva 2005/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2005, por las que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. ..... 53*

*2.8.4 La Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de Abril de 1999, relativa al vertido de residuos (Decisión 2003/33/CE del Consejo de 19 de diciembre de 2002 por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva*

*1999/31/CEE [Diario Oficial L 11 de 16.1.2003]).* ..... *55*
*2.8.5 La Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de Diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos* ..... *57*
*2.8.6 Tratamiento biológico de los residuos biodegradables. Comisión Europea. Documento de trabajo. 2001.* *59*
*2.8.7 Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad* ..... *63*

**3.- PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.** ..... **65**

3.1.- PRINCIPIOS DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS ..... 65
3.2.- PRINCIPIO DE JERARQUÍA COMUNITARIA DE GESTIÓN ..... 66
3.3.- PRINCIPIO DE GESTIÓN INTEGRADA ..... 67
3.4.- PRINCIPIO DE PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN ..... 67
3.5.- PRINCIPIO DE MAXIMIZACIÓN DE LA VALORIZACIÓN ..... 67
3.6.- PRINCIPIO DE MINIMIZACIÓN DEL VERTIDO ..... 68
3.7.- PRINCIPIO DE AUTOSUFICIENCIA ..... 69
3.8.- PRINCIPIO DE PROXIMIDAD ..... 69
3.9.- PRINCIPIO DE TRANSPARENCIA INFORMATIVA ..... 70

**4.- PROGNOSIS EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS** ..... **71**

4.1.- RESIDUOS URBANOS (-) GENERADOS EN 2004 ..... 71

**5.- RECOGIDAS SELECTIVAS DE RD Y RICIA.** ..... **75**

5.1.- PROPORCIÓN RD/RICIA GENERADOS. ..... 76
5.2.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS. ..... 78
5.3.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROGNOSIS DE LA POBLACIÓN. ..... 83
5.4.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN FUTURA DE RESIDUOS URBANOS. ..... 86
5.5.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RD 2005-2016. ..... 87
5.6.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RICIA 2005-2016. ..... 92
5.7.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RU (-) 2005-2016. ..... 96

**6.- EVOLUCIÓN GENERACIÓN Y RECOGIDA DE RESIDUOS** ..... **98**

6.1.- DATOS DE LOS RESIDUOS URBANOS ..... 98
6.2.- ANÁLISIS DE RESIDUOS EN LOS PUNTOS LIMPIOS ..... 109
6.3.- ANÁLISIS DE RESIDUOS DE ENVASES. ..... 113
6.4.- ANÁLISIS DE VIDRIO. ..... 123

**7.- SUPERFICIE OCUPADA Y CELDAS DE VERTIDO CONSTRUIDAS A LO LARGO DEL TIEMPO** ..... **133**

**8.- CARACTERIZAZIÓN DE RESIDUOS** ..... **136**

8.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 136
8.2.- OBJETO ..... 136
8.3.- MARCO LEGAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN. ..... 137
*8.3.1 Marco Legal.* ..... *137*

8.4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO. ..... 137
*8.4.1 Verificación de báscula.* ..... *137*
*8.4.2 Caracterización de entrada.* ..... *138*
*8.4.3 Medios técnicos.* ..... *138*
8.5.- DATOS OBTENIDOS EN PLANTA. ..... 139
*8.5.1 Caracterizaciones de entrada de RSU.* ..... *139*
8.6.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO. ..... 140
**9.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA GESTIÓN DE LOS DIFERENTES FLUJOS DE RESIDUOS EN LA ISLA DE TENERIFE ..... 149**
9.1.- DIFERENTES GRADOS DE FIABILIDAD RESPECTO A LA GENERACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE LAS DIFERENTES CORRIENTES DE RESIDUOS. ..... 149
9.2.- DIFERENTES GRADOS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE EN CUANTO A LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS. ..... 156
9.3.- EXISTENCIA DE UN AMPLIO CUERPO NORMATIVO QUE LIMITA LAS OPCIONES DE GESTIÓN PARA LOS DIFERENTES FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 161
9.4.- IMPLANTACIÓN PROGRESIVA DE SISTEMAS INTEGRALES DE GESTIÓN (SIG) PARA LA GESTIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 170
9.5.- ELEVADA INTERRELACIÓN ENTRE LA POBLACIÓN Y LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y GENERACIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 173
9.6.- ELEVADA INTERRELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA Y LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y GENERACIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 176
9.7.- EXISTENCIA DE UNA RED INCIPIENTE PARA LA GESTIÓN DE ALGUNAS CORRIENTES DE RESIDUOS. ..... 179
9.8.- GRAVES CARENCIAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE GESTIÓN DE ALGUNOS RESIDUOS. ..... 179
9.9.- COMPETENCIAS Y JERARQUÍAS EN EL ORDENAMIENTO JURÍDICO ESPAÑOL Y CANARIO. ..... 180
9.10.- EL SISTEMA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL Y URBANÍSTICO ..... 182
9.11.- EL ESTABLECIMIENTO DEL MODELO DE ORDENACIÓN ..... 183
**10.- MODELOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 186**
10.1.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS (RU) ..... 186
*10.1.1 Introducción.* ..... *186*
*10.1.2 Los residuos urbanos.* ..... *187*
*10.1.3 Composición de los RU.* ..... *188*
*10.1.4 Objetivos de gestión integrada de residuos urbanos* ..... *191*
*10.1.5 Descripción del modelo de gestión.* ..... *195*
*10.1.6 Infraestructuras.* ..... *200*
10.2.- MODELO DE GESTIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (N.F.U). ..... 201
*10.2.1 Introducción.* ..... *201*
*10.2.2 Principios Básicos.* ..... *202*
*10.2.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *203*
*10.2.4 Descripción del modelo de gestión* ..... *204*
*10.2.5 Infraestructuras* ..... *206*
10.3.- MODELO DE GESTIÓN DE VEHÍCULOS FUERA DE USO (V.F.U.) ..... 207

*10.3.1 Introducción.* ..... *207*
*10.3.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *210*
*10.3.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *211*
*10.3.4 Descripción del modelo de gestión.* ..... *211*
*10.3.5 Infraestructuras.* ..... *215*
10.4.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (R.C.D.) Y RESTOS DE DESMONTE. ..... 215
*10.4.1 Introducción.* ..... *215*
*10.4.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *217*
*10.4.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *224*
*10.4.4 Descripción del modelo de gestión.* ..... *226*
*10.4.5 Infraestructuras.* ..... *227*
10.5.- MODELO DE GESTIÓN DE LODOS DE DEPURADORA EDAR ..... 230
*10.5.1 Introducción.* ..... *230*
*10.5.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *230*
*10.5.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *232*
*10.5.4 Descripción modelo de gestión* ..... *233*
*10.5.5 Infraestructuras* ..... *235*
10.6.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS VOLUMINOSOS (RV) ..... 236
*10.6.1 Introducción.* ..... *236*
*10.6.2 Principios básicos y objetivos* ..... *238*
*10.6.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *240*
*10.6.4 Descripción modelo de gestión.* ..... *241*
*10.6.5 Infraestructuras* ..... *242*
10.7.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE). ..... 243
*10.7.1 Introducción.* ..... *243*
*10.7.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *246*
*10.7.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *247*
*10.7.4 Descripción modelo de gestión.* ..... *248*
*10.7.5 Infraestructuras.* ..... *250*
10.8.- MODELO DE GESTIÓN DE SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL NO DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO (SANDACH) ..... 251
*10.8.1 Introducción.* ..... *251*
*10.8.2 Principios básicos y objetivos* ..... *253*
*10.8.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *254*
*10.8.4 Descripción modelo de gestión* ..... *255*
*10.8.5 Infraestructuras* ..... *256*
10.9.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS GANADEROS ..... 257
*10.9.1 Introducción.* ..... *257*
*10.9.2 Principios básicos y objetivos* ..... *260*
*10.9.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *261*
*10.9.4 Descripción modelo de gestión* ..... *264*
*10.9.5 Infraestructuras* ..... *264*
10.10.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS ..... 265
*10.10.1 Introducción.* ..... *265*
*10.10.2 Principios básicos y objetivos* ..... *266*

*10.10.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis ... 268*
*10.10.4 Descripción modelo de gestión ... 269*
*10.10.5 Infraestructuras ... 271*
10.11.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS FORESTALES ... 271
*10.11.1 Introducción. ... 271*
*10.11.2 Principios básicos y objetivos ... 272*
*10.11.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis ... 272*
*10.11.4 Descripción modelo de gestión ... 273*
*10.11.5 Infraestructuras ... 274*
10.12.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES ... 274
*10.12.1 Introducción. ... 274*
*10.12.2 Principios básicos y objetivos ... 275*
*10.12.3 Descripción modelo de gestión ... 277*
*10.12.4 Infraestructuras ... 280*
**11.- TECNOLOGÍA DE CONVERSIÓN TÉRMICA ... 281**
11.1.- INCINERACIÓN ... 285
*11.1.1 INCINERACIÓN SIMPLE SIN RECUPERACIÓN DE ENERGÍA ... 289*
*11.1.2 DESCRIPCIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. . 291*
*11.1.3 RECEPCIÓN DE LOS RESIDUOS, PREPARACIÓN Y CARGA. ... 293*
*11.1.4 COMBUSTIÓN Y EXTRACCIÓN DE ESCORIA ... 295*
*11.1.5 DEPURACIÓN DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN Y EMISIÓN O VERTIDO DE LOS MISMOS ... 297*
*11.1.6 SEPARADORES MECÁNICOS ... 300*
*11.1.7 PRECIPITADORES ELECTROESTATICO O ELECTROFILTROS ... 311*
*11.1.8 FILTROS DE TEJIDOS ... 316*
*11.1.9 SEPARADORAS POR VIA HUMEDA O LAVADORES. ... 317*
*11.1.10 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL ... 319*
*11.1.11 CAUDAL DE GASES ... 325*
*11.1.12 PROPIEDADES DEL GAS EFLUENTE. ... 330*
*11.1.13 CARGA CONTAMINANTE. TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTICULAS. ... 336*
11.2.- INCINERACIÓN CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA ... 337
*11.2.1 La Caldera ... 340*
**12.- TRATAMIENTO DE LOS RECHAZOS DE PLANTAS DE CLASIFICACIÓN MEDIANTE INCINERACIÓN CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA. ... 346**
12.1.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. BINOMIO INCINERACIÓN-VERTIDO. ... 346
**13.- EL PODER CALORÍFICO DE LOS COMBUSTIBLES ... 349**
13.1.- COMBUSTIBLES SÓLIDOS ... 350
13.2.- COMBUSTIBLES LÍQUIDOS. ... 350
13.3.- COMBUSTIBLES GASEOSOS. ... 352
13.4.- PODER CALORÍFICO Y TEMPERATURA DE LLAMA. ... 353
13.5.- FACTORES FÍSICOS RELATIVOS AL COMBUSTIBLE. ... 354
13.6.- ANÁLISIS INMEDIATO Y ELEMENTAL DE UN COMBUSTIBLE. ... 356
**14.- EL PROCESO DE OXIDACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS ... 361**
14.1.- EL CICLO ENERGÉTICO DE LOS RSU ... 362
14.2.- EL PODER CALORÍFICO DE LOS RSU ... 364

*14.2.1 La variación del poder calorífico de los RSU con la recogida selectiva.* ... *368*
14.3.- CARACTERIZACIÓN DEL RDF ... 370
14.4.- CONTAMINANTES DEL RDF ... 372
14.5.- EL FANGO DE EDAR COMO COMBUSTIBLE ... 372
*14.5.1 Conversión energética de fangos de EDAR* ... *374*
**15.- APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA. ... 380**
15.1.- CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA ... 381
15.2.- TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS DE LA BIOMASA. ... 383
15.3.- LA CALIDAD DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE ... 384
15.4.- CONSUMO DE BIOMASA ... 385
**16.- COMBUSTIBLES RENOVABLES GASEOSOS ... 391**
16.1.- EL BIOGÁS. ... 391
16.2.- FERMENTACIÓN METÁNICA DE LA BIOMASA ... 393
16.3.- SISTEMA DE TRATAMIENTO TÉRMICO: LA INCINERACIÓN. ... 394
*16.3.1 Principios químicos de las conversiones energéticas.* ... *400*
*16.3.2 El proceso de incineración sobre la parrilla* ... *402*
*16.3.3 La adición de aire en la incineración* ... *413*
*16.3.4 Aire de combustión y turbulencia* ... *415*
*16.3.5 Incineración de residuos en masa* ... *419*
*16.3.6 Estudio de una planta incineradora de RSU* ... *423*
*16.3.7 Balance de materia y energía típico de una incineradora* ... *425*
*16.3.8 El perfil de temperaturas en una incineradora* ... *432*
*16.3.9 Evolución en la eficacia de la incineración de los RSU* ... *434*
*16.3.10 Previsiones sobre la incineración de RSU* ... *437*
*16.3.11 Aspectos legales y criterios* ... *439*
*16.3.12 El marco legal de la incineración* ... *439*
*16.3.13 La coincineración.* ... *442*
*16.3.14 Parámetros a evaluar en la incineración de residuos* ... *444*
**17.- PLAN DE CONTENERIZACIÓN ... 450**
17.1.- INTRODUCCIÓN ... 450
*17.1.1 Marco.* ... *450*
*17.1.2 Objetivo.* ... *450*
*17.1.3 Situación de partida.* ... *451*
*17.1.4 Soluciones.* ... *451*
17.2.- METODOLOGÍA. ... 452
*17.2.1 Información previa.* ... *453*
*17.2.2 Trabajo de campo.* ... *453*
*17.2.3 Análisis SIG* ... *454*
17.3.- SITUACIÓN DE RECOGIDA SELECTIVA EN LA MATANZA DE ACENTEJO ... 456
*17.3.1 Análisis de la situación actual.* ... *457*
*17.3.2 Análisis SIG* ... *457*
17.4.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN SANTA ÚRSULA ... 461
*17.4.1 Análisis de la situación actual.* ... *462*
*17.4.2 Análisis SIG* ... *463*

17.5.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN EL SAUZAL. ..... 465
*17.5.1 Análisis de la situación actual* ..... *466*
*17.5.2 Análisis SIG* ..... *466*
17.6.- SERVICIO PUERTA A PUERTA DE TACORONTE. ..... 468
*17.6.1 Análisis SIG* ..... *470*
*17.6.2 Propuesta* ..... *471*
*17.6.3 La recogida selectiva en Tacoronte* ..... *473*
*17.6.4 Análisis de la situación actual* ..... *474*
*17.6.5 Análisis SIG* ..... *475*
17.7.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN LA VICTORIA DE ACENTEJO ..... 477
*17.7.1 Análisis de la situación actual* ..... *478*
*17.7.2 Análisis SIG* ..... *479*
**18.- ESTUDIO DE RUTAS PARA LAS RECOGIDAS SELECTIVAS ..... 481**
18.1.- MODELO DE DISEÑO DE RUTAS ..... 481
18.2.- DEFINICIÓN DE TIEMPOS. ..... 482
18.3.- ESCENARIOS DE ANÁLISIS. ..... 484
18.4.- ESTRUCTURA DE LOS CUADERNILLOS. ..... 485
18.5.- DATOS DE ENTRADA ..... 486
18.6.- FICHAS DE PARÁMETROS POR RUTA ..... 486
18.7.- MAPAS DE RUTAS Y LEYENDAS. ..... 488
18.8.- MAPA DE UBICACIÓN ISLA DE TENERIFE. ..... 490
18.9.- FICHA RESUMEN DE PARÁMETROS ISLA DE TENERIFE. ..... 491
**19.- CONTENEDORES VACRI (VOLTEO PARA LA ASISTENCIA DE CONTENEDORES RODANTES INDIVIDUALES) ..... 492**
19.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 492
*19.1.1 Marco.* ..... *492*
*19.1.2 Objetivo* ..... *492*
*19.1.3 Situación de partida.* ..... *493*
*19.1.4 Soluciones propuestas.* ..... *493*
19.2.- METODOLOGÍA EMPLEADA. ..... 494
*19.2.1 Criterios de ubicación.* ..... *494*
*19.2.2 Trabajo de campo.* ..... *496*
*19.2.3 Análisis SIG.* ..... *497*
*19.2.4 Fase de Alegación.* ..... *498*
*19.2.5 Presentación de resultados* ..... *499*
19.3.- RESUMEN DE RESULTADOS. ..... 500
19.4.- CONCLUSIONES. ..... 501
**20.- PLAN DE ORDENACIÓN DE UN COMPLEJO AMBIENTAL. EL COMPLEJO AMBIENTAL DE TENERIFE ..... 502**
20.1.- DOCUMENTO DE ORDENACIÓN. ..... 502
*20.1.1 Entorno territorial.* ..... *502*
*20.1.2 Accesibilidad y conectividad* ..... *504*
*20.1.3 Integración con la actividades más importantes del entorno* ..... *505*

20.2.- CONDICIONES DE ORDENACIÓN. ..... 508
*20.2.1 Estructura actual de la propiedad del suelo* ..... *508*
*20.2.2 Situación actual del planeamiento.* ..... *508*
20.3.- ASPECTOS AMBIENTALES ..... 510
*20.3.1 Valoración del entorno del Complejo Ambiental de Arico* ..... *510*
*20.3.2 Principales alteraciones ambientales previsibles* ..... *513*
*20.3.3 Conclusiones de diagnostico* ..... *515*
20.4.- EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS. ..... 524
*20.4.1 Análisis ambiental de la ordenación propuesta* ..... *524*
*20.4.2 Viabilidad ambiental del Plan Territorial Parcial* ..... *525*
*20.4.3 Efectos socioeconómicos.* ..... *527*
20.5.- DESARROLLO DEL PLAN TERRITORIAL PARCIAL. ESTRUCTURA FUNCIONAL ..... 529
*20.5.1 Modelo de Ordenación Propuesto* ..... *529*
*20.5.2 Esquema funcional del Modelo de Ordenación.* ..... *531*
20.6.- INFRAESTRUCTURAS. ..... 537
*20.6.1 Red de abastecimiento de agua* ..... *537*
*20.6.2 Red de saneamiento.* ..... *540*
*20.6.3 Red de suministro de energía eléctrica* ..... *543*
*20.6.4 Red de accesos* ..... *546*
*20.6.5 Red de telefonía y comunicaciones* ..... *548*
*20.6.6 Red de cauces naturales y canalización de barrancos* ..... *550*
20.7.- PROGRAMA DE ACTUACIÓN ..... 551
*20.7.1 Áreas de vertido* ..... *551*
*20.7.2 Polígono de empresas recicladoras* ..... *553*
*20.7.3 Áreas de tratamiento y servicios generales* ..... *554*
*20.7.4 Interrelaciones entre programas de Actuación por Áreas.* ..... *555*
**21.- PROGRAMA DE ACTUACIONES E INVERSIONES. ..... 557**
21.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 557
21.2.- MEMORIA ECONÓMICA ..... 557
*21.2.1 Metodología* ..... *557*
*21.2.2 Resultados.* ..... *559*
*21.2.3 Modelos de financiación.* ..... *559*
**22.- CONCLUSIONES ..... 561**
**23.- BIBLIOGRAFÍA ..... 564**
**24.- ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS. ..... 569**

# 0.- INTRODUCCIÓN

Desde las sociedades primitivas, los seres humanos y los animales han utilizado los recursos de la Tierra para su supervivencia, utilizando ésta para la evacuación de sus residuos, que pasaban a formar parte de los ciclos biológicos.

En las sociedades primitivas, los residuos generados por las poblaciones son perfectamente asimilables por el entorno, no solo porque sus cantidad no es significativa, sino porque su naturaleza les hace fácilmente asumibles por el medio.

El problema de los residuos comienza con el desarrollo de la población y de la sociedad moderna, no sólo en el aspecto que se refiere a la cantidad de residuos que ésta genera (difícilmente asimilables por la naturaleza), sino y de manera importantísima, a la calidad de los residuos producidos.

En las sociedades primitivas y rurales las materia primas utilizadas son sencillas y de escasa transformación, por lo que los residuos que resultan de su utilización son fácilmente reciclables por la naturaleza. La aparición de la sociedad urbana e industrial que utiliza materia primas muy elaboradas y transformadas genera residuos de difícil reciclaje por parte de los ecosistemas.

Con el aumento de la generación de residuos y la concentración de las poblaciones en los entornos urbanos, se hace necesario la realización de serios estudios sobre la prognosis de la generación de residuos. A su vez, y como consecuencia de los motivos expuestos, se hace completamente necesario la realización de planes de gestión de residuos y de modelos de los diferentes flujos de residuos, con el objeto de ordenar y establecer los diferentes procesos y tratamientos para los mismos.

Para ello hay que establecer los mecanismos necesarios para recoger, de diversas formas, los residuos desde los puntos en los que se generan y transportarlos hasta los lugares en donde se ubican la infraestructuras de

gestión y tratamiento de los residuos.

La recogida de residuos domiciliarios o residuos urbanos, ha pasado por diferentes fases, desde la recogida de los mismos en bolsas depositadas en las puertas de los domicilios, hasta los actuales modelos de recogida que consisten en la recogida selectiva de los diferentes tipos de residuos que se generan, en contenedores específicos para ello y con sistemas informátios que optimizan las rutas de recogidas y obtienen datos del volumen o peso de residuos que se recogen en los diferentes contenedores.

Siguiendo los principios que marcan las Directivas Europea para la gestión de residuos, reducción, reutilización, reciclado, valorización y vertido, se establecen, en orden de importancia, las actuaciones necesarias para la correcta gestión de los mismos.

Es necesario la realización de fuertes campañas de concienciación con el objetivo de reducir la cantidad de residuos que se generan, aumentar la cantidad de residuos que se recogen de manera diferenciada o selectivamente, al igual que se hace necesario la creación de la industria del reciclado, dándole valor a los residuos, convirtiéndolos en recursos o materias prima de estas actividades.

Una vez desarrolladas estas medidas y antes de realizar el vertido en las correspondientes celdas de residuos, debidamente impermeabilizadas, en la que se realiza una explotación de la misma con un mantenimiento posterior con un revegetado y la extracción y valorización energética del biogás que se produce en ellas, las Directivas Europeas indican que es necesario realizar la valorización de los residuos.

Es por el motivo por el que se desarrolla de manera detallada, la valorización energética con recuperación de energía, de los residuos y rechazos de las plantas de tratamiento. De esta forma, se disminuye la cantidad de rechazos de residuos tratados en las diversas plantas o infraestructuras de tratamiento de residuos que podrían ir a las celdas de los complejos ambientales.

Igualmente, conjuntamente con los diversos modelos de gestión de

residuos, se hace necesario la planificación de un Complejo Ambiental, en donde se realizará el tratamiento de las diferentes corrientes de residuos y en el cual se ubicarán las celda modulares que recibirán los diferentes tipos de residuos que pudieran llegar a los complejos ambientales.

# 1.- ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CIENCIA RESPECTO A LOS MODELOS DE GESTIÓN DEL FLUJO DE RESIDUOS URBANOS EN OTROS PAÍSES.

## *1.1.- MATERIA ORGÁNICA EN LA UNIÓN EUROPEA (UE).*

Tabla 1.1 Opciones de gestión de los residuos biodegradables municipales (BMW). (PTEOR)

| Flujo de residuos | Incineración | Gasificación | Pirólisis | Compostaje para reducción de peso | Compostaje | Digestión anaerobia | Reciclado | Reutilización | Triaje manual o mecánico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MO mezclada con basura en masa | ✓ | | | ✓ | | ✓ | | | ✓ |
| Comida y jardín | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Comida | | | | | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| Jardín | | | | | ✓ | ✓ | | | |
| Papel | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Téxtil | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | |
| Madera | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | |

### *1.1.1 Dinamarca.*

Estrategias clave e instrumentos utilizados:

- Política nacional en relación a la incineración con recuperación de energía de los residuos municipales.
- Tasa de residuos para vertido e incineración para fomentar el reciclado y la recuperación.
- Prohibición del vertido de residuos que son adecuados para la incineración.
- Requerimiento legal a los entes locales de recogida selectiva de los BMW de supermercados y de los restos de comida en bares y restaurantes que generen más de 100 kg/semana de restos de comida.
- Estándares para el uso del compost y el resultado de la digestión anaerobia en granjas (se realizan muestreos puntuales para comprobar la calidad del compost)
- Política nacional de incremento del reciclaje de BMW.

Estrategias previstas:

- Promover la recogida selectiva de restos de comida de los domicilios y su tratamiento en plantas de digestión anaeróbica (plantas de biogás)
- Parar el vertido de los residuos biodegradables y de los residuos adecuados para incineración. Este tipo de residuos deben ser reciclados o incinerados

(1)El término “residuos adecuados para la incineración” incluye los residuos con valor calorífico positivo (p.e. residuos municipales en masa, “bolsa negra”), pero no residuos que de acuerdo con la legislación danesa esta prohibido incinerar (p.e. PVC), residuos que causan problemas medioambientales al incinerarse y residuos que de acuerdo con la legislación deben ser separados para su reciclaje o tratamiento especial

(2)Estos residuos de restos de comida en bares y restaurantes son actualmente reprocesados para fabricar piensos animales.

(3)Aproximadamente el 50% de las plantas de compostaje de Dinamarca venden su compost por aprox. 8.70 €/t. El resto lo da gratis o lo utilizan

dentro del propio municipio.

Tabla 1.2 Gestión de BMW en 1998. (PTEOR)

| | Dinamarca |
|---|---|
| Vertedero | 5,3% |
| Incineración con recuperación de energía | 54,3% |
| Compostaje | 29,6% |
| Reciclaje | 10,4% |
| Digestión anaerobia | 0,4% |

### *1.1.2 Holanda*

Estrategias clave e instrumentos utilizados:

- Prevención y minimización de residuos (acuerdos voluntarios, comunicación/sensibilización…)
- Responsabilidad del productor (acuerdos entre productores y entes locales…)
- Alto grado de recogida selectiva (75% de la población separa la fracción biodegradable de los residuos). El compostaje doméstico no forma parte de la estrategia nacional
- Prohibición del vertido de residuos biodegradables
- Estándares de calidad y uso del compost y certificado emitido por la industria compostadora de BMW que cubre el control del proceso y del producto final
- Tasas de vertido e incineración
- Otras medidas fiscales (tasa en bolsa de basura o tasa basadas en el

tamaño del domicilio, el tamaño del contenedor, la frecuencia de recogida o el peso de los residuos recogidos por domicilio)

*Tabla 1.3 Gestión de BMW en 1998 (PTEOR)*

| | Holanda |
|---|---|
| Vertedero | 13,1% |
| Incineración con recuperación de energía | 36,5% |
| Compostaje | 33,3% |
| Reciclaje | 19% |
| Digestión anaerobia | - |

### *1.1.3 La Coruña*

***Ámbito***

| | |
|---|---|
| Ámbito: | Municipio de A Coruña |
| Extensión ($Km^2$): | 36,8 $Km^2$ |
| Nº de habitantes: | 243.785 hab. |

***Perfil socio demográfico:*** La escasez de suelo y la necesidad de lugares de esparcimiento urbano hace que éste sea más rentable como solar edificable, determinando que las superficies dedicadas a la actividad agrícola e industrial se traladen actualmente a los municipios limítrofes de La Coruña. No obstante, su carácter de municipio costero otorga a la Pesca gran importancia (más que por sus puestos de trabajos directos, por los indirectos que esta actividad genera en otros sectores). Todo esto hace que el sector Servicios sea el

predominante en la ciudad, constituyéndose en el centro económico y cultural del área o comarca circundante y que funcionalmente juega el papel de una metrópoli regional, cuya influencia se manifiesta no sólo en la comarca, sino también en toda la comunidad.

***Gestión realizada***

***Recogida:*** Primera selección en los hogares con ecocubo (con dos compartimentos separados, para la materia orgánica -44 % en peso- e inorgánica -excepto papel y vidrio-) o con cualquier bolsa (durante la primera fase del plan, el Ayuntamiento repartió más de 90.000 ecocubos). Estas bolsas se depositan posteriormente en los contenedores de las calles. Los dos contenedores aparecen juntos. El verde, más pequeño, identificado con la leyenda "Deposita aquí solo tus restos de alimentos“, es para la materia orgánica (5.274 contenedores, la mayoría con capacidad de 240 litros). El contenedor grande, semejante al habitual, con tapa de color amarillo, es para los residuos inorgánicos (unos 7.500 contenedores, con capacidad de 770 litros).

***Rutas de recogida:*** Actualmente, la empresa concesionaria del servicio utiliza 37 camiones de recogida, organizados para cubrir el servicio:

- 15 camiones de doble caja (realizan el vaciado en el mismo camión de los dos contenedores). Su capacidad total es de 20 a 23 metros cúbicos, de los que dedican dos tercios (aproximadamente 13 a 15 metros cúbicos) a los residuos inorgánicos, que ocupan un mayor volumen, y el resto a la materia orgánica. Este tipo de camión también es el empleado para la recogida en los Polígonos Industriales.
- El resto de camiones son más pequeños, con capacidades de 8 a 12 metros cúbicos, que cubren dos o tres rutas. Uno de los camiones está dedicado exclusivamente a realizar recogidas especiales, del tipo de retirada de muebles y enseres voluminosos.
- Cada contenedor se limpia con una regularidad de

aproximadamente 24 días, aunque el servicio se refuerza con ocasión de acontecimientos especiales o en zonas donde es necesario con mayor frecuencia, como plazas y mercados.

**Tratamiento:** Planta integral para el tratamiento de los residuos:

- Planta de Triaje y Clasificación
- Planta de Tratamiento de la Materia Orgánica
- Instalaciones auxiliares (Depósito de Rechazos y Producción Energética).

*Figura 1.1 Planta de selección. La Coruña (PTEOR)*

La Planta comenzó a funcionar en Noviembre de 1999 con el tratamiento de la fracción inorgánica y en Septiembre de 2000 para la fracción orgánica.

Son 180.000 metros cuadrados dedicados a la gestión integral de los residuos en los que se han invertido más de 7.000 millones de pesetas. Su capacidad de tratamiento es de 220.000 toneladas / año. Hoy ya trata cerca de 185.000 toneladas, de las que 100.000 son de materia orgánica, procedentes de A Coruña y de la Mancomunidad de Municipios del Área Metropolitana. Ofrece empleo directo a 150 trabajadores e indirecto a otros 230. Casi 550 toneladas al día de residuos entran en esta Planta para su revalorización.

**Planta de triaje y clasificación:** Área de recepción y descarga (descarga y separación de voluminosos), cinta de transporte (selección de objetos de gran

tamaño y apertura y separación de bolsas), cabina de selección o triaje (triaje manual de papel/cartón, plásticos según calidad y color, vidrio; selección mecánica de envases metálicos férricos y envases de aluminio y mixtos/tetra-briks), prensas y almacenes (prensa para papel, plásticos y residuos mixtos, para envases de aluminio, para envases férricos).

**Planta de tratamiento de la fracción orgánica (compost y biogas):**

Hasta hace diez años, el compostaje aerobio era la única tecnología limpia disponible para el tratamiento de los restos orgánicos de la basura. Varios problemas, sin embargo, gravaban su aplicación: la generación de olores durante la descomposición, la necesidad de amplio espacio, y las dificultades de comercialización del abono resultante cuando el material de partida no estaba adecuadamente seleccionado.

A mediados de los años 90 se desarrolla a nivel industrial la biometanización, es decir, la fermentación anaerobia de estos restos orgánicos. Esta tecnología permite obtener de este proceso una mezcla de gases, el biogás, que puede utilizarse para la producción de electricidad, de vapor para calefacción, o como combustible. Este tratamiento permite además evitar los malos olores, exige menos espacio y brinda un abono de mejor calidad.

La combinación de ambas soluciones tecnológicas se ha mostrado como la mejor alternativa. Esta es la solución adoptada en la Planta de Nostián.

*Figura 1.2 Planta de tratamiento de la fracción orgánica. La Coruña (PTEOR)*

**Planta de tratamiento de la fracción orgánica (compost y biogás):**

- Recepción de los residuos: Los camiones que transportan los residuos orgánicos son pesados a la entrada y a la salida. Descargan su contenido en el foso de residuos biológicos y una grúa los traslada a las tolvas de alimentación, con filtros biológicos.
- Pretratamiento mecánico: En este momento se abren las bolsas que contienen los residuos y se separan y se eliminan los elementos no orgánicos que están mezclados por error. Después pasan por los primeros trituradores. Unas cribas continuas, rotatorias, separan tres fracciones: la de menor tamaño se envía a la fermentación anaerobia, la de tamaño medio se utiliza en la fermentación aerobia y la de mayor tamaño se rechaza y, empacada en balas, se destina al depósito.
- Digestión anaerobia (fermentación): Tras mezclarla con agua y microorganismos esta suspensión es conducida a los 4 digestores anaeróbicos (ausencia de oxígeno) por medio de bombas hidráulicas. Permanece aquí entre 28 y 32 días a aproximadamente 35 ºC. La descomposición produce diversos gases (vapor de agua, metano), denominados en conjunto biogás, que se destina a la generación de energía eléctrica.
- Deshidratación y compostaje: La materia orgánica procedente de la fermentación es deshidratada a la salida de los digestores, en los espesadores, y enviada a la nave de compostaje. Aquí es donde la materia orgánica, a lo largo de 40 días, termina su tratamiento por compostaje aeróbico. Periódicamente es volteada de forma mecánica, al tiempo que se le introduce aire mediante un conjunto de ventiladores. Finalmente se traslada a la estación de afino, donde se eliminan los inertes que aún pueda presentar y se seleccionan las granulometrías para su posterior

comercialización.

**Planta de tratamiento de la fracción orgánica (compost y biogás):**

*Respeto al medio ambiente.*

Todo el proceso final se lleva a cabo en el interior de naves cerradas dotadas de sistemas que extraen los olores y polvo en suspensión. Además, el interior de estas naves está en depresión con respecto al exterior, a fin de evitar el escape de olores.

Además toda la planta cuenta con elementos que garantizan este respeto e instalaciones complementarias para el tratamiento de aguas y aire:

- Biofiltros. El aire de salida de toda la planta es depurado por un biofiltro. Este equipo consta de un relleno vegetal de corteza de pino tratada sobre la que se desarrolla una biopelícula que elimina las partículas y sustancias causantes de olores. Además, los procesos de compostaje se realizan en presencia de ventiladores que extraen el aire y lo dirigen al biofiltro.
- Depuradora de aguas residuales. En la Planta se generan aguas residuales en diferentes procesos (lixiviados del depósito de rechazos, excedentes en la deshidratación de la materia orgánica, aguas de limpieza, etc.). Antes de ser vertidas a la red de saneamiento de la ciudad, esta aguas pasan por la depuradora del complejo, en la que se someten a una combinación de tratamientos físicos y biológicos que eliminan su potencial contaminante.

**Muebles y enseres:** A diferencia de otros Municipios, en A Coruña se hace una recogida diaria de estos materiales. El sistema empleado es el de aviso al teléfono de atención ciudadana 010. Si la llamada se realiza antes de las 12:00 la retirada se hace el mismo día, si no al día siguiente para poder organizar la ruta. El plazo máximo de espera es de 24 horas.

***Costes***

**Planta de tratamiento integral de Nostián:** Se han invertido más de 48

millones de euros.

***Normativa asociada***

**Normativa marco autonómica de residuos:** Ley 10/97 de Residuos Urbanos de Galicia.

Algunos datos sobre el contenido de la nueva directiva sobre tratamiento de la materia orgánica que actualmente está en fase de elaboración, concretamente en su segundo borrador. Esta directiva establece una exigencia mucho mayor en los procesos de compostaje de la materia orgánica, de tal manera que sólo se podrá hablar de Compost si éste procede de materia orgánica recogida por separado del resto. También tendrán que rebajarse considerablemente los niveles de metales pesados.

### *1.1.4 Irlanda.*

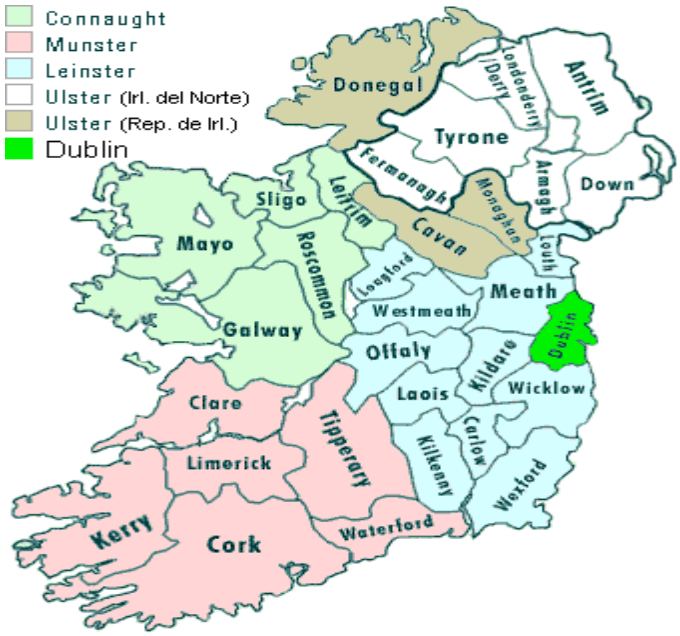
***Ámbito***

| | |
|---|---|
| **Ámbito:** | Irlanda |
| **Extensión ($Km^2$):** | 84.419 $Km^2$ (70.280 $Km^2$ la República de Irlanda) |
| **Nº de habitantes:** | 5,2 millones hab. (3,6 m hab República de Irlanda; 1,6 m hab Irlanda del Norte) |

**Perfil socio-demográfico:** La isla de Irlanda abarca una superficie de 84.419 km², de los cuales 70.280 km² (83,25%) constituyen los 26 condados (divididos en 4 provincias: Ulster, Munster, Leinster y Connaught) que se encuentran dentro de la jurisdicción de la República, con 26 condados, y 14.139 km² (16,75%) componen los seis condados de Irlanda del Norte bajo dominación británica.

Irlanda cuenta actualmente con una población de 3,7 millones de habitantes, de los cuales alrededor de 1 millón viven en la aglomeración de Dublín, capital del país. La densidad de la población es de 50,4 habitantes por Km².

Sus principales recursos económicos son: software informático, tecnología de la información, productos alimenticios, cervecería, e industria textil y de la confección.




***Gestión realizada***

**Situación en Irlanda antes de la elaboración de los planes de residuos:**

- Source segregation y kerbside recycliny limitado: solo algunas ciudades tenían facilidades para poder separar los residuos domésticos. Solo había una prueba piloto para la recogida selectiva de residuos orgánicos.
- Había 850 Bring sites con una distribución geográfica desigual, lo que significa que algunas comunidades rurales no tenían estas facilidades´.
- Había 6 estaciones de transferencia públicas que principalmente se utilizaban para repartir los residuos a vertedero y varias plantas privadas.

- Menos del 6% de los residuos biodegradables eran recuperados.
- No se disponía de tratamientos térmicos para los residuos municipales.
- El principal destino para los residuos es el vertedero.

**Objetivos de los Planes de Gestión de Residuos**

- La mayoría de planes contempla propuestas especificas para la Kerbside collection de materiales reciclables en áreas urbanas, y con objetivos de facilitar estos servicios en todas las ciudades de más de 500 hogares o 1500 habitantes. Inicialmente se recogerán los residuos secos reciblables, seguida de recogida selectiva de la fracción orgánica.
- También se proponen alcanzar una densidad de 1 “Bring Bank” por cada 500 o 1000 habitantes, sobretodo en áreas de recogida no segregadas. El esfuerzo se centra sobretodo en la recogida de vidrio y aluminio, más fácilmente reciclables, y menos atención en la recogida de papel y plásticos, que es más recogido con los sistemas “Kerbside”.
- Se propone una red de Civic Amenity Sites, principalmente para la recogida de residuos voluminosos reciclables y residuos domésticos peligrosos.
- Se prevé la creación de una red de Servicios de Recuperación de Materiales y Estación de Transferencias, para facilitar la recuperación (como el compostaje o platas de tratamiento térmico). Algunos planes también proponen establecer centros para residuos domésticos de reutilización/reparación.
- Todos los planes prevén la construcción de un Servicio de Tratamiento Biológico para residuos orgánicos.
- Generalmente los Planes identifican la necesidad de proporcionar a medio o largo plazo un Servicio de Tratamiento Térmico regional.

- Los distintos Planes prevén una ampliación de la capacidad de los vertederos a corto plazo y a medio-largo plazo una diversificación de tratamientos de residuos para evitar así su vertido.

**Generación total de residuos municipales (2002):**

En 2002 se generaron **2.723.730* toneladas de residuos municipales**. Esto supone unos 390 kg por persona. De estos residuos municipales, un 56% son domésticos, 41,5% comerciales y un 2,5% de limpieza de las calles.

Muchos domicilios, sobretodo en áreas rurales, todavía no tienen acceso a los servicios de recogida, y algunos no los utilizan, por lo que este dato se ha estimado.

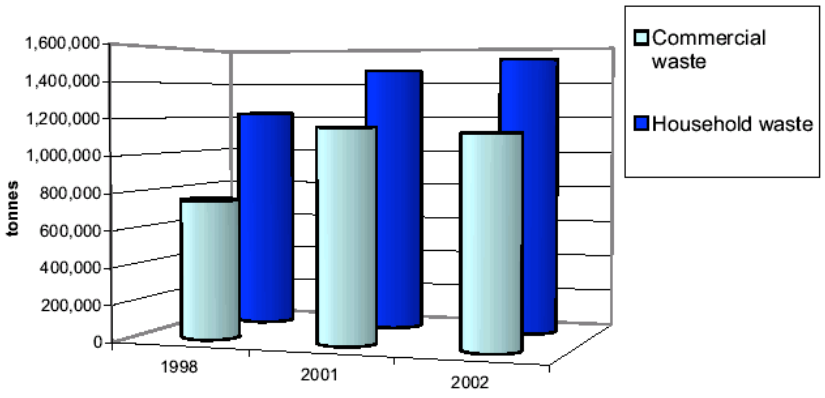



*Figura 1.3 Residuos urbanos y residuos comer1998-2002 Irlanda. (PTEOR)*

**Composición de los RU, por materiales (2002):**

Estos RU son los que llegan a los vertederos o a las plantas de recuperación.

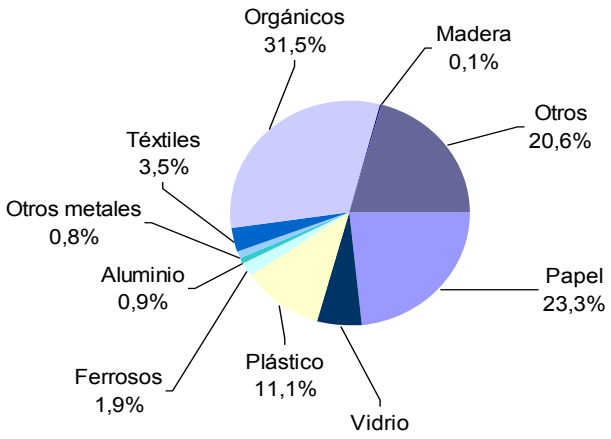



*Figura 1.4 Residuos domésticos*

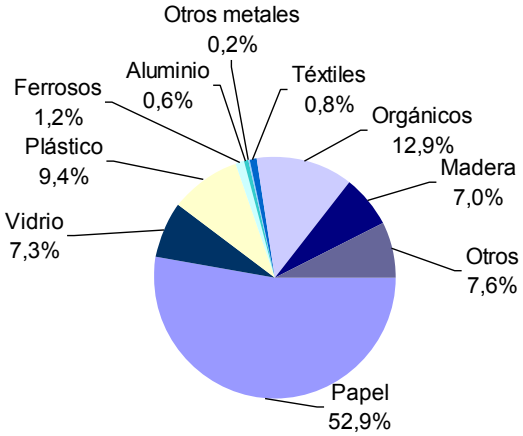



*Figura 1.5 Residuos comerciales*

**Generación de residuos de envases (2002):**

En 2002 se generaron 899.125 toneladas de residuos de envases

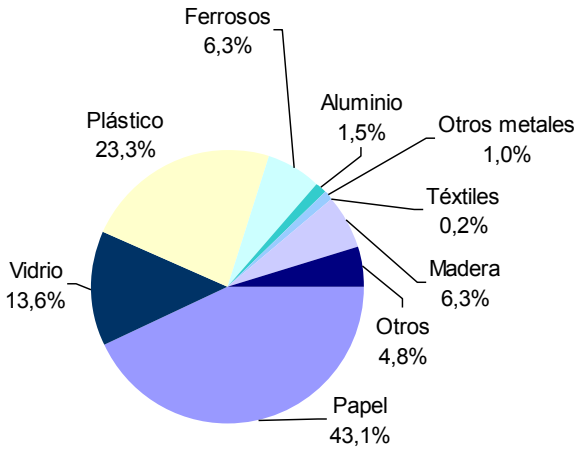



*Figura 1.6 Residuos de envases año 2002*

**Generación de residuos municipales biodegradables (2002).**

En 2002 se generaron 1.584.492 toneladas de residuos que pueden descomponerse biológicamente, como comida o restos de poda, papel, cartón, etc.

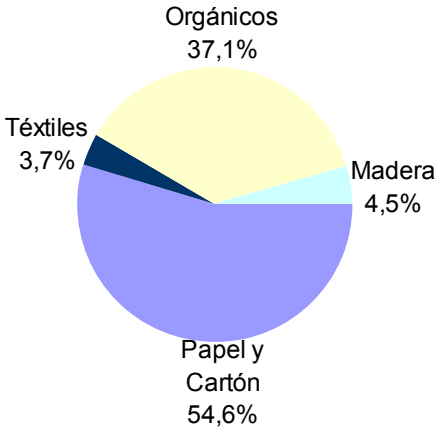



*Figura 1.7 Residuos municipales biodegradables año 2002*

**Modelo de gestión de los residuos municipales:**

La mayoría de residuos no agrícolas generados en Irlanda son destinados a vertedero. En 2001, 8,3 millones de toneladas fueron depositadas en vertedero. En 2002, 34 vertederos aceptaban residuos municipales.

El 5,6% de los residuos domésticos han sido desviados de ir a vertedero para ser recogidos selectivamente para su posterior reciclaje.

El número de *Bring Banks* que aceptan vidrio, latas de aluminio, tejidos, papel y otros residuos a incrementado de 837 en 1998 a 1.636 en 2002.

En 2001 había 53 *Civic amenity sites* que aceptaban residuos municipales como vidrio, metales, papel, plástico, restos de poda, equipos electrónicos y residuos peligrosos como baterías, aceite y fluorescentes.

*Tabla 1.4 Infraestructuras de gestión de residuos año 2002 y residuos gestionados (T) (PTEOR)*

| | Número (2002) | Capacidad |
|---|---|---|
| Vertederos | 39 | 1.901.864 tn. |
| *Bring banks* | 1.636 | 1 *BB* / 2.394 hab. |
| *Civic Waste Facilities* | 49 | |
| Servicios móviles para residuos peligrosos | 16 | 122 tn. residuos domésticos peligrosos |

***Normativa asociada***

**Marco normativo general de la República de Irlanda:**

- Ley de Gestión de Residuos, 1996: esta ley introdujo un nuevo sistema regulatorio para aplicar a las actividades de gestión de residuos y asignó nuevos poderes y funciones a las autoridades

públicas. Mientras se reconocía el alcance de participación de la gestión de residuos en el sector privado, se introdujo un amplio rol regulatorio para las autoridades locales y la Agencia de Protección del Medio Ambiente y se mantuvo un rol central de las autoridades locales en el suministro de servicios. En particular esta ley impuso la obligación a 34 autoridades locales de elaborar planes detallados de residuos y la obligación de recoger y proporcionar las herramientas necesarias para la recuperación y disposición de residuos domésticos.

- Ley de Gestión de Residuos (enmiendas), 2001
- Ley de Protección del Medio Ambiente, 2003

Otras ayudas

- Se introdujeron, en marzo de 2002, la Tasa para las Bolsas de Plástico y en julio de 2002, la Tasa para Vertedero (de 15€ por tonelada) para financiar el Fondo Ambiental, con el propósito de mejorar las infraestructuras de Irlanda.
- Actualmente, los domicilios pagan por la recogida de residuos y está previsto que en enero de 2005 se instaure un sistema de recogida pay-by-use.

## *Resultados*

### Resultados en Infraestructuras de Reciclado (2003)

*Tabla 1.5 infraestructuras de reciclado año 2003. (PTEOR)*

| | ***Recogida selectiva de residuos secos reciclables (número de domicilios)*** | ***Bring Banks*** | ***Civic Amentiy Sites (Centros de Reciclaje)*** | ***Plantas de Recuperación de Materiales, Plantas de Tratamiento biológico/Compostaje y Estaciones de Transferencia*** |
|---|---|---|---|---|
| ***Propuesto*** | ***>668.100**** | ***>1.887*** | ***>99*** | ***>41*** |
| ***Realizado*** | ***563.681**** | ***1.684*** | ***55*** | ***46*** |

*52.000 de estos domicilios tienen acceso a servicios para separar residuos orgánicos.

** No hay datos para algunas de las regiones.

### Vertido y recuperación de Residuos Municipales.

*Tabla 1.6 Vertido y recuperación de residuos municipales (PTEOR)*

| | **Toneladas vertidas** | **Toleradas recuperadas** |
|---|---|---|
| **1995** | **1.385.439 (92%)** | **117.732 (8%)** |
| **2001** | **2.061.140 (87%)** | **305.554 3%)** |

### *1.1.5 Cataluña.*

**Ámbito**

| | |
|---|---|
| **Ámbito:** | **Área Metropolitana de Barcelona** |
| **Extensión ($Km^2$):** | **587 $Km^2$** |
| **Nº de habitantes:** | **2.918.057 hab.** |

**Perfil socio-demográfico:** Área metropolitana alrededor de la ciudad de Barcelona, con 33 municipios de densidades de población elevadas (4.970 hab/$Km^2$ de media).

**Gestión realizada**

**Ecoparque Barcelona:**

El Ecoparque Barcelona, situado en el Polígono Industrial de la Zona Franca, es un equipamiento ambiental para el tratamiento integral de los residuos municipales del área metropolitana de Barcelona.

La función del Ecoparque Barcelona es valorizar la fracción orgánica y el *resto* (residuos indiferenciados o rechazo doméstico) a través de varios tratamientos complementarios como la selección y separación de materiales recuperables, el compostaje y la metanización. Sus objetivos generales son:

- Maximizar la producción de biogás y el compost de alta calidad.
- Minimizar el rechazo final, así como la parte orgánica que contiene.
- Gestionar y tratar los residuos asegurando la máxima protección del entorno.

La planta tiene una capacidad de tratamiento de 300.000 toneladas anuales, una quinta parte aproximadamente, del volumen total de residuos que

se genera en el área metropolitana.

Cada día llegan a la instalación más de 120 camiones con más de 800 toneladas de residuos:

ENTRADAS:

300.000 toneladas de residuos = 35.000 toneladas de materia orgánica de origen domiciliario y comercial + 250.000 toneladas del resto de residuos urbanos de los municipios que realizan la recogida selectiva + 15.000 toneladas de fracción vegetal de poda y jardinería.

SALIDAS:

56.000 toneladas de compost + 14 millones de metros cúbicos de biogás + 22.000 MWh de electricidad + 18 toneladas de productos valorizables.

El Ecoparque Barcelona es el resultado de un proceso de investigación que ha reunido las tecnologías más innovadoras en todas las líneas de proceso y ha incorporado varios dispositivos de seguridad y control ambiental:

- Biofiltros de depuración de aire: Para evitar la emisión no controlada de olores, se retienen y filtran todos los gases de la instalación antes de devolverlos al exterior. Se tratan mediante un sistema de doble etapa, que incluye un lavador químico para capturar el amoníaco, un lavador húmedo y un biofiltro. Este último está formado por dos alfombras de fibras de coco y raíces de coníferas, con capacidad de tratamiento de 340.000 $Nm^3/h$ de aire.
- El agua empleada en todos los procesos se recoge y se depura para reutilizarla en las propias instalaciones del ecoparque. Se dispone de una red integrada de recogida de lixiviados y aguas de limpieza y de un sistema de tratamiento biológico que depura las aguas residuales. De este modo, se minimiza su consumo global, lo que representa un ahorro económico para el ecoparque.

Valorización de la materia orgánica por la metanización y la cogeneración:

- Uno de los objetivos del Ecoparque Barcelona es recuperar la

materia orgánica contenida en los residuos que llegan a él y valorizarla mediante el proceso de metanización para producir biogás.

- La planta cuenta con cuatro digestores de 6.700 $m^3$ de capacidad en los que, durante unos veinte días, se fermenta la materia orgánica a una temperatura de 37 ºC. A partir de este proceso (denominado biometanización) se obtiene biogás, rico en metano y dióxido de carbono, apto para generar electricidad y calor mediante una planta de cogeneración constituida por cinco motores con una potencia total de 5 MW.
- El calor se reutiliza en el propio ecoparque para mantener estable la temperatura de los digestores. La electricidad (22 millones de kWh anuales) cubre el autoconsumo de las instalaciones (un 40%), mientras que el resto (60%) se exporta a la red eléctrica, con lo que se obtiene un rendimiento económico y un importante ahorro en el precio de la gestión del ecoparque.
- Por otra parte, el producto digerido se reincorpora a la línea de compostaje, en la que se obtiene un compost de baja calidad (43.000 toneladas anuales) que se destina principalmente a la restauración de suelos.

**Resultados**

| CARACTERÍSTICAS | ECOPARQUE BARCELONA | ECOPARQUE MONTCADA (1) | ECOPARQUE MEDITERÁNEO |
|---|---|---|---|
| Superficie | 6 ha | 8 ha | 1,1 ha |
| Inversión económica | 48,3 millones de € (2) | 49,9 millones de € | 45,1 millones de € |
| Capacidad total de tratamiento | 300.000 t/año | 240.000 t/año | 260.000 t/año |
| Producción de biogás | 14 millones | 12,6 millones | 12 millones $m^3$/año |

| | $m^3$/año | $m^3$/año | |
|---|---|---|---|
| **Producción de energía eléctrica** | **22.000 MWh/año** | **16.000 MWh/año** | **11.000 MWh/año** |
| **Producción de compost** | **56.000 t/año** | **38.000 t/año** | **40.000 t/año** |
| **Subproductos recuperados** | **18.000 t/año** | **23.000 t/año** | **29.700 t/año** |

(1) Una de las diversas medidas de protección del entorno y minimización de los impactos medioambientales del Ecoparque Montcada, fruto de un proceso de participación activa de todos los agentes implicados (Ayuntamiento de Montcada, partidos políticos, asociaciones cívicas del municipio y la Entidad Metropolitana del Medio Ambiente), es que para evitar el impacto paisajístico, la cota de los digestores y de una parte de la planta se ha hundido 4 metros, se han diseñado muros y cubiertas para integrarlas en el entorno y se han incorporado vegetación y barreras vegetales para mejorar las vistas desde los municipios colindantes.

(2) La inversión total realizada ha sido de 56 millones de euros, 19 de los cuales han sido aportados por la Unión Europea.

### *1.1.6 La Palma.*

***Ámbito.***

| | |
|---|---|
| ***Ámbito:*** | ***Isla de La Palma*** |
| ***Extensión ($Km^2$):*** | ***708 $Km^2$*** |
| ***Nº de habitantes:*** | ***81.507 hab.*** |

***Perfil socio-demográfico:*** Estancamiento poblacional y envejecimiento progresivo. El 20,3% de la población activa está ocupada en el sector agrario y

el 7,3% en el sector industrial. Tendencia a la intensificación de las explotaciones ganaderas. Implantación del turismo rural, huyendo del "producto turístico de masas". Reducido tamaño del territorio que genera una gran presión sobre el suelo. "Doble insularidad" (periferia respecto a la Península y respecto a las islas centrales de Gran Canaria y Tenerife).

***Gestión realizada.***

**Plan de Residuos Sólidos de La Palma:**

- La elaboración de abono orgánico de la máxima calidad posible constituye el objetivo prioritario del Plan, dada la considerable generación de residuos orgánicos fermentables en la isla – el 60% de todos los residuos sólidos –, el elevado impacto ambiental que produce su tratamiento actual – vertido incontrolado, incineración, abandono, y la pérdida de materia orgánica y mineral que ello representa de cara a la agricultura palmera. Respecto a esto último, es muy importante señalar el alto valor edafológico y fertilizante que tendrá el futuro abono, gracias a la labor de recuperación de los nutrientes que contienen, sobre todo, los residuos del plátano – en especial potasio - y el riguroso proceso de fermentación en reactores, cerrados y controlados por ordenador, que han sido proyectados para la instalación principal de la isla.
- Los programas de aprovechamiento descansan, en primer lugar, en la separación en origen y su posterior recogida selectiva, lo que garantiza un residuo limpio y fácilmente aprovechable que, en el caso del abono orgánico, es requisito indispensable para garantizar su alta calidad, y, en segundo lugar, en su comercialización real posterior.
- En lo que respecta a la recogida selectiva, ésta se considera el elemento técnico previo de mayor importancia y se contempla una experiencia piloto a desarrollar en los municipios de BREÑA ALTA y BREÑA BAJA, (unos 10.000 habitantes en total) con el fin de concretar y determinar todos los aspectos logísticos, técnicos y de comunicación con los vecinos que se pondrán en juego en toda la isla al extender esta modalidad de recogida al resto de la población.

| | | |
|---|---|---|
| FORM¹ ( r.s.u. domiciliario ) | 12,878 (1) | Tn/año |
| Agroalimentarios<br>Platanera 19.595<br>Vitivinícola 302<br>Almendra 160 | 20,057 | Tn/año |
| Ganaderos | | Tn/year |
| Lodos EDAR | 1,260 (2) | Tn/año |
| Industriales<br>Madera 844<br>Serrín y viruta 280<br>Polvo de tabaco 530 | 1,654 | Tn/año |
| Forestales<br>Ramas y astillas<br>Pinocha 400<br>Ornamental 203<br>Césped 161 | 8,444 | Tn/año |
| TOTAL | 44,503 | Tn/año |

¹ *Fracción Orgánica de los Residuos Municipales.*

*Residuos orgánicos fermentables generados anualmente en La Palma (1996) (PTEOR)*

**Plan de Residuos Sólidos de La Palma:**

- Las instalaciones previstas para la selección y compostaje de los residuos son tres: una central (municipio de El Paso) para recuperación de materiales reciclables y compostaje, y dos pequeñas, situadas en los extremos nor-oriental y nor-occidental de la isla, sólo para compostaje y cuya razón sólo está justificada por las extraordinarias dificultades que presenta el transporte debido a la compleja orografía. En conjunto se espera obtener unas 7.500 Tn anuales de compost de alta calidad.
- Para la fracción residual no recogida selectivamente, se establecen dos destinos posibles: incineración en la instalación de mayor capacidad y reciente construcción (situada en el municipio de El Paso), siempre que se garantice un funcionamiento ajustado como mínimo a la legislación vigente en materia de emisiones a la atmósfera, o su transformación en balas o fardos mediante prensado que permita su depósito final sin afecciones ambientales posibles. Esta última se considera en el Plan que constituye la solución más ecológica y económica aunque requiere de un mayor espacio para el depósito.
- Esta compleja estrategia de gestión a escala insular, que se deberá desarrollar a través de los programas previstos de prevención, aprovechamiento, recogida selectiva y destino final, exige contar con un organismo supramunicipal formado por Ayuntamientos y Cabildo que asuma

las competencias actuales en materia de gestión de residuos, tanto las municipales como las del propio Cabildo Insular.

- El coste total del PLAN se sitúa en torno a los 1.000 millones de pesetas (6 millones de Euros).

Así pues, el "Plan Integral de Gestión de Residuos de La Palma" está basado en la recogida selectiva en origen, separando inicialmente dos fracciones de la basura: materia orgánica y el resto. Esto permitiría elaborar un compost de buena calidad (a partir básicamente de esta fracción orgánica), el cual podría ser utilizado por el sector agrario, mientras que la otra fracción sería fácilmente separable de cara a su posible aprovechamiento (reciclaje).

El Plan pretende, además de dar una solución completa al grave problema actual de los residuos dentro de las más avanzadas y rigurosas prácticas de respeto ambiental, servir de instrumento para satisfacer demandas palmeras en los ámbitos económicos más importantes de la isla: la agricultura del plátano y el turismo.

En el primer caso, la producción de abono orgánico de alta calidad y elaborado para poder satisfacer las necesidades de materia orgánica y nutrientes de los cultivos de plátano – mejorando la calidad de la planta y la riqueza del suelo fértil y contribuyendo a una mayor ecologización de la agricultura – permitiría contar, por primera vez, con un suministro regular y adecuado desde la propia isla en condiciones económicas y de calidad muy ventajosas respecto a la oferta exterior.

Por otro lado, las instalaciones hoteleras podrán elevar su calificación y valoración ambiental al poder disponer de un instrumento de gestión de sus residuos en los términos más avanzados de Europa, tal y como ya demandan cada vez más los propios clientes, turistas en su mayoría procedentes de países en los que la recogida selectiva y el aprovechamiento de los residuos es práctica habitual y obligatoria.

Se finaliza la redacción de este Plan a finales de 1996 sin llevarse a cabo hasta el momento las actuaciones propuestas, por diversos motivos institucionales y políticos y no técnicos, y ello a pesar de contar dicho Plan con

el beneplácito de los grupos ecologistas y un amplio apoyo social.

# 2.- FUNDAMENTOS, PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE LA ORDENACIÓN. FUNDAMENTOS JURÍDICOS Y ESTRATÉGICOS.

## *2.1.- INTRODUCCIÓN.*

Un plan de gestion de residuos ha de fundamentarse en los principios y determinaciones contenidos en los documentos que sobre la gestión de residuos se han elaborado en la ONU, en la Unión Europea y en el desarrollo jurídico interno estatal y autonómico.

Se reseñan a continuación los principios estratégicos en los que se basan estos documentos y normas que, sobre distintos aspectos de la gestión de residuos, han desarrollado las instituciones antes mencionadas.

## *2.2.- LA AGENDA 21: CONFERENCIA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE. RIO DE JANEIRO 1992.*

La Agenda o Programa 21, documento marco de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro en 1992, destaca, en su capítulo 21, dedicado a la gestión ecológicamente racional de los residuos sólidos, que:

*"...el marco de la acción necesaria debería apoyarse en una jerarquía de objetivos y centrarse en las cuatro principales áreas de programas relacionadas con los desechos, a saber:*

a.- Reducción al mínimo de los desechos.

b.- Aumento al máximo de la reutilización y el reciclado ecológicamente racionales de los desechos.

c.- Promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racional de los desechos.

d.- Ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos.

Además, para cada una de estas áreas se proponen una serie de objetivos, destacamos:

- Objetivos principales del área de reducción
  - Estabilizar o reducir, en un plazo convenido, la producción de desechos destinados a su eliminación definitiva, formulando objetivos sobre la base del peso, el volumen y la composición de los desechos y promover la separación para facilitar el reciclado y la reutilización de los desechos.
  - Reforzar los procedimientos para determinar la cantidad de desechos y las modificaciones en su composición, con objeto de formular políticas de reducción al mínimo de los desechos.
  - Haber establecido para el año 2000 en todos los países industrializados programas para estabilizar o disminuir, si resulta practicable, la producción de desechos destinados a su eliminación definitiva, inclusive los desechos *per cápita*, en el nivel alcanzado en esta fecha.
  - Elaborar y aplicar métodos para vigilar la producción de desechos.
- Objetivos destacables del área de reaprovechamiento o reciclado.
  - Reforzar y ampliar los sistemas nacionales de reciclado de desechos.
  - Promover para el año 2000 la capacidad financiera y tecnológica en los planos nacional y local, según proceda, que sea suficiente para poder aplicar políticas y medidas de reaprovechamiento y reciclado de desechos.

- Elaborar programas de sensibilización e información del público para fomentar la utilización de productos reciclados.

- Llevar a cabo un amplio examen de las opciones y técnicas de reciclado de toda clase de desechos sólidos municipales. Las políticas de reaprovechamiento y reciclado deberían formar parte integrante de los programas nacionales y locales de gestión de los desechos.

- Determinar los posibles mercados para los productos reciclados.

- Ofrecer incentivos a las autoridades locales y municipales para que reciclen la máxima proporción de sus desechos.

- Fomentar la recogida por separado de las partes reciclables de los desechos domésticos."

- Objetivos destacables del área de eliminación

"Alentar a los países a que busquen soluciones para la eliminación de los desechos, dentro de su territorio soberano y en el lugar más cercano posible a la fuente de origen, que sean compatibles con la gestión ecológicamente racional y eficiente."

- Objetivos destacables del área de servicios

- Aplicar el principio de "quien contamina paga" mediante el establecimiento de tarifas para la gestión de los desechos que reflejen el coste de la prestación del servicio.

- Lograr que quienes generen los desechos paguen la totalidad del costo de su eliminación de forma inocua para el medio ambiente.

- Fomentar la institucionalización de la participación de las comunidades en la planificación y aplicación de procedimientos para la gestión de desechos sólidos.

- Elaborar y aplicar metodologías para la vigilancia de la producción de desechos.

- Reunir y analizar los datos para establecer objetivos y mantenerse al tanto de los progresos alcanzados.

## *2.3.- EL V PROGRAMA DE ACCIÓN COMUNITARIO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.*

Este Programa europeo, en su apartado 5.7 (Gestión de Residuos) plantea que:

*"...los residuos no son sólo una fuente potencial de contaminación, sino que pueden llegar a ser, además, materias primas secundarias."*

*En ese mismo apartado se resalta también que:* "la tendencia actual de generar cada vez más residuos debe detenerse e invertirse en lo que se refiere tanto a su volumen, como a los riesgos y daños que suponen para el medio ambiente."

*El Programa apuesta además por consolidar y seguir aplicando la Estrategia Comunitaria de residuos de 1990, en la que se establecía una jerarquía de opciones de gestión de los mismos.*

*Por otra parte, en su capítulo 8, el Programa se reafirma en dos principios básicos de la actuación comunitaria:*

a.- El principio de subsidiariedad, por el cual las decisiones deberán tomarse de la forma más cercana a los ciudadanos.

b- El principio de responsabilidad compartida, en la medida que tanto los "objetivos y metas presentados en el Programa, así como la finalidad última, el desarrollo sostenible, sólo pueden alcanzarse mediante una acción concertada por parte de todos los actores implicados."

*Además la responsabilidad compartida implica "*no tanto la selección de un determinado nivel de perjuicio de otro, sino, más bien, una intervención

mixta de actores e instrumentos en los niveles adecuados, sin poner en cuestión la división de competencias entre la Comunidad, los Estados miembros, las autoridades regionales y las locales."

### *2.4.- EL VI PROGRAMA DE ACCIÓN COMUNITARIO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE.*

El VI Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente vino precedido de un documento propuesta que fijó las bases de lo que posteriormente fue el documento definitivo. Se recogen a continuación los aspectos más relevantes relativos a la gestión de residuos de los documentos mencionados: la Propuesta (2001) y el propio VI Programa aprobado finalmente (2002).

### *2.5.- LA PROPUESTA DEL VI PROGRAMA DE ACCIÓN: MEDIO AMBIENTE 2010.*

La propuesta de VI Programa de Acción de 2001, aborda en su apartado 6 la problemática de la gestión de residuos desde la perspectiva más general del uso sostenible de los recursos naturales.

En concreto, en su apartado 6.1, dedicado a la eficacia y gestión de los recursos, se dice que:

*"El uso de recursos no renovables como los metales, los minerales y los hidrocarburos y la producción de residuos que generan tienen numerosas repercusiones sobre el medio ambiente y la salud de las personas. El consumo de recursos no renovables limitados nos pone asimismo ante el dilema moral de decidir la cantidad de recursos que podemos utilizar hoy y la cantidad que tenemos que dejar a las generaciones futuras, pero esta cuestión no es estrictamente de naturaleza medioambiental y es preferible tratarla dentro de una estrategia global de desarrollo sostenible."*

Plantea en este apartado los siguientes objetivos:

- "Velar por que el consumo de recursos renovables y no renovables, así como sus repercusiones, no superen la capacidad de carga del medio ambiente.

- Disociar el uso de los recursos del crecimiento económico, mejorando sensiblemente la eficacia de su uso, desarrollando una economía menos materialista y previniendo la producción de residuos."

Por otra parte, relativo a la prevención y gestión de los residuos, la propuesta del VI Programa ratifica la Estrategia Comunitaria de residuos y, en concreto, dice que:

*"La estrategia comunitaria en materia de política de gestión de los residuos se basa en el principio fundamental de la distinción jerárquica de los residuos, que da preferencia en primer lugar a la prevención, seguidamente a la recuperación de los residuos (que incluye su reutilización y reciclado y la recuperación de energía y que da preferencia a la recuperación material) y, por último, a la eliminación de los residuos, que incluye la incineración sin recuperación energética y el vertido."*

Cuando analiza el problema causado por los residuos en general, sin distinguir el tipo o el origen de los mismos, la propuesta reconoce que:

*"Sin iniciativas nuevas, todas las previsiones apuntan hacia un aumento del volumen de los residuos generados en la Comunidad en el futuro próximo.*

A medida que la sociedad prospera y se hace más productiva, la demanda de productos aumenta. Si a eso se añade la disminución del ciclo de vida de los productos, el resultado es una cantidad creciente de residuos de los propios productos y de las actividades asociadas de extracción minera y fabricación. Al mismo tiempo, muchos productos son cada vez más complejos y utilizan toda una gama de sustancias, lo que puede agravar los riesgos que los residuos presentan para la salud de las personas y el medio ambiente.

Está claro que si la sociedad sigue las pautas actuales de consumo y producción, continuarán aumentando las cantidades de residuos, de los que una parte significativa continuará siendo peligrosa."

Y para tratar de paliar los problemas derivados de esta realidad, la propuesta propone los siguientes objetivos y metas de cara al futuro, con carácter general y para todo tipo de residuos:

- Objetivos:
  - Disociar la producción de los residuos del crecimiento económico y lograr una reducción significativa global del volumen de residuos generados mediante mejores iniciativas de prevención de los residuos, un uso más eficaz de los recursos y un cambio hacia pautas de consumo más sostenibles.

En lo que se refiere a los residuos que continuarán generándose, lograr una situación en la que:

- Los residuos no sean peligrosos o, al menos, presenten riesgos muy bajos para el medio ambiente y la salud.
- La mayor parte de los residuos se reintroduzca en el ciclo económico, especialmente mediante el reciclado, o se devuelvan al medio ambiente en una forma útil (por ejemplo, compost) o inocua.
- Las cantidades de residuos que todavía necesiten ser eliminados definitivamente se reduzcan al mínimo absoluto y sean destruidas con toda seguridad.
- Los residuos se traten lo más cerca posible del lugar en que se generen.

- Metas:
  - Dentro de una estrategia general de prevención de los residuos y mayor reciclado, lograr, antes de que finalice el Programa, una reducción significativa de la cantidad de residuos eliminados y de los volúmenes de residuos peligrosos generados.
  - Reducir la cantidad de residuos destinados a la eliminación definitiva en un 20% de aquí a 2010 y en un 50% de aquí a 2050, en comparación con las cifras de 2000.

- Reducir los volúmenes de residuos peligrosos generados en un 20% de aquí a 2010 y en un 50% de aquí a 2020 en comparación con las cifras de 2000."

## *2.6.- EL VI PROGRAMA DE ACCIÓN.*

El VI Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente, aprobado mediante la Decisión Nº 1600/2002/CE, de 22 de julio de 2002, del Parlamento Europeo y del Consejo, plantea como su cuarta prioridad clave la relativa a los recursos naturales y residuos.

Así, en su artículo 8.1, relativo a los Objetivos y Ámbitos prioritarios de actuación sobre el uso y la gestión sostenibles de los recursos naturales y los residuos, sostiene que las metas enunciadas en el artículo 2 del Programa se deberían alcanzar a través de los siguientes objetivos:

- "procurar garantizar que el consumo de recursos y sus correspondientes efectos no superen el umbral de saturación del medio ambiente y lograr una disociación entre crecimiento económico y utilización de los recursos. (...),"
- alcanzar una importante reducción global de los volúmenes de residuos generados, mediante estrategias de prevención de producción de residuos, mayor eficiencia de los recursos y un cambio hacia modelos de producción y consumo más sostenibles,
- una importante disminución de la cantidad de residuos destinados a su eliminación y del volumen de residuos peligrosos producidos, impidiendo el incremento de las emisiones al aire, el agua y el suelo,
- fomentar la reutilización de los residuos que se sigan generando: se debería reducir su nivel de peligrosidad y suponer tan poco riesgo como sea posible; debería darse preferencia a su recuperación, y especialmente a su reciclado; la cantidad de residuos destinados a la eliminación debería reducirse al máximo y ser eliminada en condiciones

de seguridad; los residuos destinados a eliminación deberían tratarse lo más cerca posible del lugar donde se generaron, sin que ello suponga una menor eficacia de las operaciones de tratamiento."

Además, en su artículo 8.2, revalida la vigencia de la estrategia comunitaria de gestión de residuos (Estrategia Comunitaria de gestión de residuos. Resolución del Consejo de 24 de febrero de 1997) al aprobar que:

*"Se procurará alcanzar estos objetivos teniendo en cuenta la política de productos integrada y la estrategia comunitaria pertinente de gestión de residuos"* (Resolución del Consejo de 24 de febrero de 1997 sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos).

## *2.7.- LA ESTRATEGIA COMUNITARIA PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y OTRAS ESTRATEGIAS CONEXAS*

Dentro de este apartado incluimos la Estrategia Comunitaria para la gestión de los residuos de 1989, la Revisión de esta estrategia comunitaria de los años 1996/1997 y la Estrategia para la reducción de las emisiones de metano de 1996. Estos tres documentos conforman una aproximación doctrinal que informa la totalidad de la política de recursos y residuos de la Comunidad

### *2.7.1 La estrategia comunitaria de 1989 para la gestión de los residuos. Resolución del consejo de 7 de mayo de 1990*

Establece una jerarquía de opciones para la gestión de los residuos, cuyo primer lugar ocupan las medidas tendentes a evitar que éstos se generen, seguidas por el fomento de su reutilización, reciclado, valorización y, finalmente, por la optimización de los métodos de eliminación definitiva de los residuos no valorizados.

En concreto, y en su resultando nº 8, la Estrategia:

a.- "Considera que tanto la cantidad como la toxicidad de los desechos destinados al vertido deben reducirse siempre que resulte apropiado y que, a tal fin, deben fomentarse los procesos de tratamiento previo.

b.- Señala que la incineración puede ser un medio útil para reducir el volumen de residuos y recuperar energía, siempre que se lleve a cabo según las normas adecuadas.

c.- Insta a la Comisión a que complete, con carácter de urgencia, sus propuestas sobre incineradoras para residuos industriales, a que considere normas adicionales relativas a incineradoras para residuos municipales y a que proponga los criterios y normas para la eliminación en vertederos, incluida la vigilancia posterior"

### *2.7.2 Revisión de la estrategia de 1996 para la gestión de los residuos. Resolución del Consejo, 11 de Diciembre de 1996. La estrategia comunitaria de gestión de residuos. Resolución del consejo, 24 de Febrero de 1997.*

Con fecha 30-7-96 se procedió a revisar la estrategia comunitaria para la gestión de residuos.

Este documento confirma la jerarquía de principios que estableció el documento de 1989 sobre la estrategia comunitaria en materia de gestión de residuos:

*"...la prevención de los residuos sigue siendo la máxima prioridad, seguida por la valorización y, en última instancia, la eliminación segura de los residuos."*

El nuevo documento jerarquiza la gestión en tres grandes escalones que, por orden de preferencia, son la prevención, la valorización y la eliminación.

Dentro de cada escalón a su vez se establecen preferencias de gestión tanto a nivel cuantitativo, respecto a las cantidades de residuos y productos susceptibles de convertirse en residuos, como cualitativo respecto a la disminución de la peligrosidad de los residuos, etc.

El panorama final respecto a la jerarquía de principios comunitaria vendría representado por el siguiente diagrama:

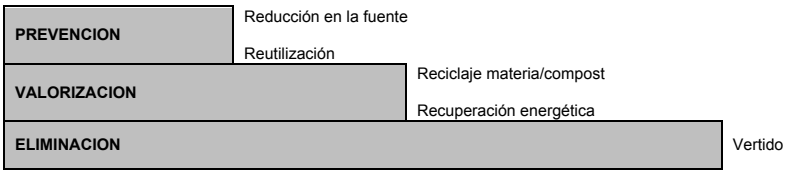



*Tabla 2.1 Estrategia Comunitaria de residuos 1996*

Es preciso destacar, asimismo, tres afirmaciones relevantes de este documento, relacionadas con la mencionada jerarquía de principios, que se incorporan a los parámetros de diseño del Plan:

- En primer lugar, esta jerarquía señala unos órdenes de preferencia que:

*"... debería(n) aplicarse en función de la mejor solución desde un punto de vista ambiental que tenga presente los costes económicos y sociales."*

- En segundo lugar, y en lo que se refiere a la valorización:

*"...la Comisión considera generalmente que debería darse preferencia, siempre que sea una solución aceptable desde el punto de vista del medio ambiente, a la valorización de materiales sobre la valorización energética. En efecto, el reciclado supone la separación de los residuos en origen y la participación de los usuarios finales y de los consumidores en la cadena de la gestión de residuos, con lo que se incrementa su nivel de conciencia de la necesidad de reducir la producción de residuos. Por otra parte se considera que las estrategias energéticas que dependen del suministro de residuos no deberían perjudicar a los principios de prevención y valorización de material."*

- En tercer lugar, y con relación a la eliminación, el apartado 53 señala que:

*"En principio, el vertido de residuos debería considerarse la última y la peor solución, ya que tiene un impacto negativo para el medio ambiente, máxime si se tienen en cuenta sus efectos a largo plazo".*

- Para continuar en ese mismo apartado explicitando que:

*"... en las estrategias sobre gestión de residuos, procurará evitarse el vertido y, de no ser posible, se reducirá al máximo la cantidad de residuos destinados al vertedero, especialmente mediante operaciones de prevención de residuos y valorización".*

- Y terminar con:

*"A medio plazo, la Comisión considera que sólo deberían aceptarse en los vertederos los residuos no valorizables y los residuos inertes."*

### *2.7.3 Estrategias para reducir las emisiones de metano. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. 1996*

También en el ámbito comunitario se aprobó en 1996 el documento sobre las "Estrategias para reducir las emisiones de metano". Destaca el riesgo del metano ($CH_4$) como gas productor del efecto invernadero, en la medida que, si bien se genera en menores cantidades que otros gases termoactivos como el dióxido de carbono (CO2), al ser su Potencial de Calentamiento Global (PCG) en 20 años de 62 con relación al CO2, sus efectos directos e indirectos sobre el calentamiento global son muy importantes:

*"el impacto de 1 tonelada de $CH_4$ es 62 veces mayor que el impacto de 1 tonelada de $CO_2$".*

Este documento resalta que del volumen total de las emisiones antropogénicas de metano en la UE (1990), cifradas en el 30,8% del total, la mayor parte corresponde a los vertederos y propone una serie de medidas para mitigar las emisiones de metano, entre las que destacan las siguientes:

- Respecto a las medidas de carácter general, el documento recomienda entre otras cosas:

*"... la recuperación de residuos orgánicos (mediante operaciones como el compostaje) y operaciones de recuperación de energía. Cuando las circunstancias ambientales lo permitan, se dará prioridad a la recuperación de*

*materia frente a la de energía. No obstante, será necesario tener en cuenta los efectos ambientales, económicos y científicos de un tipo u otro de operación. En ciertos casos, la evaluación de estos efectos puede hacer que se prefiera la recuperación de energía."*

- Respecto a los vertederos nuevos, el documento postula una:

*"Legislación de la UE que exija, a falta de otras alternativas de reducción de metano, que los vertederos nuevos estén equipados con sistemas de recuperación y uso de metano."*

- Respecto a los vertederos existentes, el documento aboga por una:

*"Legislación de la UE que exija el acondicionamiento de los vertederos existentes con sistemas de recogida y uso de metano, siempre que sea posible. Apoyo y fomento de procesos de recuperación de metano que producen energía, mediante incentivos económicos a escala comunitaria y nacional. En los casos que no sea posible, fomento del uso de la combustión simple."*

### *2.7.4 Política de Productos Integrada.*

*Tal y como se define en el Libro Verde (Libro Verde sobre la Política de Productos Integrada (IPP). COM (2001) 68 final. UE. 7 de Febrero de 2001), la Política de Productos Integrada (PPI) es un enfoque que pretende* "…reducir los efectos ambientales de los productos durante su ciclo de vida, que van desde la extracción minera de materias primas hasta la gestión de residuos, pasando por la producción, distribución y utilización."

*Tal y como se menciona en el citado Libro Verde, los productos son fundamentales para la riqueza de nuestra sociedad y la calidad de vida de que todos disfrutamos, pero el aumento del consumo de productos también origina, directa o indirectamente, gran parte de la contaminación y del agotamiento de recursos que causa nuestra sociedad. Por ello, para tratar de evitar los efectos indeseados que el consumo de productos causa en el medio ambiente y para conseguir un desarrollo equitativo para todos los seres humanos incluidas las generaciones venideras, es preciso* "…establecer un nuevo paradigma del

crecimiento y una mayor calidad de vida mediante la creación de riqueza y competitividad sobre la base de productos más ecológicos. Los productos del futuro consumen menos recursos, tienen menos efectos y riesgos para el medio ambiente y evitan la generación de residuos desde que se conciben."

La PPI se centra en las decisiones que influyen en los efectos ambientales de los productos durante su ciclo de vida y que encierran un potencial de mejora, especialmente el diseño ecológico de los productos, la elección informada del consumidor y el principio de quien contamina paga en los precios de los productos. De estas tres potenciales áreas de intervención en la PPI, las Administraciones Locales pueden intervenir, aunque siempre de manera complementaria a otras Administraciones y empresas, en la formación e información al consumidor para que su elección a la hora de comprar productos esté orientada también por los efectos ambientales y la necesidad de reducir la generación de residuos. Además, la administración puede intervenir a través de su programa de apoyo en el diseño de los productos de manera que consuman menos recursos, generen menos residuos al final de su vida útil, y produzcan menos impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida. Será labor también de esta Administración la colaboración con otras Administraciones para que no sólo los productos fabricados en Tenerife, sino todos los productos que se venden en Tenerife se preocupen de estos temas desde su diseño.

En este camino adquiere pleno sentido la Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo de 18 de junio de 2003 sobre el desarrollo del concepto de ciclo de vida medioambiental dentro de la PPI (Política de Productos Integrada (IPP). Desarrollo del concepto de ciclo de vida medioambiental. COM (2003) 302 final), en la que se presentó la estrategia comunitaria dirigida a ecologizar los productos, que básicamente consistiría en crear las condiciones generales para que los productos sean más respetuosos del medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida y en concentrarse en los productos cuyo comportamiento ambiental tiene más probabilidades de mejorar.

### *2.7.5 Estrategia temática sobre prevención y reciclaje de residuos. Comunicación de la Comisión 2005.*

Esta estrategia de fecha 21 de diciembre de 2005 (Un paso adelante en el consumo sostenible de recursos: estrategia temática sobre prevención y reciclado de residuos. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM (2005) 666 final), consolida algunos de los aspectos básicos de la política europea de residuos al tiempo que revisa conceptos y prácticas para lograr un menor impacto ambiental de la utilización de recursos en general.

En particular la estrategia sobre prevención y reciclado de residuos consolida los principios básicos de la estrategia comunitaria de residuos al afirmar que "Los objetivos básicos de la política de residuos de la UE actualmente vigente –prevenir los residuos y promover la reutilización, el reciclado y la recuperación para reducir el impacto medioambiental- siguen siendo válidos y la presente estrategia de impacto los seguirá defendiendo".

De acuerdo con esta estrategia "…el objetivo a largo plazo es que la UE se convierta en una sociedad del reciclado que se propone evitar los residuos y utilizarlos como recurso."

Para conseguir estos objetivos y asegurar un alto nivel de protección medioambiental, se propone la puesta en marcha de una combinación de medidas destinadas a promover la prevención de residuos, el reciclado y la reutilización, de forma que se reduzca el impacto acumulado en el ciclo de vida de los recursos, entre ellas:

- Dar un nuevo impulso a la aplicación íntegra de la legislación ya vigente.
- Simplificación y modernización de la legislación vigente.
- Introducción del concepto de ciclo de vida en la política de residuos.
- Fomento de políticas más ambiciosas en materia de prevención de residuos.
- Desarrollo de una normativa de referencia común para el reciclado.
- Reelaboración cuidadosa de la política de reciclado.

*En concreto, se espera que los cambios propuestos por esta estrategia* temática "…incidan en las actuales prácticas de los Estados miembros y creen nuevas opciones en el contexto de la gestión de residuos aparte del vertedero, fomentando una progresión general en la «jerarquía de residuos»". *Se espera por lo tanto, que esta estrategia produzca:*

- Menos residuos vertidos

Las medidas tomadas en el marco de la estrategia temática deberán contribuir a sustraer flujos de residuos de los vertederos.

(…)

En 2010 se revisarán las cifras de residuos arrojados en vertederos en la UE. Si las cantidades y tipos de residuos vertidos siguen siendo inaceptables, y el abandono de los vertederos no progresa al ritmo deseado, será necesario limitar más su utilización.

- Más compostaje y recuperación de energía

A medida que disminuye la utilización de los vertederos, los residuos se canalizarán hacia opciones más elevadas de la jerarquía, todo en beneficio del medio ambiente.

El desarrollo de normas de calidad de referencia para las instalaciones de compostaje y para el compost en sí aumentará sus posibilidades de éxito.

Cuando se trate de recuperar energía de los residuos, la estrategia se encargará de aumentar la eficiencia energética. La Comisión propone que para clasificar el tratamiento de residuos en incineradoras municipales se comience a introducir el empleo de umbrales de eficiencia, sea para la recuperación o para la eliminación. Ello contribuirá también a que la UE cumpla los objetivos marcados por la Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad.

(…)

- Más y mejor reciclado

(…)

Es importante resaltar las consideraciones que realiza esta estrategia temática con relación a la definición de las actividades de recuperación y eliminación, y en concreto respecto al papel que debe ocupar en el futuro la incineración de residuos municipales. Concretamente, con relación a este tema, la estrategia temática dice lo siguiente:

*"El principal problema que se plantea en la actualidad con las definiciones de recuperación y eliminación de la Directiva Marco de residuos es que se utilizan a efectos diferentes. En las Directivas de reciclado se usan para fijar objetivos concretos y en el Reglamento sobre traslado de residuos, para determinar si en operaciones de transporte de residuos se aplican las normas del mercado interior.*

(…)

Las definiciones de la presente legislación, interpretadas por el Tribunal Europeo de Justicia, no fomentan las mejores prácticas en el terreno ambiental, por ejemplo en lo relativo a la recuperación de energía en los incineradores municipales. La Comisión considera que son necesarias nuevas definiciones, por lo que propone una modificación de la Directiva Marco (Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos. COM (2005) 667 final. UE. Bruselas 21-12-2005) con arreglo a la cual la definición de recuperación se basará en el concepto de sustitución de recursos en la economía, y no en la instalación específica. (…)

La Comisión propone que para clasificar el tratamiento de residuos en incineradoras municipales se comience a introducir el empleo de umbrales de eficiencia, sea para la recuperación o para la eliminación. La jurisprudencia del Tribunal Europeo de Justicia considera la gran mayoría de los incineradores municipales instalaciones de eliminación. Esta clasificación podría tener implicaciones negativas que provocaran un deterioro del medio ambiente. Por ejemplo, suele considerarse que la incineración con recuperación de energía es un medio para sustraer residuos municipales biodegradables a los vertederos.

Sin embargo, si la incineración se clasifica en la misma categoría que el vertido, algunas autoridades locales tendrían la tentación de elegir la opción más barata (el vertido), lo que es perjudicial para el medio ambiente. Por otro lado, los incineradores municipales con un alto grado de eficiencia energética se ven discriminados frente a las operaciones de coincineración, con una eficiencia energética similar pero con unos controles de emisiones menos estrictos. Una definición de recuperación que tuviera en cuenta que la energía producida por un incinerador municipal sustituye la utilización de recursos en otras centrales de energía reflejaría con más equidad las ventajas de la incineración. Ahora bien, la eficiencia energética de los incineradores municipales puede variar enormemente. Con un bajo nivel de eficiencia energética, la incineración podría no ser mejor que el vertido. Con un alto nivel de eficiencia energética podría ser tan bueno como el reciclado o el compostaje de ciertos flujos de residuos.

La Comisión propone que se modifique la Directiva Marco de residuos (Directiva 75/442/CEE del Consejo de 15 de julio de 1975 relativa a los residuos y Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos. COM (2005) 667 final. UE. Bruselas 21-12-2005.) con el fin de imponer un umbral de eficiencia energética por encima del cual la incineración municipal sería considerada recuperación. (…)

Más adelante, esta estrategia temática hace hincapié en las políticas de prevención de residuos, constatando que el potencial de prevención de residuos depende de una serie de factores que van desde el crecimiento económico hasta el grado que los operadores económicos han adoptado un código de buenas prácticas en materia de reducción de residuos. La estrategia resalta además que sólo tendrá éxito una política de prevención que influya en las decisiones prácticas adoptadas en diferentes fases del ciclo de vida como el diseño del producto, su fabricación, la entrega al consumidor o su utilización. Para dejar constancia finalmente de que la producción de residuos municipales se ve también afectada por el comportamiento de los consumidores, que a su vez está influido por la estructura social, los ingresos y el nivel de riqueza de la sociedad. Por ello, "…esta estrategia no establece unos objetivos concretos de

generación de residuos en la UE, ya que no es la forma más eficaz ni adecuada de fomentar la prevención." Finalmente, y con relación a este tema, la estrategia señala que "…La mayoría de las medidas de prevención, sin embargo, deberán ser adoptadas a nivel nacional, regional o local. En ellas deberán incluirse objetivos concretos de prevención." Para ello la estrategia propone modificar la Directiva Marco de residuos para especificar "…la obligación de los Estados miembros de publicar, en el contexto de la producción y el consumo sostenibles, programas de prevención abiertos a todos."

Otro aspecto destacable de la estrategia es el apartado correspondiente a la gestión de los residuos biológicos. Después de constatar que el principal efecto negativo de los residuos biológicos tiene lugar cuando estos son arrojados en vertederos, porque ello produce metano, un gas de efecto invernadero 21 veces más potente que el dióxido de carbono, la estrategia recuerda que por ello la Directiva 1999/31/CEE, relativa al vertido de residuos, dispone que dos tercios de los residuos biodegradables municipales no deberán ser vertidos. Tras constatar que posiblemente, y tal y como reconoce el informe realizado por la Comisión, los Estados miembros no alcancen este objetivo, señala que tal vez se requerirán esfuerzos complementarios a tal fin. Como no existe una solución única para la gestión de los residuos biológicos no vertidos, esta estrategia temática sobre prevención y reciclaje concluye que "…las estrategias de gestión de estos residuos deberán determinarlas los Estados miembros utilizando el concepto de ciclo de vida". Se abandona así la perspectiva de aprobar una Directiva relativa al tratamiento biológico de la materia orgánica biodegradable (Biological treatment of biodegradable waste. Documento de trabajo. 2º Borrador. Bruselas, 12 de febrero de 2001. Comisión Europea). Esto, no obstante, no significa que se abandone desde la Comisión cualquier perspectiva de intervención en este campo, ya que se señala que "…la Comisión elaborará directrices sobre la aplicación de este concepto (de análisis de ciclo de vida) a la gestión de residuos biológicos" de manera que resulten de ayuda a los Estados miembros a la hora de revisar sus estrategias nacionales en esta materia, y de ayuda también para las autoridades locales y

regionales que en general son las responsables de la elaboración de planes de gestión de residuos municipales. También se trabajarán a nivel comunitario aspectos relativos a la normalización técnica como el establecimiento de criterios de calidad para el compostaje al desarrollar la disposición sobre la extinción de la consideración de lo que es un residuo propuesta para nueva Directiva marco (Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre los residuos. COM (2005) 667 final. UE. Bruselas 21-12-2005) y la Comisión propondrá que los tratamientos biológicos de los residuos se incluyan en el ámbito de aplicación de la Directiva PCIC (prevención y control integrados de la contaminación) cuando ésta se revise. Finalmente, también se revisará la Directiva 86/278/CEE en lo relativo a la protección de los suelos como consecuencia de la utilización de los lodos de depuradora en agricultura, con el fin de hacer más estrictas las normas que regulan dicha utilización.

Como aspecto particular a reseñar, la estrategia analiza los resultados de la aplicación de la Directiva 75/439/CEE (Modificada por la Directiva 87/101/CEE), en materia de aceites usados, y señala como se ha aplicado el análisis de ciclo de vida a la misma. Esta normativa prescribe la regeneración de los aceites usados como tratamiento ambientalmente preferente de los mismos. Sin embargo los análisis recientes, que hacen uso del concepto de ciclo de vida, han mostrado que la prioridad que se daba a la regeneración de los aceites usados en vez de su utilización como combustible no estaba justificada por ninguna ventaja ambiental clara. Además, como en este campo los índices de recogida de aceites usados siguen siendo escasos, resulta que se estaba poniendo el énfasis en lugar equivocado del ciclo de vida. Por ello, "…la Directiva será derogada y sustituida por una nueva disposición en la Directiva marco que mantenga la obligación de los Estados miembros de garantizar la recogida de aceites usados pero no dé prioridad a la regeneración". Así se asegurará el cumplimiento de la obligación de recogida de los Estados miembros, obligación que responde al principal problema planteado por los aceites usados para el medio ambiente.

### *2.7.6 Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales. Comunicación de la Comisión. 2005*

El objetivo de esta estrategia es "…reducir los impactos ambientales negativos que se derivan del uso de recursos naturales en una economía en crecimiento", concepto conocido como «disociación». Disociación entre el impacto ambiental y el consumo de recursos naturales y el crecimiento económico.

La estrategia plantea diversas actuaciones y orientaciones a largo plazo, si bien en esta primera etapa no va a fijar metas cuantitativas respecto a «la eficacia de los recursos y su menor uso» como establece el VI Programa de Medio Ambiente, porque no es posible hacerlo con los conocimientos actuales y el grado de desarrollo de indicadores. La estrategia sin embargo prevé un proceso dinámico por medio del cual podría ser posible hacerlo en los cinco o diez próximos años.

## *2.8.- PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS Y ASPECTOS NORMATIVOS EN LAS DIRECTIVAS EUROPEAS.*

### *2.8.1 La directiva 75/442/CEE de 15 de Julio de 1975, relativa a los residuos (modificada por la directiva 2006/12/CEE, directiva marco)*

Ya en una época tan temprana esta Directiva establece en su artículo 3, que:

*"1. Los Estados miembros adoptarán las medidas adecuadas para promover la prevención, el reciclaje y la transformación de los residuos, la obtención a partir de éstos, de materias primas y eventualmente energía, así como cualquier otro método que permita la reutilización de los residuos.*

*2. Informarán a la Comisión, con la suficiente antelación, sobre cualquier proyecto de regulación que tenga por objeto dichas medidas y en particular cualquier proyecto de regulación relativo:*

a.- al fomento:

- de la reducción de las cantidades de determinados residuos.
- del tratamiento de residuos para su reciclaje y su reutilización.
- de la recuperación de materias primas y/o de la producción de energía a partir de determinados residuos.

b.- al empleo de determinados recursos naturales, incluidos los recursos energéticos, en aquellos usos en que puedan ser sustituidos por materiales de recuperación."

### *2.8.2 La Directiva 94/62/CE, de 20 de Diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.*

Tanto en sus considerandos como en su articulado, esta Directiva desarrolla de manera más explícita si cabe, la jerarquía de opciones de la Estrategia Comunitaria y el resto de principios y exigencias asociados a una gestión medioambientalmente correcta de los residuos. En los considerandos señala que:

*"...la gestión de los envases y residuos de envases tendrá como primera prioridad la prevención de la producción de residuos de envases, y asumirá asimismo como principios fundamentales la reutilización de los envases, el reciclado y otras formas de valorización de los residuos de envases y, consiguientemente, la reducción de la eliminación final de este tipo de residuos."*

*"Considerando que en espera de resultados científicos y tecnológicos en materia de procesos de aprovechamiento, la reutilización y el reciclado han de considerarse como procesos preferibles en relación con su impacto en el medio ambiente."*

*"Considerando que, desde el punto de vista del medio ambiente, el reciclado deberá constituir una parte importante de la valorización, con el propósito fundamental de reducir el consumo de energía y de materias primas básicas y la eliminación final de los residuos."*

*"Considerando que el aprovechamiento de energía constituye un medio eficaz de valorización de residuos."*

*"Considerando que la separación de los residuos en el origen es fundamental para conseguir un alto nivel de reciclado y para evitar problemas de salud y de seguridad a las personas encargadas de recoger y tratar los residuos de envases."*

*"Considerando que la inclusión, en los planes de gestión de residuos contemplados en la Directiva 75/442/CEE del Consejo, de un capítulo dedicado específicamente a la gestión de envases y residuos de envases, contribuirá a la aplicación efectiva de la presente Directiva."*

Y dentro del articulado, en su artículo 1, establece con rotundidad los objetivos siguientes:

*"La presente Directiva tiene por objeto armonizar las medidas nacionales sobre gestión de envases y residuos de envases para prevenir o reducir su impacto sobre el medio ambiente de todos los Estados miembros así como de países terceros, y asegurar de esta forma un alto nivel de protección del medio ambiente, por una parte, y por otra, garantizar el funcionamiento del mercado interior y evitar los obstáculos comerciales, así como falseamientos y restricciones de la competencia dentro de la Comunidad.*

*A tal fin se establecen en la presente Directiva medidas destinadas, como primera prioridad, a la prevención de la producción de residuos de envases y, atendiendo a otros principios fundamentales, a la reutilización de envases, al reciclado y demás formas de valorización de residuos de envases y, por tanto, a la reducción de la eliminación final de dichos residuos."*

### *2.8.3 Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004 y Directiva 2005/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2005, por las que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.*

Esta Directiva que modifica aspectos sustanciales de la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases, reafirma la necesidad de articular medidas de prevención contra la formación de residuos de envases, exigiendo a los Estados miembros que velen por la aplicación de medidas preventivas complementarias a las ya establecidas por la Directiva de 1994 (Artículo 1.2 por el que se sustituye el artículo 4 de la Directiva 94/62/CE en materia de Prevención).

Además y en lo relativo al cumplimiento de los objetivos de valorización y reciclado, la nueva Directiva modifica en su totalidad el artículo 6 de la Directiva 94/62/CE, sustituyéndolo por uno nuevo, que reafirma la consideración de la incineración de residuos con valorización de energía como otra forma más de valorización y modifica para el año 2008 los objetivos de reciclado de los materiales contenidos en los residuos de envases.

En efecto, el nuevo artículo 6 establece lo siguiente:

*"Valorización y reciclado*

*1. Con el fin de cumplir los objetivos de la presente Directiva, los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para alcanzar en la totalidad de sus territorios los siguientes objetivos:*

*a) a más tardar el 30 de junio de 2001, se valorizará o incinerará en instalaciones de incineración de residuos con valorización de energía entre un mínimo del 50% y un máximo del 65% en peso de los residuos de envases;*

*b) a más tardar el 31 de diciembre de 2008, se valorizará o incinerará en instalaciones de incineración de residuos con valorización de energía un mínimo del 60% en peso de los residuos de envases;*

*c) a más tardar el 30 de junio de 2001, se reciclará entre un mínimo del 25% y un máximo del 45% en peso de la totalidad de los materiales de envasado contenidos en los residuos de envases, con mínimo del 15% en peso de cada material de envasado;*

*d) a más tardar el 31 de diciembre de 2008, se reciclará entre un mínimo del 55% y un máximo del 80% en peso de los residuos de envases;*

*e) a más tardar el 31 de diciembre de 2008, se alcanzarán los siguientes objetivos mínimos de reciclado de los materiales contenidos en los residuos de envases:*

- *el 60% en peso de vidrio,*
- *el 60% en peso de papel y cartón,*
- *el 50% en peso de metales,*
- *el 22,5% en peso de plásticos, contando exclusivamente el material que se vuelva a transformar en plástico,*
- *el 15% en peso de la madera*

*2. (...)*

*3. Los Estados miembros fomentarán, cuando proceda, la recuperación de energía siempre que sea preferible al reciclado de materiales por razones de medio ambiente y rentabilidad, lo que podría llevarse a cabo mediante la consideración de un margen suficiente entre los objetivos nacionales de reciclado y de valorización. (...)"*

### *2.8.4 La Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de Abril de 1999, relativa al vertido de residuos (Decisión 2003/33/CE del Consejo de 19 de diciembre de 2002 por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE [Diario Oficial L 11 de 16.1.2003]).*

Esta Directiva, que tiene una importancia capital y unas repercusiones de largo alcance en el entramado de la protección ambiental comunitaria, plasma en un texto jurídico la negativa consideración que el vertido le merece a la estrategia comunitaria de residuos de Julio de 1996.

La directiva relativa al vertido de residuos recoge también, en sus considerandos, los aspectos estratégicos de la gestión de desechos. Dice concretamente:

*"Considerando que conviene fomentar la prevención, el reciclado y el aprovechamiento de los residuos, así como la utilización de los materiales y de la energía recuperados, con el fin de no malgastar los recursos naturales y de economizar en la utilización de los suelos."*

*"Considerando que los Estados miembros deben poder aplicar los principios de proximidad y de autosuficiencia para la eliminación de sus residuos, tanto a escala comunitaria como nacional."*

*"Considerando que deberían tomarse medidas para reducir la producción de gas metano de vertederos, entre otras cosas, con objeto de reducir el calentamiento global mediante la limitación del vertido de residuos biodegradables y el establecimiento de requisitos sobre control de los gases de vertedero."*

*"Considerando que las medidas adoptadas para reducir el vertido de residuos biodegradables también deberían tener por objeto impulsar la recogida selectiva de residuos biodegradables, la separación en general, la valorización y el reciclado."*

Para conseguir estos objetivos, además de regular las clases de vertederos, definir y clasificar los residuos según los vertederos de destino y regular la gestión del vertido de residuos desde la solicitud de autorización de un vertedero hasta 30 años después de producida la clausura del mismo (artículo 10), el nuevo texto adopta las siguientes determinaciones, que sin lugar a dudas van a tener una repercusión trascendental en la gestión futura de RU en todo el ámbito de la Unión:

*"Artículo 5:*

*1) Los Estados miembros elaborarán una estrategia nacional para reducir los residuos biodegradables destinados a vertederos a más tardar dos años después de la fecha (...) [para el 16-7-2003]. Esta estrategia incluirá medidas que permitan alcanzar los objetivos contemplados en el apartado 2 en particular mediante reciclado, compostaje, biogasificación o valorización de materiales/energía. (...)*

*2) Dicho plan deberá garantizar que:*

a.- a más tardar cinco años después de la fecha (...) [para el 16-7-2006], los residuos municipales biodegradables destinados a vertederos deberán haberse reducido hasta el 75% de la cantidad total (en peso) de los residuos municipales biodegradables generados en 1995 o en el último año anterior a 1995 para el que se disponga de datos normalizados de Eurostat.

b.- a más tardar ocho años después de la fecha (...) [para el 16-7-2009], los residuos municipales biodegradables destinados a vertederos deberán haberse reducido hasta el 50% de la cantidad total (en peso) de los residuos municipales biodegradables generados en 1995 o en el último año anterior a 1995 para el que se disponga de datos normalizados de Eurostat.

c.- a más tardar quince años después de la fecha (...) [para el 16-7-2016], los residuos municipales biodegradables destinados a vertederos deberán haberse reducido hasta el 35% de la cantidad total (en peso) de los residuos municipales biodegradables generados en 1995 o en el último año anterior a 1995 para el que se disponga de datos normalizados de Eurostat.

*3) Los Estados miembros adoptarán medidas para que los residuos siguientes no sean admitidos en un vertedero:*

*Neumáticos usados enteros, a partir de dos años después de la fecha (...) [para el 16-7-2003], con exclusión de los neumáticos utilizados como material de ingeniería y neumáticos usados reducidos a tiras a partir de cinco años después de la mencionada fecha [para el 16-7-2006] (con exclusión, en ambos casos, de los neumáticos de bicicleta y de los neumáticos cuyo diámetro exterior sea superior a 1.400 mm).*

*Artículo 6:*

*Los Estados miembros tomarán medidas a fin de que:*

*a) Sólo se depositen en un vertedero los residuos que hayan sido objeto de tratamiento. (...).”*

*"Artículo 10:*

*Los Estados miembros tomarán las medidas oportunas para garantizar que todos los costes que ocasionen el establecimiento y la explotación del vertedero, incluido, en la medida de lo posible, el coste de la fianza o su equivalente (...), así como los costes estimados del cierre y mantenimiento posterior del emplazamiento durante por lo menos treinta años, queden cubiertos por el precio que cobre la entidad explotadora por la eliminación de cualquier tipo de residuos en dicho vertedero.”*

### *2.8.5 La Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de Diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos*

Esta Directiva también recoge entre sus considerandos las cuestiones relativas a la estrategia comunitaria y los principios de gestión en ella señalados. Así, en los considerandos:

*“La Comunicación de la Comisión sobre la revisión de la estrategia comunitaria para la gestión de residuos otorga a la prevención de los residuos la máxima prioridad, seguida de la reutilización y la valorización y, en última instancia, la*

*eliminación segura de los residuos. En su Resolución de 24 de febrero de 1997, relativa a una estrategia comunitaria de gestión de residuos, el Consejo reiteró su convicción de que la prevención de residuos debería constituir la primera prioridad de cualquier plan racional en este sector, tanto en relación con la máxima reducción de residuos como con las propiedades peligrosas de éstos.*

*En la citada Resolución de 24 de febrero de 1997, el Consejo destaca asimismo la importancia de disponer de criterios comunitarios acerca de la utilización de residuos, la necesidad de aplicar normas de emisión adecuadas a las instalaciones de incineración, la necesidad de prever medidas de control para las instalaciones de incineración ya existentes y la necesidad de que la Comisión considere la modificación de la legislación comunitaria relacionada con la incineración de residuos con recuperación de energía, a fin de evitar movimientos a gran escala de residuos para su incineración o coincineración dentro de la Comunidad.*

*Es necesario establecer unas normas estrictas para todas las instalaciones de incineración o coincineración de residuos con objeto de evitar movimientos transfronterizos a instalaciones que trabajen con costes más bajos debido a la existencia de normas medioambientales menos rigurosas.*

*La Comunicación de la Comisión «Energía para el futuro: Fuentes de energía renovables - Libro blanco para una estrategia y un plan de acción comunitarios» tiene en cuenta en particular la utilización de la biomasa con fines energéticos.*

*La distinción entre residuos peligrosos y no peligrosos se basa principalmente en las propiedades de los residuos antes de su incineración o coincineración, y no en la diferencia de emisiones; los mismos valores límite de emisión deben aplicarse a la incineración o coincineración de residuos peligrosos y no peligrosos, pero se aplicarán distintas técnicas y condiciones de incineración o coincineración y distintas medidas de control a la recepción de residuos.*

*Los requisitos para la recuperación del calor generado en los procesos de incineración o coincineración y para reducir al mínimo y reciclar los residuos que resulten del funcionamiento de las instalaciones de incineración o coincineración contribuirán a que se cumplan los objetivos enunciados en el artículo 3, sobre la jerarquía en la gestión de los residuos, de la Directiva 75/442/CEE."*

### *2.8.6 Tratamiento biológico de los residuos biodegradables. Comisión Europea. Documento de trabajo. 2001*

El 12 de Febrero de 2001, la Comisión Europea puso en circulación el segundo borrador de un Documento de Trabajo sobre el tratamiento biológico de los residuos biodegradables en la Unión Europea, que permita asimismo ayudar a cumplir los objetivos de la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos o Directiva de vertederos.

Como se ha señalado en el apartado 3.6.5., la denominada Directiva de vertederos limita el vertido de residuos biodegradable y se hace necesario por lo tanto regular de alguna manera el tratamiento y destino final de estos residuos, si no se quiere trasladar los problemas a otros medios y sobre todo diseminar la contaminación a través de la dispersión de metales pesados y compuestos orgánicos persistentes, presentes en el compost aplicado sin control a diversos tipos de suelos.

Este Documento de Trabajo, que tiene la vocación de convertirse en una propuesta de Directiva, vendría así a completar la alternativa de valorización energética de los residuos biodegradables, regulando todas las cuestiones relativas a la recogida selectiva, el tratamiento y la utilización final de este tipo de residuos. De esta manera se viene a regular el reciclaje de los residuos biodegradables, aclarando el alcance del espíritu de la estrategia comunitaria de gestión de residuos, que da prioridad al reciclaje sobre la recuperación energética como forma de valorización, minimizando al mismo tiempo el vertido final de materia orgánica biodegradable, tal y como exige la Directiva de vertederos.

Los objetivos del Documento de Trabajo sobre tratamiento biológico de los residuos biodegradables, tal y como se recogen en el borrador, son los siguientes:

- "Promover el tratamiento biológico de los residuos biodegradables mediante la armonización de las medidas nacionales relativas a su gestión, con objeto de prevenir o reducir cualquier impacto en el medio ambiente, proporcionando así un elevado nivel de protección ambiental.
- Proteger el suelo y asegurar que el uso de residuos biodegradables tratados y sin tratar se traduce en beneficio agrícola o en mejora ecológica.
- Asegurar que la salud de las personas, así como la de los animales y plantas, no resulta afectada por el uso de residuos biodegradables tratados y sin tratar.
- Asegurar el funcionamiento del mercado interior y evitar cualquier obstáculo al comercio y distorsiones o restricciones a la competencia dentro de la Comunidad."

En este documento, el tratamiento biológico de los residuos biodegradables tendría un alcance dirigido a conseguir:

*"La recogida y el tratamiento de los residuos biodegradables listados en el Anexo I [del documento] así como la producción, comercialización y suministro del residuo biodegradable tratado."*

Por otra parte, el Documento de Trabajo adopta como principios generales, que:

"Una gestión mejorada de los residuos biodegradables en la Comunidad debería reforzar, por este orden:

1. la prevención o reducción de la producción de residuos biodegradables (p.e. lodos de depuradora) y su contaminación por sustancias contaminantes,
2. la reutilización de residuos biodegradables (p.e. cartón),

3. el reciclaje de residuos biodegradables recogidos selectivamente y su transformación en el material original (p.e. papel y cartón) cuando esté ambientalmente justificado,
4. el compostaje o la digestión anaerobia de los residuos biodegradables recogidos selectivamente, sin su transformación en el material original, con la utilización del compost o de los lodos digeridos de la biometanización para beneficio agrícola o mejora ecológica,
5. el tratamiento mecánico-biológico de los residuos biodegradables,
6. el uso de los residuos biodegradables como fuente para la generación de energía."

Posteriormente, el Documento de Trabajo especifica distintos requisitos relativos al compostaje doméstico, el compostaje "on site" y la digestión anaerobia y el compostaje comunitario, para pasar a continuación a exponer distintas directrices en torno a la recogida selectiva de los residuos biodegradables y a la fracción resto de los residuos municipales.

Respecto a la recogida selectiva de los residuos municipales, el Documento de Trabajo señala que:

*"Los Estados miembros deberán poner en marcha, allí donde todavía no se haya hecho, esquemas de recogida selectiva con el propósito de recoger los residuos biodegradables separadamente de otro tipo de residuos para prevenir la contaminación de dichos residuos con otros residuos, materiales y substancias contaminantes.*

*En particular, se deberán recoger selectivamente los siguientes residuos biodegradables –si puede razonablemente esperarse que su tratamiento biológico no significará un empeoramiento de la calidad del compost o del lodo digerido de la biometanización–, a menos que sean tratados mediante compostaje doméstico o compostaje comunitario:*

a) residuos de alimentos de domicilios privados.
b) residuos de alimentos de restaurantes, bares, escuelas y edificios públicos.

c) residuos putrescibles procedentes de mercados.

d) residuos putrescibles procedentes de tiendas, pequeños negocios y servicios.

e) residuos putrescibles procedentes de fuentes industriales, comerciales e institucionales a menos que sean tratados 'on site'.

f) residuos verdes y de madera procedentes de parques, jardines y cementerios tanto públicos como privados."

En relación a la implantación de la recogida selectiva en distintas áreas urbanas, el Documento de Trabajo establece que:

*"Estos esquemas de recogida selectiva deberán cubrir por lo menos:*

a) las aglomeraciones urbanas de más de 100.000 habitantes, en el plazo de tres años.

b) las aglomeraciones urbanas de más de 2.000 habitantes, en el plazo de cinco años."

Por otra parte, el documento aclara el alcance y los límites de la obligación de recoger selectivamente las anteriores fracciones, al señalar que:

*"Los Estados miembros pueden obviar la obligación de la recogida selectiva de los residuos biodegradables:*

- *En el interior de las ciudades donde la logística de la recogida selectiva puede hacer difícil alcanzar bajos niveles de contaminación de los residuos biodegradables que pudieran contaminarse con otros residuos, materiales y substancias.*
- *En áreas rurales o escasamente pobladas con una densidad inferior a 10 habitantes por kilómetro cuadrado, en las cuales no se justifica ambientalmente el establecimiento de esquemas de recogida selectiva. En estas áreas, se deberán llevar a cabo campañas especiales para promover el compostaje doméstico, "on site" o comunitario."*

### *2.8.7 Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad*

Esta Directiva tiene por objetivo fomentar un aumento de la contribución de las fuentes de energía renovables a la generación de electricidad en el mercado interior de la electricidad (artículo 1).

La importancia de esta Directiva con relación a los residuos radica en que tal y como se señalaba en la estrategia temática sobre prevención y reciclaje el empleo de umbrales de eficiencia energética en las incineradoras de residuos municipales contribuirá también a que la UE cumpla los objetivos marcados por esta Directiva 2001/77/CE de promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables. Estos objetivos se definen en el artículo 3.4. y suponen alcanzar el 12 % del consumo nacional bruto de energía en 2010 y el 22,1 % de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el consumo total de electricidad de la Comunidad en 2010.

Para ello esta Directiva, entre las definiciones de su artículo 2, recoge lo siguiente:

*Artículo 2. Definiciones*

*a) «fuentes de energía renovables»: las fuentes de energía renovables no fósiles (energía eólica, solar, geotérmica, del oleaje, mareomotriz e hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás);*

*b) «biomasa»: la fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos procedentes de la agricultura (incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal), de la silvicultura y de las industrias conexas, así como la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales.*

Por lo tanto, la Directiva reconoce claramente como fuente de energía renovable, como no podía ser de otro modo, la fracción biodegradable de los residuos municipales como biomasa renovable.

En el preámbulo del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial se recoge que con este real decreto se pretende que en el año 2010 se alcance el objetivo indicativo nacional incluido en la Directiva 2001/77/CE de manera que al menos el 29,4 por ciento del consumo bruto de electricidad en 2010 provenga de fuentes de energía renovables.

# 3.- PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

## *3.1.- PRINCIPIOS DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS*

De acuerdo con la doctrina de distintos organismos internacionales (Agenda 21. Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible. ONU. 1992. y V Programa de Acción en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible. Unión Europea. 1992), el desarrollo sostenible implica, entre otras cuestiones, una gestión de los recursos no renovables tal que tienda a reducir el consumo de materiales y energía por unidad de producto producida, tratando así de desmaterializar la economía y haciendo que el crecimiento económico no vaya indefectiblemente ligado a un mayor consumo específico de recursos por unidad de riqueza producida.

En este camino, una política tendente a sustituir materias primas o energías primarias no renovables por materias secundarias o combustibles alternativos derivados de residuos, es una política en línea con los objetivos del desarrollo sostenible. En este sentido, y con relación a los residuos, una política orientada a la sostenibilidad debe abogar, primero, por generar la mínima cantidad de residuos posible y, después, porque una vez generados se aprovechen al máximo los recursos –materiales y energía– contenidos en los mismos, de manera que se vierta el mínimo posible.

Un plan de gestión integral de residuos ha de hacer suyas estas consideraciones y apostar decididamente por un horizonte de gestión de los residuos en Tenerife orientado hacia la sostenibilidad, que trata de prevenir al máximo su generación, de valorizar al máximo los recursos que contengan, una vez generados, y de verter el mínimo posible, siempre con las máximas garantías medioambientales.

### *3.2.- PRINCIPIO DE JERARQUÍA COMUNITARIA DE GESTIÓN*

De acuerdo con la escalera jerárquica de opciones de gestión de los residuos, definida por la Estrategia Comunitaria para la gestión de los residuos 1989 (Resolución del Consejo de 7 de mayo de 1990) y consolidada por la Estrategia Comunitaria de 1996 (Revisión de la Estrategia Comunitaria para la gestión de residuos. 30 de julio de 1996. Resolución del Consejo del 11 de diciembre de 1996. Comisión Europea y Estrategia Comunitaria de gestión de residuos. Resolución del Consejo de 24 de febrero de 1997), así como por los restantes Programas y Directivas comunitarios, el Plan articula sus actuaciones de acuerdo con el siguiente orden de prelación:

- Prevención
- Valorización
  - Material: reciclaje y compostaje
  - Energética
- Eliminación

Tanto la jerarquía comunitaria de gestión de residuos como el resto de principios y prioridades, deben ser aplicados con flexibilidad, adaptándose a las circunstancias concretas de cada situación particular, pero con una visión global. Esto significa que, en un caso determinado de gestión de residuos, puede invertirse el orden de la escala de prioridades (p.e. reciclado frente a reutilización) si se comprueba que, desde el punto de vista medioambiental, la afección global es menor para la solución adoptada.

Así lo reconoce el Comité de las Regiones de la Unión Europea en su Dictamen sobre la "Comunicación de la Comisión sobre la revisión de la estrategia comunitaria para la generación de residuos", (DOCE Nº 116/74-80 de 14/4/97) cuando *"...hace hincapié en que es preciso prever un margen de flexibilidad al aplicar el principio de dar prioridad a la valorización de materiales, para permitir que se tengan en cuenta particularidades geográficas como la densidad demográfica y la disponibilidad de instalaciones de reprocesamiento, así como la propiedad de los materiales afectados."*

### *3.3.- PRINCIPIO DE GESTIÓN INTEGRADA*

El anterior principio debe ser, por otra parte, aplicado dentro del alcance del Principio de Gestión Integrada que indica que ningún escalón o infraestructura en solitario es capaz de lograr gestionar la totalidad de los residuos, ya que ni se puede prevenir la generación de todos los residuos, ni todos se pueden reciclar o compostar una vez generados.

Por lo tanto, una gestión orientada a la sostenibilidad que intente aprovechar el máximo de recursos –materiales y energía– contenidos en los mismos, deberá prever acciones de prevención, junto con actuaciones e infraestructuras de reciclaje, compostaje y aprovechamiento energético y, finalmente, operaciones de vertido para aquellos residuos que no tengan otras posibilidades de aprovechamiento una vez reducida su peligrosidad.

En este sentido, una gestión avanzada deberá consistir en una gestión integrada, con actuaciones en todos los escalones de la Jerarquía Comunitaria que conformen una combinación de alternativas de gestión.

### *3.4.- PRINCIPIO DE PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN*

De acuerdo con el objetivo de Naciones Unidas de reducir al mínimo los desechos y con el planteamiento de la Unión Europea de que la tendencia actual de generar cada vez más residuos debería detenerse y en su caso invertirse en la medida de lo posible.

### *3.5.- PRINCIPIO DE MAXIMIZACIÓN DE LA VALORIZACIÓN*

En concordancia con los objetivos de las Naciones Unidas y con los principios y consideraciones de la Unión Europea, en particular con lo señalado en el V Programa respecto a que los residuos no son sólo una fuente potencial de contaminación, sino que pueden llegar a ser, además, materias primas secundarias, o lo reiteradamente señalado en las distintas Directivas de

residuos respecto al fomento de la recuperación de materias primas y de la producción de energía a partir de los residuos, es por lo que un plan integral de festión de residuos debe adoptar como principio el valorizar al máximo los materiales recuperables y la energía contenida en los residuos.

En lo relativo al aprovechamiento energético, hay que hacer eco del resultando nº 8 de la Estrategia Comunitaria de 1990, cuando señala que la incineración puede ser un medio útil para reducir el volumen de los residuos y recuperar energía.

Asimismo, ha de tenerse en cuenta la reafirmación de la Estrategia Comunitaria de 1996, en la que se establece que la prevención de los residuos sigue siendo la máxima prioridad, seguida por la valorización y, en última instancia, la eliminación segura de los residuos.

### *3.6.- PRINCIPIO DE MINIMIZACIÓN DEL VERTIDO*

De acuerdo con los principios generales comunitarios y con la consideración del resultando nº 8 de la Estrategia Comunitaria de 1990 (Estrategia Comunitaria para la gestión de los residuos (1989). Resolución del Consejo de 7 de mayo de 1990), que plantea que tanto la cantidad como la toxicidad de los desechos destinados al vertido debe reducirse.

De acuerdo con el apartado 53 de la Estrategia Comunitaria de 1996 (Revisión de la Estrategia Comunitaria para la gestión de residuos. 30 de julio de 1996. Resolución del Consejo del 11 de diciembre de 1996. Comisión Europea), que señala que el vertido de residuos debería considerarse la última y la peor solución, ya que tiene un impacto negativo para el medio ambiente, sobre todo si se tienen en cuenta sus efectos a largo plazo. O cuando señala que en las estrategias sobre gestión de residuos procurará evitarse el vertido y, de no ser posible, se reducirá al máximo la cantidad de residuos destinados al vertedero, especialmente mediante operaciones de prevención de residuos y de valorización. O cuando finalmente señala que sólo debería aceptarse en los vertederos los residuos no valorizables y los residuos inertes.

Asimismo, en concordancia con las determinaciones realizadas por la Directiva de envases y residuos de envases que recoge como prioridad la reducción de la eliminación final de este tipo de residuos.

La Directiva 1999/31/CE del Consejo de 26 de abril de 1999 relativa al vertido de residuos exige que éstos sean sometidos a tratamiento previo a su vertido.

Desde todas estas consideraciones, se entiende que sería deseable lograr plasmar en el futuro, y en la práctica, el principio de minimización del vertido entendido como la exigencia de lograr el vertido cero para los residuos primarios, esto es, de los residuos tal y como se recogen, y admitir únicamente el vertido de los denominados residuos secundarios, es decir, de aquellos que son el resultado de los procesos de tratamiento de los residuos primarios, bien para aprovechar los recursos-materiales y energía que contienen o bien para neutralizar su peligrosidad medioambiental con carácter previo a su vertido.

### *3.7.- PRINCIPIO DE AUTOSUFICIENCIA*

El principio de autosuficiencia es uno de los principios básicos de la gestión de residuos, tanto en el ámbito de la Unión Europea como en el ámbito internacional, por lo que se debe tender hacia la gestión de la totalidad de los RU generados en su territorio.

### *3.8.- PRINCIPIO DE PROXIMIDAD*

Este principio, tanto comunitario como internacional, plantea la necesidad de gestionar los residuos en el lugar más cercano a donde se generan. Tomando en consideración dicho principio uno de los objetivos de un plen de gestión integral de residuos, es la gestión de todos los residuos urbanos generados dentro del propio territorio insular y de la manera más descentralizada posible siempre que sea técnica y económicamente viable.

### *3.9.- PRINCIPIO DE TRANSPARENCIA INFORMATIVA*

Principio básico de la gestión democrática, en general, y de la gestión medioambiental, en particular, recogido entre los objetivos de todas las instancias internacionales.

Este principio es previo, además, al cumplimiento del objetivo de Naciones Unidas de institucionalizar la participación de las comunidades en la planificación y la aplicación de procedimientos para la gestión de desechos sólidos.

El principio de transparencia informativa adquiere en su aplicación una doble vertiente:

- Ante la ciudadanía y, por tanto, a los medios de comunicación social.
- Ante los distintos interlocutores políticos, sociales e institucionales.

# 4.- PROGNOSIS EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS

## *4.1.- RESIDUOS URBANOS (-) GENERADOS EN 2004*

Con carácter general, el descenso de las tasas de natalidad y la prolongación de la esperanza de vida, el aumento del consumo de productos envasados (congelados y precocinados), la reducción de la jornada laboral, el incremento del nivel educativo y cultural de la población, etc., son factores que han llevado y están llevando en la actualidad a modificar de modo sensible la estructura del consumo de las familias y, en consecuencia, la generación de los residuos urbanos.

Si a ello se añade el fuerte incremento de la población de la Isla desde hace unos años y el previsible aumento en el futuro, se tendrá una explicación de porqué la generación total de residuos se incrementa de forma constante. Esto es debido tanto al aumento de la generación per capita de residuos (mayor consumo en las familias, mayor utilización de envases,...) como, en épocas de crecimiento económico, al aumento de la generación de RICIA.

La siguiente tabla ofrece un resumen de las cantidades de residuos generados en Tenerife en el año 2004.

Tabla 4.1: RU (-) generados en todas las recogidas. Isla de Tenerife. 2004 (t/año)

| **RD** | **100,0** | **100,0** | **510.195** |
|---|---|---|---|
| **Fracciones** | **%** | **%** | **t/año** |
| **Materia orgánica** | **30,9** | **30,9** | **157.650** |
| *<25 mm* | 25,9 | 8,0 | 40.831 |
| *25mm-80mm* | 46,7 | 14,4 | 73.623 |

Tabla 4.1: RU (-) generados en todas las recogidas. Isla de Tenerife. 2004 (t/año)

| **RD** | **100,0** | **100,0** | **510.195** |
|---|---|---|---|
| *>80mm* | 15,9 | 4,9 | 25.066 |
| *Restos vegetales* | 11,5 | 3,6 | 18.130 |
| | | | |
| **Papel-cartón** | **31,5** | **31,5** | **160.711** |
| *Papel* | 55,9 | 17,6 | 89.794 |
| *Cartón* | 44,1 | 13,9 | 70.917 |
| | | | |
| **Envases** | **23,7** | **23,7** | **120.916** |
| *PEBD* | 57,2 | 13,6 | 69.164 |
| *Bricks* | 3,6 | 0,9 | 4.353 |
| *Férricos* | 7,5 | 1,8 | 9.069 |
| *No férricos* | 1,9 | 0,5 | 2.297 |
| *PET* | 4,4 | 1,0 | 5.320 |
| *PEAD blanco* | 3,8 | 0,9 | 4.595 |
| *PEAD color* | 1,2 | 0,3 | 1.451 |
| *PVC* | 0,1 | 0,0 | 121 |
| *Otros plásticos* | 2 | 0,5 | 2.418 |
| *Vidrio* | 12,1 | 2,9 | 14.631 |
| *Maderas* | 6,2 | 1,5 | 7.497 |
| | | | |
| **No envases** | **13,9** | **13,9** | **70.917** |
| *Plásticos* | 4,8 | 0,7 | 3.404 |
| *Férricos* | 6,8 | 0,9 | 4.822 |
| *No férricos* | 1,6 | 0,2 | 1.135 |

Tabla 4.1: RU (-) generados en todas las recogidas. Isla de Tenerife. 2004 (t/año)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RD** | **100,0** | **100,0** | **510.195** |
| *Vidrio* | 0,5 | 0,1 | 355 |
| *Otros* | 0 | 0,0 | 0 |
| *Textiles* | 24,5 | 3,4 | 17.375 |
| *Gomas y cueros* | 1,8 | 0,3 | 1.277 |
| *Maderas* | 4,9 | 0,7 | 3.475 |
| *Higiénico-sanitarios* | 17,6 | 2,4 | 12.481 |
| *Inertes* | 37,5 | 5,2 | 26.594 |
| | | | |
| **RICIA** | | **100,0** | **78.459** |
| **Fracciones** | **%** | **%** | **t/año** |
| **Residuos industriales asimilables recogidos en masa** | | **32,7** | **25.617** |
| *Residuos industriales asimilables a urbanos* | | | - |
| **RICIA** | | | |
| *Residuos municipales no especificados* | | 32,7 | 25.617 |
| | | | |
| **Residuos comerciales recogidos en masa** | | **13,9** | **10.926** |
| *Residuos de cocinas y restaurantes* | | 0,0 | 12 |
| *Residuos de mercados* | | 13,9 | 10.914 |
| | | | |
| **Residuos institucionales recogidos en masa** | | **14,8** | **11.582** |
| *Parques y jardines* | | 7,2 | 5.679 |
| *Limpieza viaria* | | 2,2 | 1.731 |
| *Limpieza de alcantarrillado* | | 0,3 | 216 |
| *Otros residuos no compostables* | | 0,2 | 153 |
| *Restos de desarenado* | | 2, | 1.85 |

Tabla 4.1: RU (-) generados en todas las recogidas. Isla de Tenerife. 2004 (t/año)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **RD** | **100,0** | **100,0** | **510.195** |
| | | 4 | 7 |
| *Lodos tratamiento físico-químico* | | 2,5 | 1.945 |
| | | | |
| **RICIA recogidos selectivamente** | | **38,7** | **30.335** |
| *Papel cartón* | | 37,3 | 29.295 |
| *Vidrio* | | 1,3 | 1.040 |
| | | | |
| **TOTAL RU (-)** | | | **588.654** |

*Fuente: PTEOR*

Los datos que se ofrecen servirán como base de referencia para el análisis de los principales datos de generación de residuos de las dos corrientes (RD y RICIA) de residuos urbanos. Asimismo, supone una base de partida de primera calidad a la hora de hacer proyecciones de cara al futuro.

De manera resumida, los datos de la tabla anterior se pueden recoger en la tabla siguiente que agrupa los residuos recogidos en masa o de forma selectiva de las dos corrientes de RU (-).

Tabla 4.2: RU (-) recogidos en masa y selectivamente. Isla de Tenerife 2004 (t/año)

| Residuo | En masa Complejo | Rec. Select. | Total |
|---|---|---|---|
| RD | 497.949 | 12.246 | 510.195 |
| RICIA | 48.124 | 30.335 | 78.459 |
| RU (-) | 546.074 | 42.580 | 588.654 |

*Fuente: PTEOR*

# 5.- RECOGIDAS SELECTIVAS DE RD Y RICIA.

Durante 2004, los residuos RD y RICIA recogidos de forma selectiva en Tenerife se indican en la tabla siguiente:

Tabla 5.1 - RD y RICIA recogidos selectivamente. Isla de Tenerife. 2004 (t/año).

| Origen | Papel-Cartón | Vidrio | Envases | Total |
|---|---|---|---|---|
| **RD** | **5.012** | **5.730** | **1.504** | **12.246** |
| | | | | |
| Imprentas, archivos, oficinas | 2.298 | - | - | 2.298 |
| Distribuidores, rotativas | 7.071 | - | - | 7.071 |
| Supermercados, hoteles, rutas comerciales | 14.390 | - | - | 14.390 |
| Grandes litografías, onduladores | 5.406 | - | - | 5.406 |
| Puntos limpios | 131 | - | - | 131 |
| Horeca, industria | 0 | 1.040 | - | 1.040 |
| **RICIA** | **29.296** | **1.040** | **0** | **30.336** |
| **Total RU (-)** | **34.307** | **6.770** | **1.504** | **42.580** |

*Fuente: PTEOR*

Como se observa, los RD recogidos de forma selectiva obedecen al esquema de recogida selectiva en áreas de aportación contenerizadas en acera, con tres fracciones principales: papel - cartón, vidrio y envases ligeros. Con relación a los RICIA, sin embargo, la información expresa de manera más segregada los orígenes de las distintas cantidades.

De las tablas anteriores, se obtiene la tabla siguiente que refleja el porcentaje de recogida selectiva del total de cada corriente.

Tabla 5.2- Porcentaje de recogida selectiva de cada corriente. 2004 (%)

| Residuo | En masa Complejo | Rec. Select. | Total |
|---|---|---|---|
| RD | 98% | 2% | 100% |
| RICIA | 61% | 39% | 100% |
| RU (-) | 93% | 7% | 100% |

*Fuente: PTEOR*

Además, se deduce algo que de manera intuitiva se percibe claramente, como es que el potencial de recogida selectiva de los RICIA es muy importante, ya que realizando un pequeño esfuerzo, los porcentajes de recogida selectiva alcanzables serían más elevados. La recogida selectiva de RD está en torno al 2% del total de RD generada, mientras que los RICIA recogidos de forma selectiva representaban el 39% del total de los generados en el año 2004. En suma, se estaban recogiendo de forma selectiva el 7% de los RU (-) generados.

En cualquier caso, los datos anteriores ponen de manifiesto el largo camino que queda por recorrer en materia de recogida selectiva y, por tanto, de reciclaje y compostaje.

### *5.1.- PROPORCIÓN RD/RICIA GENERADOS.*

Un dato importante a considerar es el porcentaje que cada una de las corrientes RD y RICIA representan en el total de RU (-) generados en la Isla.

Tabla 5.3. Proporción RD / RICIA.
Isla de Tenerife. 2004 (%)

| Corriente | % |
|---|---|
| RD | 87% |
| RICIA | 13% |
| RU (-) | 100% |

*Fuente: PTEOR.*

Como se desprende de los datos anteriores, los RICIA representan el 13% del total de RU (-) generados. Hay que tener en cuenta que en los países desarrollados –centro y norte de Europa, Norteamérica, etc - esta proporción puede llegar a acercarse al 50% de los residuos urbanos (-) generados. La diferencia que existe entre los datos de Tenerife, y en general de todo el país, y los del resto de países desarrollados del entorno obedece a diversos factores, entre los que se encuentran algunos estructurales como la diferente distribución urbano-industrial-comercial en nuestras ciudades y en esos países. En general, hasta hace pocos años, la estructura urbana era, en muchos casos, una mezcla abigarrada de áreas residenciales y áreas comerciales e incluso industriales. Esto ha hecho que los residuos urbanos generados por las actividades no domiciliarias se hayan recogido junto con el resto de residuos domiciliarios, lo que hacía imposible segregar los residuos generados por una u otra corriente.

Esta tendencia sufrirá una variación en España y también en Tenerife, dado que el nuevo planeamiento urbanístico y territorial tiende a segregar los distintos tipos de actividades, y en particular, las nuevas áreas residenciales de las actividades industriales e incluso comerciales, lo que dará como resultado la posibilidad de ir a diseños de gestión de recogida separada de los residuos generados por los distintos tipos de actividades. Ello junto con una mayor generación de los RICIA, como consecuencia de las transformaciones logísticas que se vienen produciendo, tanto en el sector industrial como

comercial, va a dar como resultado el afloramiento y la mayor generación de este tipo de residuos en el futuro. Por lo tanto, es posible que no se termine de acercar a esos porcentajes de generación del 50% de RICIA; pero si se podría hacerlo a porcentajes del 25% -cantidad ya alcanzada en otras regiones como el País Vasco, por ejemplo- e incluso a porcentajes mayores del 30% ó 40% si no se aplican medidas de prevención activas o muy activas en el futuro.

### *5.2.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS.*

Dada la evolución de la recogida selectiva así como de la gestión indiferenciada de las distintas corrientes de residuos en la Isla, sólo se poseen datos históricos de los residuos urbanos recogidos en masa de todas las procedencias. Su evolución histórica en los últimos años (1998-2004), así como la de la población de hecho durante ese periodo, se recoge en la tabla siguiente:

Tabla 5.4. Variación de la generación de residuos recogidos en masa y vertidos en Complejo Ambiental de Tenerife y de la población de hecho. Isla de Tenerife. 1998-2004.

| Año | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuos generados en masa y vertidos en Complejo Ambiental de Tenerife (t/año) | 458.443 | 508.045 | 535.775 | 579.524 | 621.323 | 617.630 | 618.310 |
| Población de hecho (habitantes) | 753.713 | 770.969 | 792.782 | 827.283 | 860.401 | 883.996 | 902.992 |

*Fuente: PTEOR*

Tal y como se recoge en el apartado de la memoria informativa dedicado al estudio de la población en la Isla, durante estos años la población de hecho ha variado de acuerdo con las tasas que se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 5.5. Tasas de variación de la población. 1998-2004 (%).

| Año | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tasas de variación anual población en la isla de Tenerife (%)** | | 2,29 | 2,83 | 4,35 | 4,00 | 2,74 | 2,15 |
| **Tasa de variación media interanual población en la isla de Tenerife (%)** | 3,06 | | | | | | |

*Fuente: PTEOR*

Esa tasa de variación interanual de la población de hecho en la Isla ha variado durante estos años a un ritmo del 3,06% anual acumulativo, lo que supone un crecimiento muy importante que, sin duda, tiene reflejo en la cantidad de residuos generados y en su tasa de variación anual e interanual, como se comprobará en la siguiente tabla.

En ésta se recoge la tasa de variación anual e interanual de la generación de residuos urbanos en la Isla durante el periodo 1998-2004.

Tabla 5.6. Tasas de variación de la generación bruta de residuos. 1998-2004 (%).

| Año | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tasas de variación anual de la generación bruta de residuos recogidos en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife (%) | | 10,82 | 5,46 | 8,17 | 7,21 | -0,59 | 0,11 |
| Tasa de variación media interanual de generación bruta de residuos recogidos en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife (%) | 5,11% | | | | | | |

*Fuente: PTEOR*

Durante ese periodo de tiempo, la generación de residuos urbanos ha crecido con una tasa interanual acumulativa del 5,11%, lo que representa un crecimiento espectacular fruto de la conjunción de dos circunstancias que han sumado sus efectos: por un lado el crecimiento de la población y, por otro, el crecimiento de la generación *per cápita*.

Esa generación per capita de los residuos urbanos ha variado de acuerdo con los datos reflejados en la tabla siguiente:

Tabla 5.7. Tasas de variación de la generación *per capita* de residuos. 1998-2004 (%)

| Año | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Residuos *per capita* generados en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife (kg/habitante y día) | 1,67 | 1,81 | 1,85 | 1,92 | 1,98 | 1,91 | 1,88 |
| Tasa de variación interanual de los residuos urbanos *per capita* generados en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife (%) | 1,99% | | | | | | |

*Fuente: PTEOR*

Se aprecia que la generación per capita de residuos ha crecido a una tasa media interanual del 1,99%, pasando durante el periodo 1998-2004 de 1,67 kg/habitante y día a 1,88 kg/habitante y día.

Esto explica, también, el espectacular incremento que la generación de residuos ha experimentado en la Isla. Es decir, la generación de residuos domiciliarios es el resultado de la conjunción de las dos circunstancias ya comentadas en párrafos anteriores. Por un lado, el crecimiento de la población y, por otro, la generación per cápita. De estos dos factores, sólo el crecimiento per cápita de la generación es parcialmente influenciable por las políticas de gestión de residuos a nivel local.

En efecto, ni cabe intervenir desde estas áreas de responsabilidad en las dinámicas de la población que le son totalmente ajenas, ni en los factores que en gran parte determinan la generación per cápita de residuos: cambios en la logística de venta de productos comerciales, variaciones en las pautas de consumo de los habitantes resultado de cambios profundos en los modos de vida, de trabajo y en la estructura familiar moderna, etc.

Un sencillo ejemplo ilustra bien la dinámica que se viene produciendo desde hace algunos años: cuatro personas viviendo juntas bajo el mismo techo generan muchos menos residuos que esas mismas personas viviendo en cuatro viviendas separadas. Además, la incorporación cada vez mayor de ambos cónyuges a la vida laboral externa al hogar está transformando las pautas de consumo alimentario en los hogares, lo que se traduce en un menor consumo de productos frescos y un aumento de los alimentos envasados o precocinados, que terminan generando más residuos. Entre otros, todos estos factores explican el porqué de los importantes crecimientos que viene experimentando la generación de residuos urbanos durante las últimas décadas.

Con objeto de tener una perspectiva a más largo alcance se incluyen datos de generación con una serie histórica más larga, concretamente durante el periodo 1992-2004.

Tabla 5.8. Variación de la generación de residuos recogidos en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife. Tenerife. 1992-2004

| Año | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| RU (-) | 330.900 | 350.987 | 377.586 | 382.824 | 401.244 | 427.592 |

| **Año (cont.)** | **1998** | **1999** | **2000** | **2001** | **2002** | **2003** | **2004** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RU (-) | 458.443 | 508.045 | 535.775 | 579.524 | 621.323 | 617.630 | 618.310 |

Fuente: PTEOR

Durante este periodo, los residuos generados y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife han pasado de 330.900 toneladas en el año 1992 a 618.310 toneladas generadas durante el año 2004 con un crecimiento bruto del 87%. Es decir, que en doce años, casi se ha duplicado la generación de residuos.

Esto ha supuesto que la tasa de variación anual de la generación bruta de residuos durante este periodo se haya comportado como se refleja en la tabla, y que la tasa de variación media interanual haya superado incluso la correspondiente al periodo 1998-2004, y se haya situado entre los años 1992-2004 en el 5,35%, tal y como se refleja en la tabla siguiente.

Tabla 5.9. Tasas de variación de la generación bruta de residuos. 1992-2004 (%)

| Año | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tasas de variación anual de la generación bruta de residuos recogidos en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife (%) | - | 6,07 | 7,58 | 1,39 | 4,81 | 6,57 | 7,22 | 10,82 | 5,46 | 8,17 | 7,21 | 0,59 | 0,11 |
| Tasa de variación media interanual de generación bruta de residuos recogidos en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife (%) | 5,35 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: PTEOR*

Esto pone de manifiesto la necesidad de establecer objetivos de gestión claros en el futuro próximo si se quiere abordar el mismo con ciertas garantías de éxito que asegure la gestión futura desde criterios de sostenibilidad ambiental.

### *5.3.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROGNOSIS DE LA POBLACIÓN.*

Tal y como se recoge en el apartado de la memoria informativa, la población de hecho durante el periodo 1998-2004 ha variado de la manera siguiente:

Tabla 5.10. Evolución de la población de hecho. Isla de Tenerife. 1998-2004

| Año | Población hecho | Crecimiento anual | Crecimiento medio interanual |
|---|---|---|---|
| 1998 | 753.713 | - | 3,06% |
| 1999 | 770.969 | 2,29% | |
| 2000 | 792.782 | 2,83% | |
| 2001 | 827.283 | 4,35% | |
| 2002 | 860.401 | 4,00% | |
| 2003 | 883.996 | 2,74% | |
| 2004 | 902.992 | 2,15% | |

*Fuente: PTEOR*

La tasa de variación interanual de la población de hecho, ha variado durante estos años a un ritmo del 3,06% anual acumulativo, lo que supone un crecimiento muy importante, que habrá que evaluar hasta qué punto se mantiene en el futuro.

La tabla siguiente recoge como prognosis la estimación de la evolución de población durante el periodo 2005-2016.

Tabla 5.11. Prognosis población de hecho y de derecho. Isla de Tenerife. 2005-2016.

| Año | Población hecho | Población derecho |
|---|---|---|
| 2005 | 920.739 | 836.416 |
| 2006 | 939.397 | 856.002 |
| 2007 | 960.989 | 876.550 |
| 2008 | 983.621 | 898.124 |
| 2009 | 1.007.361 | 920.793 |
| 2010 | 1.032.286 | 944.633 |
| 2011 | 1.058.474 | 969.724 |
| 2012 | 1.086.014 | 996.151 |
| 2013 | 1.114.998 | 1.024.010 |

| | | |
|---|---|---|
| 2014 | 1.145.526 | 1.053.398 |
| 2015 | 1.177.707 | 1.084.425 |
| 2016 | 1.211.656 | 1.117.205 |

*Fuente: PTEOR*

De los datos anteriores se deduce que para la población de hecho las tasas de crecimiento anual y de crecimiento medio interanual durante el periodo 2005-2016 son las que se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 5.12- Prognosis Población de Hecho. Isla Tenerife. 2004-2016.

| Año | Población hecho | Crecimiento anual | Crecimiento medio interanual |
|---|---|---|---|
| 2004 | 902.992 | - | |
| 2005 | 920.739 | 1,97% | |
| 2006 | 939.397 | 2,03% | |
| 2007 | 960.989 | 2,30% | |
| 2008 | 983.621 | 2,36% | |
| 2009 | 1.007.361 | 2,41% | |
| 2010 | 1.032.286 | 2,47% | 2,48% |
| 2011 | 1.058.474 | 2,54% | |
| 2012 | 1.086.014 | 2,60% | |
| 2013 | 1.114.998 | 2,67% | |
| 2014 | 1.145.526 | 2,74% | |
| 2015 | 1.177.707 | 2,81% | |
| 2016 | 1.211.656 | 2,88% | |

*Fuente: PTEOR*

Los resultados de la prognosis sobre la variación de la población de hecho durante el periodo 2005-2016, por municipios, se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 5.13. Variación de la población de hecho por municipios. 2005-2016.

| **Municipio** | **2005** | **2016** | **Variación %** |
|---|---|---|---|
| ADEJE | 61.688 | 108.485 | 76% |
| ARAFO | 5.323 | 6.520 | 22% |
| ARICO | 7.346 | 9.716 | 32% |
| ARONA | 93.505 | 189.006 | 102% |
| BUENAVISTA | 5.559 | 6.163 | 11% |
| CANDELARIA | 19.688 | 31.633 | 61% |

Tabla 5.13. Variación de la población de hecho por municipios. 2005-2016.

| Municipio | 2005 | 2016 | Variación % |
|---|---|---|---|
| FASNIA | 2.688 | 2.954 | 10% |
| GARACHICO | 5.952 | 6.493 | 9% |
| GRANADILLA | 32.557 | 51.304 | 58% |
| LA GUANCHA | 5.348 | 5.500 | 3% |
| GUIA DE ISORA | 18.309 | 25.364 | 39% |
| GÜIMAR | 16.601 | 18.459 | 11% |
| ICOD DE LOS VINOS | 23.232 | 24.645 | 6% |
| LA LAGUNA | 138.310 | 154.534 | 12% |
| LA MATANZA | 7.776 | 9.466 | 22% |
| LA OROTAVA | 40.913 | 46.607 | 14% |
| PUERTO DE LA CRUZ | 48.950 | 60.332 | 23% |
| LOS REALEJOS | 38.073 | 44.690 | 17% |
| EL ROSARIO | 16.410 | 28.036 | 71% |
| SAN JUAN DE LA RAMBLA | 5.053 | 5.136 | 2% |
| SAN MIGUEL DE ABONA | 13.008 | 20.956 | 61% |
| SANTA CRUZ DE TENERIFE | 224.869 | 242.888 | 8% |
| SANTA ÚRSULA | 12.955 | 15.864 | 22% |
| SANTIAGO DEL TEIDE | 15.796 | 25.058 | 59% |
| EL SAUZAL | 8.713 | 11.546 | 33% |
| LOS SILOS | 5.592 | 5.821 | 4% |
| TACORONTE | 22.613 | 26.505 | 17% |
| EL TANQUE | 3.274 | 3.723 | 14% |
| TEGUESTE | 10.354 | 12.864 | 24% |
| LA VICTORIA | 8.381 | 9.183 | 10% |
| VILAFLOR | 1.901 | 2.202 | 16% |
| **Total** | **920.739** | **1.211.656** | **32%** |

*Fuente: PTEOR*

Como se observa en la anterior tabla, es de esperar que durante ese periodo casi la mitad de los municipios experimenten un crecimiento superior al 20% de su población y que la media de incremento de la población de hecho esperada en toda la Isla supere el 32%. Crecimiento, sin duda, muy importante que va a condicionar la generación futura de residuos urbanos en la Isla, ya que, como es bien sabido, los residuos generados en un territorio determinado, durante un periodo de tiempo concreto, es proporcional, entre otros factores, a la población residente de hecho en ese ámbito territorial.

De forma gráfica este incremento se recoge de manera muy clara en la figura siguiente:

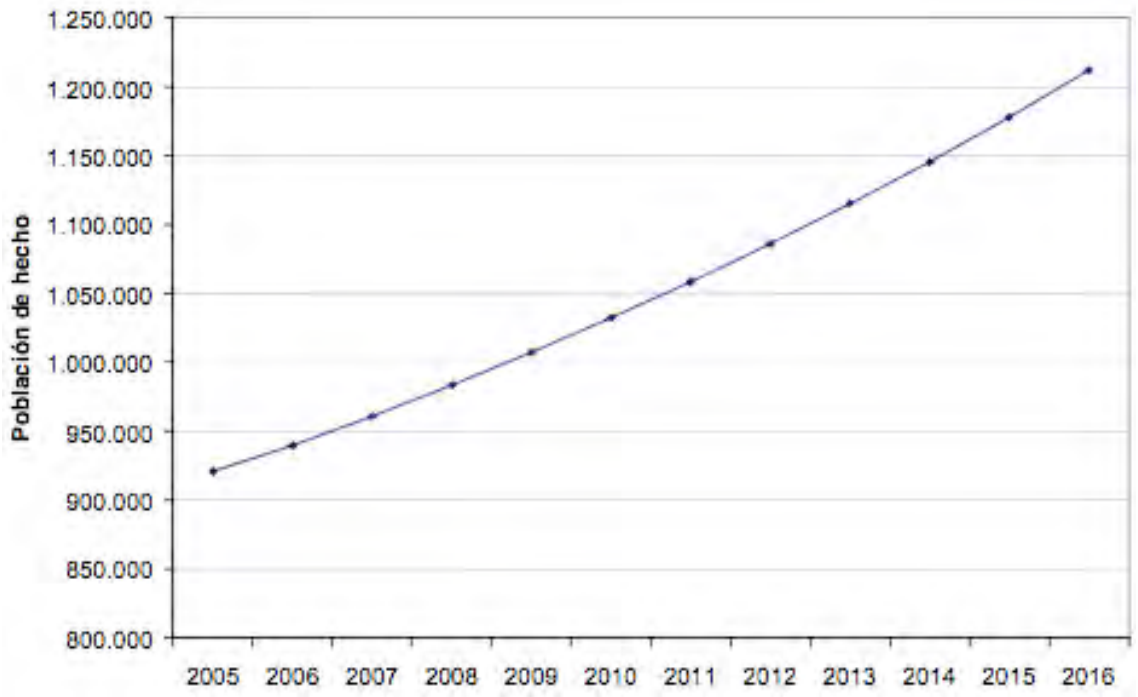



Fig. 5.1 Prognosis de la población de hecho. Isla de tenerife 2005-2016. Fuente: PTEOR

### *5.4.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN FUTURA DE RESIDUOS URBANOS.*

Un aspecto capital en el modelo de gestión es la estimación de la evolución que la generación de residuos puede experimentar en el futuro. El horizonte temporal del presente modelo de gestión se fija en el año 2016. Las suposiciones y escenarios resultantes de las mismas se deben realizar para las dos corrientes de residuos, RD y RICIA, presentes en los residuos urbanos, tal y como quedaron definidos en apartados anteriores.

### *5.5.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RD 2005-2016.*

En primer lugar, se define los posibles escenarios de prognosis de la futura generación de RD en el horizonte temporal. La definición de escenarios se realiza mediante el cálculo del índice base 100 para la generación de residuos domiciliarios per capita. La elección del estudio de la variación del indicador de generación per capita es la única elección que permite realizar una evaluación que tenga en consideración el doble fenómeno del efecto renta y estilos de vida y del efecto población. En el índice de generación per capita se puede englobar, además, el efecto que las políticas de prevención puedan tener en el futuro sobre la generación de esta corriente de residuos. A partir de aquí, sabiendo cómo puede evolucionar la generación per capita de residuos, y cómo se posee la estimación de la variación de la población, se puede fijar la prognosis de generación de esta corriente de residuos. La elección del índice base 100 permite visualizar de manera muy gráfica el efecto que todo este conjunto de consideraciones tiene sobre el índice de generación per capita.

A este respecto, se han estudiado tres posibles escenarios:

- Un escenario C o tendencial sin políticas de prevención, en el que la variación de la generación per capita de residuos es una mera proyección del pasado, con un crecimiento del 1,99% anual acumulativo y que presupone que los cambios en las pautas de vida y de consumo van a continuar generando residuos sin freno al mismo ritmo en el futuro. Todo ello, además, sin impulsar políticas de prevención en el ámbito local-insular y sin que las políticas de prevención que se puedan ir implantando en los otros ámbitos territoriales –regional, nacional o comunitario- tengan ningún efecto sobre la generación de residuos en la Isla.

- Un escenario B intermedio, con políticas de prevención activas, en el que la evolución de la generación per capita es prácticamente estacionaria, creciendo únicamente a un ritmo de un 0,1% de media

interanual acumulativo. Este escenario vendría a reflejar un doble fenómeno, por un lado, un cierto efecto de saturación del crecimiento de la generación de residuos con la renta y del efecto que las políticas de prevención en los ámbitos administrativos superiores pueden tener en la generación de residuos.

- Un escenario A elegido, con políticas de prevención muy activas, en el que junto al efecto de saturación y de repercusión de las políticas de prevención, se realizará un importante esfuerzo de prevención en el ámbito local-insular a través de un estrecha cooperación en esta materia entre el Cabildo y los ayuntamientos. Esto se traduciría en un descenso de un 1% (-1%) de la tasa de generación per cápita de residuos domiciliarios.

Estos tres escenarios se representan en la siguiente figura:

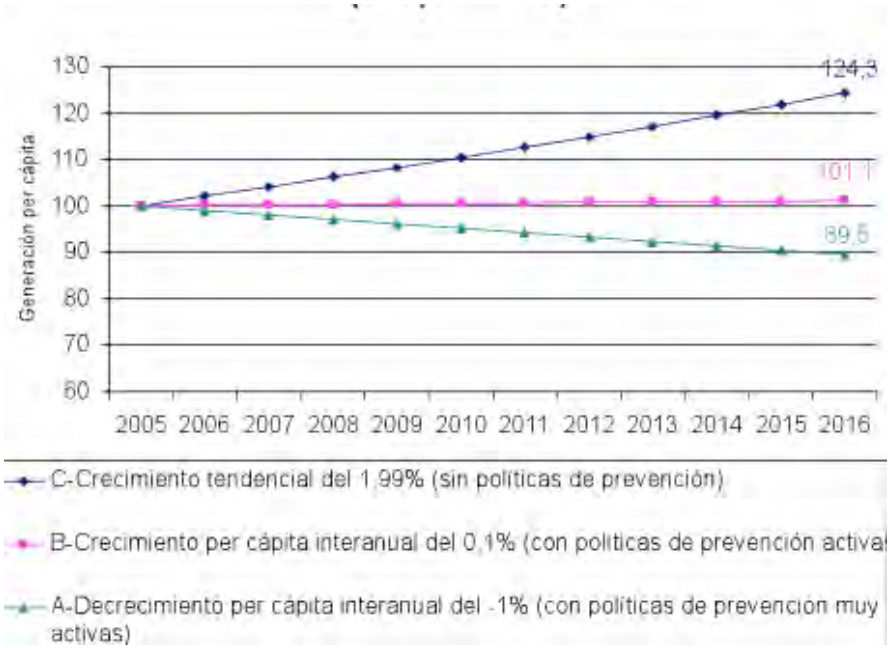



Fig. 5.2 Escenarios de generación de RD per cápita. Base 100. Fuente: PTEOR

De la figura anterior se deduce que por cada 100 kilogramos de residuos generados en el año 2005, en el escenario C o tendencial (+1.99%) se generarían 124,4 kilogramos en el año 2016, 101,1 kilogramos en el escenario B o intermedio (+0,1%) y sólo 89,5 kilogramos para ese mismo año en el escenario A (-1%), implantando políticas de prevención muy activas también en el ámbito local. El escenario elegido para la planificación es el A, que supone una apuesta decidida por la prevención, también en el ámbito local y, al mismo tiempo, arriesgada, por lo que supone de incertidumbre caso de que la realidad de la futura generación de residuos no camine por la senda fijada en este escenario.

El escenario A elegido supone además que las tasas de crecimiento de la generación de residuos per capita van a disminuir (-1% anual) respecto a lo que han sido sus variaciones históricas. Esto se debe a dos fenómenos que se espera que evolucionen en la misma dirección: un efecto de saturación de la variación de la generación de residuos con la renta y un proceso de disminución en las tasas de generación como consecuencia de las políticas de prevención de residuos que se vayan a poner en marcha, tanto a nivel comunitario y estatal, como autonómico y local.

Junto a ello se añadiría la actitud proactiva de los ciudadanos, en tanto que consumidores, en la variación de los hábitos de consumo orientados a la prevención de la generación de residuos. Este efecto de saturación con relación al factor renta/riqueza significa que, aunque los residuos domiciliarios generados per capita guardan una relación con la renta media de los ciudadanos, esta tendencia tiende a estabilizarse a medida que se incrementa la renta. Por lo tanto, se prevé que ese impulso va a ir decreciendo con el tiempo y que no se van a seguir generando tantos RD, aunque la renta media siga creciendo.

Este escenario expresa, además, el convencimiento de que las políticas públicas a favor de la prevención, reutilización y minimización de residuos pueden lograr una disminución significativa de la generación de RD per cápita. Este sería, en todo caso, un escenario arriesgado también desde el punto de vista del dimensionamiento de las infraestructuras de tratamiento de residuos, toda vez que los errores de previsión al alza podrían provocar un efecto saturación en dichas infraestructuras.

La prognosis de generación de RD se basa, por lo tanto, en la asunción de un doble fenómeno de signo contrario: por un lado, el aumento de la población, y por otro, el descenso de la tasa de generación per cápita. Ambas hipótesis quedan recogidas de manera cuantificada en la tabla siguiente:

Tabla 5.14- Variación de la población de hecho y de la generación per capita 2004-2016 (kg/habitante y año).

| Año | Hab | kg/habitante y año |
|---|---|---|
| 2004 | 902.992 | 565 |
| 2005 | 920.739 | 560 |
| 2006 | 939.397 | 555 |
| 2007 | 943.244 | 550 |
| 2008 | 983.621 | 546 |
| 2009 | 1.007.361 | 541 |
| 2010 | 1.032.286 | 536 |
| 2011 | 1.058.474 | 532 |
| 2012 | 1.086.014 | 527 |
| 2013 | 1.114.998 | 523 |
| 2014 | 1.145.526 | 519 |
| 2015 | 1.177.707 | 515 |
| 2016 | 1.211.656 | 510 |

*Fuente: PTEOR*

De manera cuantitativa, las tasas de variación de la generación *per cápita*, de la población y de la generación bruta de RD, se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 5.15- Tasas de variación de RD. Tenerife. 2004-2016

| Tipo de tasa | Variación % |
|---|---|
| Tasa media anual de descenso de la generación *per capita* de RD | -1,00% |
| Tasa de crecimiento población de hecho | 2,48% |
| Tasa de crecimiento de RD | 1,62% |

*Fuente: PTEOR*

A partir de la asunción de estas hipótesis planificadoras, la prognosis de generación de RD se refleja en la tabla siguiente:

Tabla 5.16- Prognosis de generación de RD por áreas de influencia de las actuales Plantas de Transferencia. Isla de Tenerife. 2005-2016 (t/año).

| Año | PT-1 La Guancha | PT-2 La Orotava | PT-3 Arona | PT-4 El Rosario | Complejo Ambiental de Tenerife | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2004 | 22.493 | 98.691 | 120.524 | 227.940 | 40.546 | 510.194 | |
| 2005 | 22.392 | 99.046 | 124.533 | 228.278 | 41.323 | 515.572 | |
| 2006 | 22.292 | 99.411 | 128.882 | 228.644 | 42.126 | 521.355 | |
| 2007 | 22.194 | 99.998 | 134.491 | 229.081 | 42.997 | 528.760 | |
| 2008 | 22.096 | 100.591 | 140.467 | 229.548 | 43.895 | 536.597 | |
| 2009 | 21.999 | 101.189 | 146.835 | 230.046 | 44.823 | 544.893 | 1,62 |
| 2010 | 21.903 | 101.793 | 153.623 | 230.575 | 45.781 | 553.676 | |
| 2011 | 21.807 | 102.403 | 160.860 | 231.137 | 46.770 | 562.978 | |
| 2012 | 21.712 | 103.019 | 168.576 | 231.733 | 47.792 | 572.832 | |
| 2013 | 21.618 | 103.640 | 176.804 | 232.365 | 48.847 | 583.274 | |
| 2014 | 21.524 | 104.268 | 185.579 | 233.033 | 49.937 | 594.341 | |
| 2015 | 21.430 | 104.902 | 194.941 | 233.739 | 51.062 | 606.074 | |
| 2016 | 21.337 | 105.542 | 204.928 | 234.483 | 52.225 | 618.515 | |

*Fuente: PTEOR*

Es decir, que los RD que se prevén que se vayan a generar en el año 2016 alcanzan las 618.515 toneladas. Como se ve, la generación bruta de RD durante este periodo crece, a pesar de haber elegido como hipótesis el descenso en un 1% (-1%) de la tasa de variación interanual de generación *per capita*, debido al crecimiento de la población de hecho que se prevé.

Por áreas de influencia asociadas a las actuales estaciones de transferencia, el crecimiento de la generación de RD queda recogido en la tabla siguiente:

Tabla 5.17- Incremento porcentual de generación de RD por áreas de influencia. 2005-2016 (%)

| | PT-1 La Guancha | PT-2 La Orotava | PT-3 Arona | PT-4 El Rosario | Complejo Ambiental de Tenerife | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Incremento de la generación de RD en el periodo 2005-2016 (%) | -5% | 7% | 65% | 3% | 26% | 20% |

*Fuente: PTEOR*

Los RD generados crecen de manera muy importante durante el periodo 2005-2016 en las áreas de influencia del Complejo Ambiental de Tenerife y sobre todo de la planta de transferencia de Arona, donde se espera un crecimiento de la generación del 65%, debido al espectacular incremento que se prevé en la población de hecho. En el resto de las áreas de influencia o bien se prevé un descenso, como en La Guancha, o bien la generación se estabiliza como en el área de influencia de la planta de transferencia de La Orotava y sobre todo en el área de influencia de la de El Rosario, correspondiente al Área Metropolitana.

### *5.6.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RICIA 2005-2016.*

En el momento actual, aún con una gestión indiferenciada de este tipo de residuos, se han detectado residuos pertenecientes a esta corriente en un porcentaje del 13% de RU (-) generados en el año 2004, tal y como se recogía en apartados anteriores. Por las mismas razones expresadas en dicho apartado, se considera que este tipo de residuos va a seguir creciendo en el futuro.

Considerando como posibles escenarios de variación de la generación futura de este tipo de residuos los mismos descritos para la generación de RD en el apartado anterior, la tabla siguiente nos refleja la repercusión que cada uno de estos escenarios tendría en la futura generación de RICIA.

Tabla 5.18. Proporción RD/RICIA 2016 por escenarios RICIA (%)

| Residuo | Esc. A | Esc. B | Esc. C |
|---|---|---|---|
| RD | 75% | 70% | 65% |
| RICIA | 25% | 30% | 35% |
| RU (-) | 100% | 100% | 100% |

*Fuente: PTEOR*

La falta de datos históricos sobre esta corriente de residuos y la incertidumbre sobre cómo va a evolucionar en el futuro hace necesario recurrir a un método indirecto para establecer una estimación de cómo pueden evolucionar los RICIA, lo que puede dar una aproximación muy válida sobre la realidad futura.

Este método indirecto consiste en asignar una determinada proporción a la relación entre RD y RICIA. Analizando lo que ocurre en nuestro entorno y con importantes esfuerzos en políticas de prevención a nivel local, suponemos que va a existir una relación 75/25 entre los RD/RICIA en el año 2016, que es una proporción mínima, que ya ha sido alcanzada en otros lugares de nuestro entorno.

Los mismos escenarios expresados en toneladas generadas en el año 2016, se encuentran recogidos en la tabla siguiente:

Tabla 5.19. Escenarios de generación de RICIA 2016 (t/año)

| Residuo | Esc. A | Esc. B | Esc. C |
|---|---|---|---|
| RD | 618.515 | 618.515 | 618.515 |
| RICIA | 206.172 | 265.078 | 333.047 |
| RU (-) | 824.687 | 883.593 | 951.562 |

*Fuente:. PTEOR*

Como se ha comentado con anterioridad, el escenario elegido había sido el A, lo que presupone un esfuerzo muy activo en el impulso de políticas de prevención en el ámbito local, que tendría como resultado un menor crecimiento de esta corriente en el futuro. Como la evolución de los RD está muy afinada a partir de la existencia de datos muy contrastados en el pasado, al relacionar la futura generación de RICIA con la de RD, muchas de las incertidumbres que rodeaban a este corriente de residuos desaparecen; y por tanto, con la asunción del escenario A, también, para los RICIA, la previsión de generación de estos residuos para el año 2016 alcanzaría las 206.172 toneladas. Ello daría un total de 824.687 toneladas para la totalidad de RU (-) generados en el año 2016, que es la cantidad que se utilizará como punto de diseño de la futura generación de residuos en el modelo de gestión de RU (-).

Tras la asunción de estas hipótesis, las tasas de generación futura de los RICIA en los tres escenarios analizados serían las reflejadas en la tabla siguiente:

Tabla 5.20. Prognosis de generación de RICIA 2004-2016 por escenarios A, B, C (t/año y %)

| Año | Escenario-A con prevención muy activa | | Escenario-B con prevención activa | | Escenario-C sin prevención | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **RICIA** | **Tasa de crecimiento medio interanual (%)** | **RICIA** | **Tasa de crecimien to medio interanual (%)** | **RICIA** | **Tasa de crecimien to medio interanual (%)** |
| 2004 | 78.459 | | 78.459 | | 78.459 | |
| 2005 | 85.037 | | 86.837 | | 88.504 | |
| 2006 | 92.167 | 8,38 | 96.109 | 10,68 | 99.836 | 12,80 |
| 2007 | 99.894 | | 106.372 | | 112.618 | |
| 2008 | 108.269 | | 117.730 | | 127.037 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2009 | 117.347 | | 130.301 | | 143.302 | | |
| 2010 | 127.185 | | 144.214 | | 161.649 | | |
| 2011 | 137.848 | | 159.613 | | 182.346 | | |
| 2012 | 149.406 | | 176.657 | | 205.692 | | |
| 2013 | 161.932 | | 195.520 | | 232.028 | | |
| 2014 | 175.508 | | 216.397 | | 261.735 | | |
| 2015 | 190.223 | | 239.504 | | 295.245 | | |
| 2016 | 206.172 | | 265.078 | | 333.047 | | |

*Fuente:. PTEOR*

Frente a una tasa de variación de la generación futura de RICIA del 12,80% en el escenario C tendencial, sin políticas de prevención, el escenario B intermedio se situaría en una tasa de variación media interanual del 10,68% y el escenario A elegido en una del 8,38%.

Hay que tener en cuenta que estas cifras expresan la resultante de muchas hipótesis y decisiones de gestión que van a tener que ponerse en marcha en el futuro. Por ejemplo, estas cifras son, entre otras cosas, la expresión de un efecto contable por el cual hay un trasvase de residuos que en la actualidad están siendo contabilizados como RD a ser contabilizados como RICIA debido a la promoción de grandes centros o parques comerciales e industriales, que o bien se trasladan a las periferias de las zonas residenciales o bien se reubican de manera diferenciada en el interior de éstas. Pero, además, reflejan el esfuerzo que en el futuro va a haber que realizar para incrementar la recogida separada de los residuos generados por las actividades comerciales, hosteleras, industriales, de servicios e institucionales; debido, no tanto a un objetivo estadístico, como a la necesidad de saber aprovechar el alto potencial de reciclaje y compostaje que poseen los residuos y la materia orgánica compostable de estos generadores si se recogen selectivamente, Y para conseguir los altos porcentajes de reciclaje y compostaje del presente modelo de gestión es preciso recurrir a estas recogidas selectivas que indefectiblemente van a ser contabilizadas como residuos RICIA. Además, y tal y como ya ha sido reseñado en apartados anteriores, en el futuro se va a producir una mayor generación de RICIA como

consecuencia de las transformaciones logísticas que se vienen produciendo tanto en el sector industrial como comercial, y va a dar como resultado el afloramiento y la mayor generación de este tipo de residuos.

Todo este conjunto de consideraciones, tamizado por las políticas de prevención, justifica los escenarios esbozados y la elección del escenario A elegido.

La evolución de las tasas de variación en los tres escenarios estudiados viene reflejada en la figura 3 siguiente, donde se ve la disminución de la tasas de crecimiento de los residuos RICIA en el futuro para los escenarios B intermedio y A elegido, con relación al escenario C tendencial.

Fig. 5.3 Influencia de las políticas de prevención en la generación de RICIA

Fuente: PTEOR

### *5.7.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RU (-) 2005-2016.*

Sumando las prognosis realizadas en los dos apartados anteriores para los RD y los RICIA, se obtiene la prognosis de generación para los RU (-) durante el periodo 2004-2016. Estos resultados se reflejan como sigue:

Tabla 5.21- Prognosis de la generación de RU (-) Isla de Tenerife 2004-2016 (t/año y %)

| Año | Población Hecho | RD | RICIA | RU (-) | Tasa de crecimiento medio interanual (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2004 | 902.992 | 510.194 | 78.459 | 588.653 | |
| 2005 | 920.739 | 515.572 | 85.037 | 600.609 | |
| 2006 | 939.397 | 521.355 | 92.167 | 613.522 | |
| 2007 | 960.989 | 528.760 | 99.894 | 628.654 | |
| 2008 | 983.621 | 536.597 | 108.269 | 644.866 | |
| 2009 | 1.007.361 | 544.893 | 117.347 | 662.239 | |
| 2010 | 1.032.286 | 553.676 | 127.185 | 680.861 | 2,85 |
| 2011 | 1.058.474 | 562.978 | 137.848 | 700.826 | |
| 2012 | 1.086.014 | 572.832 | 149.406 | 722.238 | |
| 2013 | 1.114.998 | 583.274 | 161.932 | 745.206 | |
| 2014 | 1.145.526 | 594.341 | 175.508 | 769.849 | |
| 2015 | 1.177.707 | 606.074 | 190.223 | 796.297 | |
| 2016 | 1.211.656 | 618.515 | 206.172 | 824.687 | |

*Fuente: PTEOR*

En el escenario elegido y con políticas de prevención muy activas, también en el ámbito local, los RU (-) alcanzarán un total de 824.687 toneladas generadas en el año 2016. Esto supone una ralentización del crecimiento histórico de estos residuos, que crecerán a una tasa del 2,85% de media interanual acumulativa en el periodo 2004-2016, frente a un crecimiento histórico del 5,35% medio interanual acumulativo en el periodo 1992-2004.

# 6.- EVOLUCIÓN GENERACIÓN Y RECOGIDA DE RESIDUOS.

## *6.1.- DATOS DE LOS RESIDUOS URBANOS*

En la gráfica mostrada a continuación puede verse la **evolución de los residuos urbanos en masa vertidos entre 2004 y 2008**. De la observación de la misma se tiene que entre 2004 y 2006 la cantidad de residuos vertidos fue en aumento y desde 2006 a 2008 ha ido disminuyendo, con lo que parece ser que la tendencia actual es a la baja, aunque habría que esperar a disponer de los datos de 2009 para confirmar este hecho.

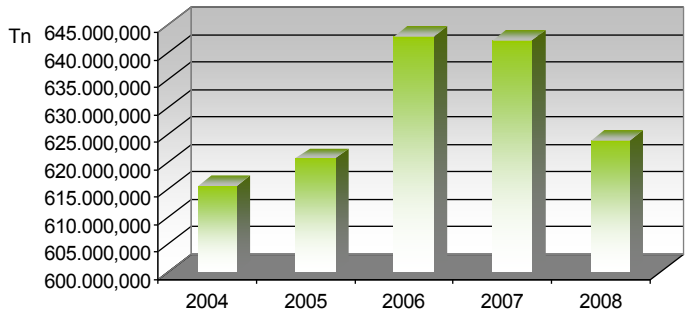



Fig. 6.1 Evolución de los RU en masa vertidos entre 2004 y 2005.

La tabla con los datos a partir de la que se ha elaborado la gráfica anterior es:

Tabla 6.1- R.U. en masa vertidos entre 2004 y 2008

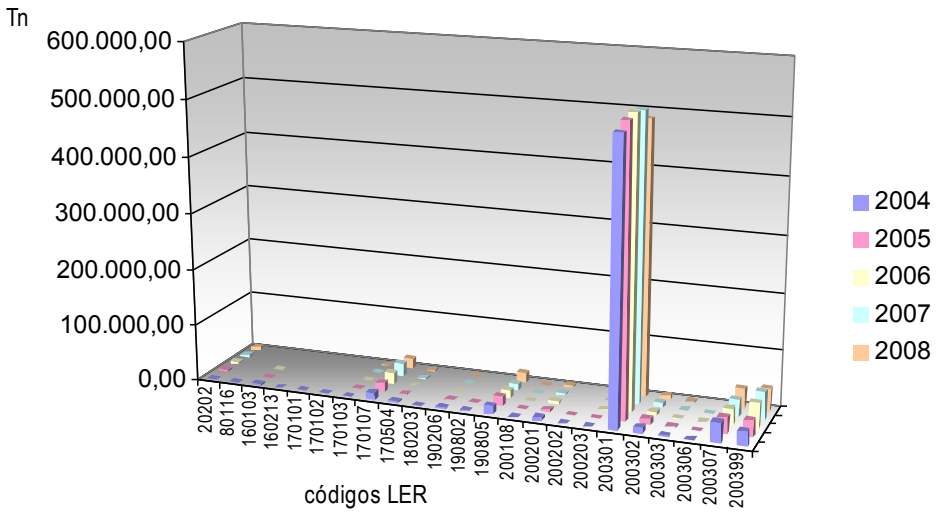
| R.U. en masa vertidos entre 2004 y 2008 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| Ton | 615.401,60 | 620.610,08 | 642.973,27 | 642.324,05 | 624.167,62 |

Se han tipificado los residuos urbanos vertidos utilizando los códigos LER, y partiendo de los datos de la tabla siguiente se han elaborado una serie de gráficas:

Tabla 6.2- Residuos urbanos vertidos entre 2004-2008 por código LER.

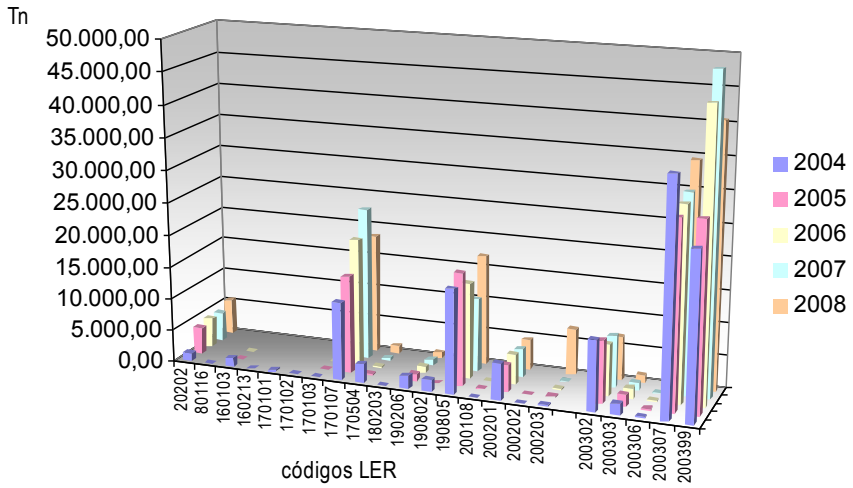
| Código | Descripción | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 20202 | Residuos de tejidos de animales | 1.189,68 | 4.203,37 | 4.600,47 | 4.354,40 | 5.413,60 |
| 80116 | Lodos acuosos que contienen pintura o barniz, distintos de los especificados en el código 080115* | 2,27 | | | | |
| 160103 | Neumáticos fuera de uso | 1.242,54 | 13,36 | 23,22 | | |
| 160213 | Residuos de equipos eléctricos y electrónicos que contienen componentes peligrosos | 0,95 | | | | |
| 170101 | Hormigón | 223,08 | | | | |
| 170102 | Ladrillos | 0,98 | | | | |
| 170103 | Tejas y materiales cerámicos | 8,58 | 3,68 | 1,44 | 0,12 | 148,66 |
| 170107 | Escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliar | 12.038,17 | 15.012,45 | 19.711,21 | 23.511,40 | 18.382,22 |
| 170504 | Tierras y piedras que no contienen sustancias peligrosas | 2.909,74 | 203,6 | 240,74 | 305,54 | 1.109,30 |
| 180203 | Residuos de servicios médicos o veterinarios (residuos cuya eliminación no es objeto de requisitos especiales para prevenir infecciones) | 0,2 | | | | |
| 190206 | Lodos de tratamientos físico-químicos que no contienen sustancias peligrosas | 1.944,88 | 975,94 | 1.097,68 | 904,68 | 911,26 |
| 190802 | Residuos de desarenado | 1.857,42 | 9,56 | | | |
| 190805 | Lodos procedentes de depuradoras de aguas residuales urbanas | 16.086,89 | 17.430,73 | 14.793,25 | 11.343,72 | 17.060,06 |
| 200108 | Residuos biodegradables de cocinas y restaurantes | 11,52 | 11,94 | 5,82 | 24,86 | 46,1 |
| 200201 | Residuos biodegradables de parques y jardines | 5.679,17 | 4.268,33 | 4.633,65 | 4.289,10 | 4.557,46 |
| 200202 | Tierra y piedras | 8,88 | 12,06 | | | |
| 200203 | Otros residuos no biodegradables de parques y jardines | 152,68 | 210,2 | 162,4 | 97,78 | 7.108,89 |
| 200301 | Mezcla de residuos municipales | 497.951,73 | 508.995,15 | 513.745,39 | 508.849,82 | 486.075,04 |
| 200302 | Residuos de mercados | 10.914,28 | 9.600,73 | 7.879,85 | 7.989,32 | 6.689,66 |
| 200303 | Residuos de limpieza viaria | 1.730,99 | 1.852,65 | 1.640,07 | 1.295,29 | 1.240,03 |
| 200306 | Residuos procedentes de limpieza de la red de saneamiento y alcantarillas | 216,48 | 167,8 | 153,42 | 88,04 | |
| 200307 | Residuos de enseres de recogida domiciliaria (residuos voluminosos) | 35.849,85 | 28.775,99 | 29.844,21 | 30.670,71 | 34.519,34 |
| 200399 | Residuos municipales no especificados en otra categoría | 25.617,00 | 28.896,57 | 44.453,81 | 48.585,92 | 40.635,62 |
| TOTAL | | 615.637,955 | 620.644,11 | 642.986,63 | 642.310,69 | 623.897,23 |

La gráfica siguiente muestra la evolución de residuos vertidos por categorías (según código LER) entre 2004 y 2008. En la misma puede verse que durante estos años, el tipo de residuo vertido en mayor cantidad - y con diferencia respecto a los demás- ha sido el “200301 – Mezcla de residuos municipales”




F 6.2 Evolución de residuos vertidos por categorías entre 2004 y 2008.

En la gráfica siguiente se ha eliminado la categoría correspondiente al código LER “200301 – Mezcla de residuos municipales”, para poder observar con mayor claridad la evolución de los residuos vertidos correspondientes a los otros códigos LER.




F 6.3 Evolución de residuos vertidos por categorías entre 2004 y 2008.

Se observa lo siguiente:

- Los residuos más vertidos corresponden a: “200399 – Residuos municipales no especificados en otra categoría” y “200307 – Residuos de enseres de recogida domiciliaria (residuos voluminosos)”
- La siguiente categoría con mayor cantidad vertida corresponde a “170107 – Escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria”.
- De las otras categorías de residuos, con destacadas cantidades vertidas se tiene:
    - “190805 – Lodos procedentes de EDAR”
    - “200302 – Residuos de mercado”
    - “200201 – Residuos biodegradables de parques y jardines”
    - “20202 – Residuos de tejidos animales”

Respecto a los años anteriores, aumentó mucho en 2008 el residuo “200203 – Otros residuos no biodegradables de parques y jardines”

Con los datos disponibles no podemos indicar que haya una tendencia clara al alza o a la baja, pero puede determinarse que son residuos con una importancia destacable respecto al total de los residuos vertidos. Para ilustrar esto podemos fijarnos en la gráfica siguiente, donde se muestran los porcentajes que corresponden a los distintos tipos de residuos (clasificados por códigos LER) vertidos en 2008:

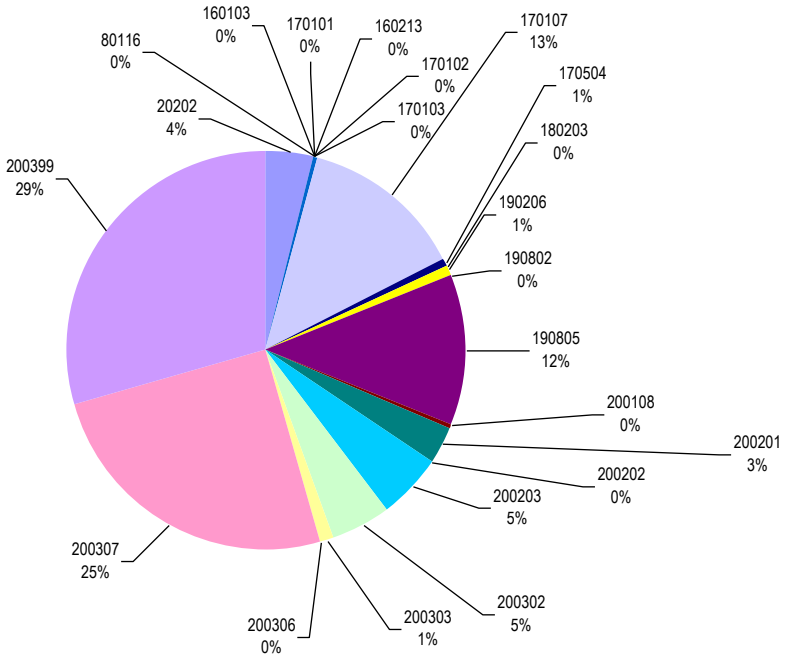



Figura 6.4 Porcentajes de residuos vertidos en 2008 por códigos LER, exceptuando el 200301.

Por lo tanto, sin tener en cuenta los vertidos categorizados como “Mezcla de residuos municipales” (código LER 200301), por orden de importancia destacan otros 4 tipos de residuos:

- “Residuos municipales no especificados en otra categoría” (código LER 200399)
- “Residuos de enseres de recogida domiciliaria” (código LER 200307)
- “Escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria” (código LER 170107)
- “Lodos procedentes de depuradoras de aguas residuales urbanas” (código LER 190805)

Es interesante comparar la variación de la cantidad de residuos llevada a cada una de las plantas de transferencia durante un año. Partiendo de la tabla, en las gráficas siguientes se plasma cómo varía durante 2008 la cantidad de residuos llevada a las cuatro plantas de transferencia existentes:

Tabla 6.3- Vertidos de R.S.U. en las distintas instalaciones en el año 2008

| | APICO | EL ROSARIO | ARONA | LA OROTAVA | LA GUANCHA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mes | CT-2 | PT-4 | PT-3 | PT-2 | PT-1 | TOTALES |
| Enero | 14.140,440 | 18.027,135 | 11.037,295 | 8.602,613 | 2.096,245 | 53.903,728 |
| Febrero | 14.498,375 | 16.571,480 | 9.863,645 | 8.024,035 | 1.891,115 | 50.848,650 |
| Marzo | 13.830,650 | 17.018,865 | 9.827,520 | 8.167,234 | 1.912,270 | 50.756,239 |
| Abril | 14.406,539 | 17.096,980 | 10.389,710 | 8.234,348 | 1.985,050 | 52.112,627 |
| Mayo | 14.114,054 | 17.743,940 | 9.644,105 | 8.374,861 | 1.902,035 | 51.778,995 |
| Junio | 15.244,035 | 16.581,225 | 9.238,356 | 7.743,886 | 1.927,220 | 50.734,721 |
| Julio | 15.958,891 | 18.071,822 | 10.510,580 | 8.696,508 | 2.126,050 | 55.363,651 |
| Agosto | 15.348,922 | 16.996,190 | 11.083,650 | 8.305,142 | 2.103,260 | 53.837,164 |
| Septiembre | 17.372,624 | 17.640,430 | 9.691,570 | 8.264,844 | 2.159,715 | 55.129,183 |
| Octubre | 15.016,395 | 17.515,605 | 10.071,485 | 8.113,001 | 1.985,120 | 52.701,606 |
| Noviembre | 12.434,000 | 16.315,285 | 9.704,245 | 7.600,030 | 1.739,165 | 47.795,805 |
| Diciembre | 11.966,630 | 17.385,080 | 9.702,495 | 8.255,007 | 1.897,390 | 49.206,602 |
| Totales | 174.331,435 | 206.963,737 | 120.764,655 | 98.384,509 | 23.724,635 | 624.168,971 |

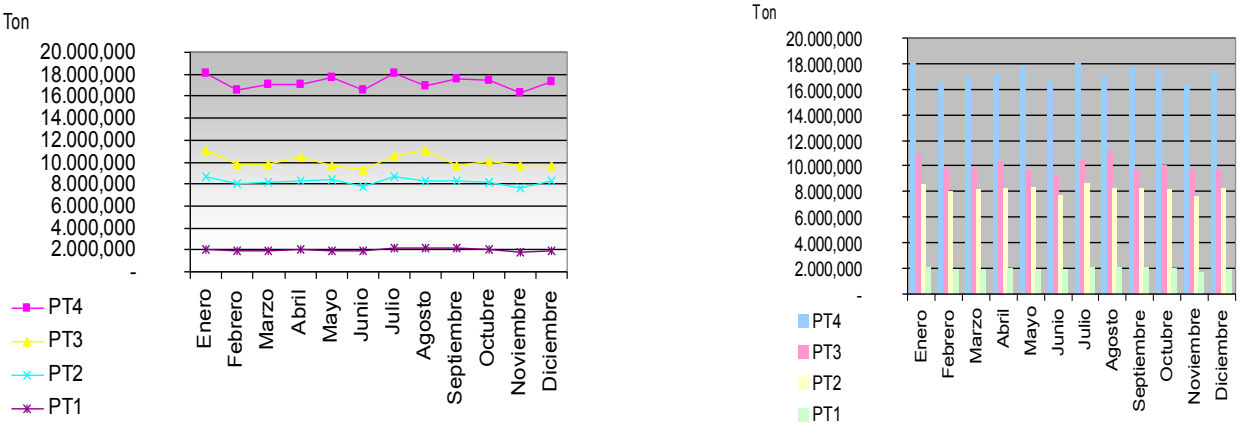



Figura 6.5 Vertidos mensuales de RU en PT en 2008

De la observación de dichas gráficas se puede deducir que:

- Las plantas de transferencia, según la cantidad de vertidos recibida, se ordenan de mayor a menor como sigue: PT4 (El Rosario), PT3 (Arona), PT2 (La Orotava) y PT1 (La Guancha).
- La cantidad de vertidos recibidos en la PT1 sufre pocas variaciones durante el año.
- En el mes de agosto, la cantidad de residuos recibida en las plantas de transferencia disminuye respecto al mes anterior en todas las plantas, excepto en la PT3 (Arona), en la que aumenta.
- En septiembre, disminuye la cantidad de residuos recibida en la PT3 (Arona) y en la PT2 (La Orotava), y aumenta en las otras dos plantas de transferencia.

La tabla y las gráficas oficiales del año 2007 son:

Tabla 6.4- Vertidos de R.S.U. en las distintas instalaciones en el año 2007.

| | ARICO | EL ROSARIO | ARONA | LA OROTAVA | LA GUANCHA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mes | CT-2 | PT-4 | PT-3 | PT-2 | PT-1 | TOTALES |
| Enero | 14.331,389 | 19.069,335 | 11.511,940 | 9.309,037 | 2.208,380 | 56.430,081 |
| Febrero | 12.193,805 | 16.501,345 | 10.332,610 | 8.008,469 | 1.799,780 | 48.836,009 |
| Marzo | 15.226,450 | 19.010,895 | 11.257,855 | 8.905,926 | 1.996,995 | 56.398,121 |
| Abril | 14.048,323 | 16.596,590 | 10.869,550 | 7.838,542 | 1.862,140 | 51.215,145 |
| Mayo | 13.624,069 | 17.955,975 | 10.360,814 | 8.536,720 | 2.046,095 | 52.523,673 |
| Junio | 14.314,190 | 18.343,430 | 9.990,075 | 8.719,370 | 2.053,440 | 53.420,505 |
| Julio | 13.961,795 | 18.302,765 | 11.509,184 | 8.779,849 | 2.140,510 | 54.694,103 |
| Agosto | 14.492,467 | 18.167,986 | 12.405,610 | 9.067,279 | 2.221,590 | 56.354,931 |
| Septiembre | 13.407,275 | 17.739,460 | 10.659,030 | 8.339,005 | 1.955,880 | 52.100,650 |
| Octubre | 15.044,790 | 18.340,780 | 10.721,760 | 8.584,527 | 2.155,630 | 54.847,487 |
| Noviembre | 13.792,635 | 17.410,130 | 10.671,480 | 8.416,791 | 1.975,835 | 52.267,051 |
| Diciembre | 12.885,345 | 18.719,135 | 10.928,485 | 8.729,872 | 1.970,490 | 53.233,327 |
| Totales | 167.322,733 | 216.157,825 | 131.218,373 | 103.235,387 | 24.386,765 | 642.321,083 |

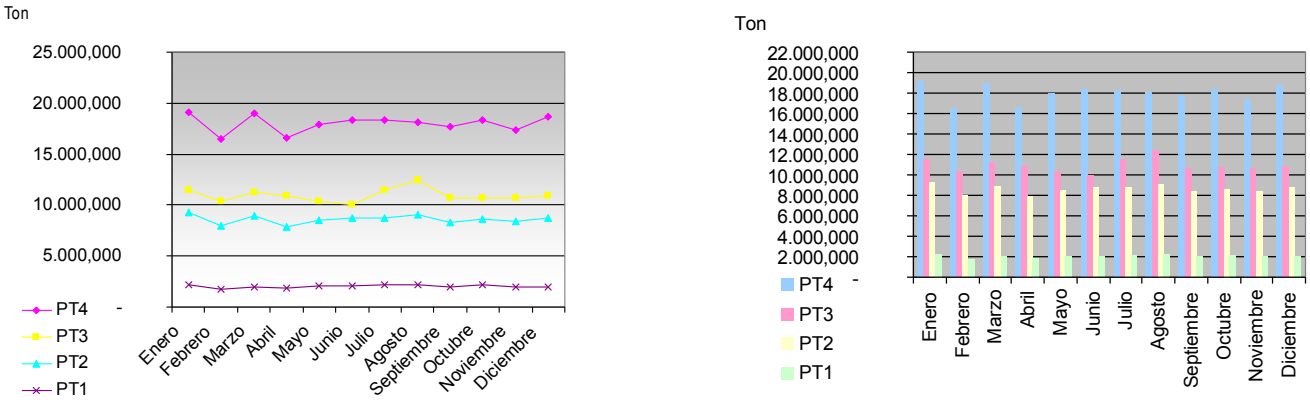



Figura 6.6 Vertidos mensuales de RU en PT en 2007. Fuente PTEOR.

En ellas se observa que:

- En agosto disminuye respecto al mes anterior la cantidad de residuos recibida en la PT4 (El Rosario), pero aumenta en las otras tres plantas, siendo más acusado este aumento en la PT3 (Arona).
- En septiembre se produce una disminución en la cantidad de residuos recibida en todas las plantas respecto al mes anterior.

Para 2006:

Tabla 6.5- Vertidos de R.S.U. en las distintas instalaciones en el año 2006

| | ARICO | EL ROSARIO | ARONA | LA OROTAVA | LA GUANCHA | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mes | CT-2 | PT-4 | PT-3 | PT-2 | PT-1 | TOTALES |
| Enero | 12.195,900 | 19.481,650 | 11.201,585 | 8.745,342 | 2.123,850 | 53.748,327 |
| Febrero | 11.151,840 | 17.036,820 | 9.769,940 | 7.434,973 | 1.762,880 | 47.196,453 |
| Marzo | 14.792,830 | 19.367,420 | 10.820,320 | 8.770,075 | 2.042,625 | 55.793,270 |
| Abril | 12.369,520 | 17.173,910 | 10.697,630 | 7.964,539 | 1.772,560 | 49.978,159 |
| Mayo | 13.977,330 | 16.227,415 | 9.976,115 | 8.001,956 | 1.979,150 | 52.161,966 |
| Junio | 14.011,570 | 18.308,890 | 9.807,015 | 8.368,819 | 2.034,040 | 52.520,334 |
| Julio | 14.087,415 | 18.629,960 | 11.108,975 | 8.519,250 | 2.106,480 | 54.452,080 |
| Agosto | 15.456,625 | 17.803,577 | 12.030,155 | 9.245,861 | 2.230,330 | 56.766,548 |
| Septiembre | 15.085,935 | 18.836,530 | 10.901,415 | 8.720,177 | 2.161,480 | 55.685,537 |
| Octubre | 13.946,156 | 18.302,205 | 11.220,885 | 8.489,493 | 2.125,845 | 54.084,584 |
| Noviembre | 16.648,754 | 18.598,900 | 11.269,185 | 8.551,630 | 2.045,785 | 57.114,254 |
| Diciembre | 13.674,000 | 18.401,860 | 10.967,040 | 8.468,090 | 1.971,020 | 53.482,010 |
| **Totales** | **167.377,875** | **220.169,137** | **129.790,260** | **101.270,205** | **24.376,045** | **642.983,522** |

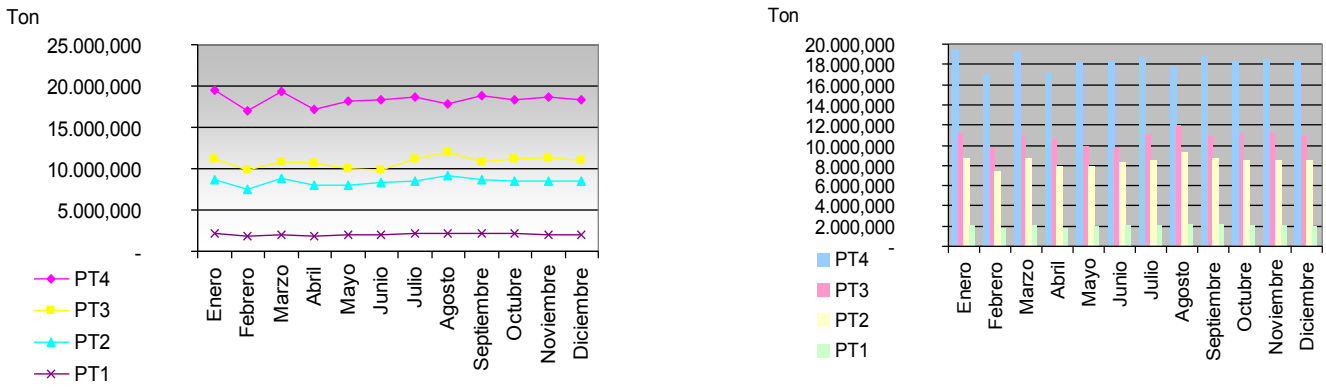



Figura 6.6 Vertidos mensuales de RU en PT en 2006. Fuente PTEOR.

De la observación de las mismas se puede deducir:

- En agosto disminuye respecto al mes anterior la cantidad de residuos recibida en la PT4 (El Rosario), pero aumenta en las otras tres plantas.
- En septiembre aumenta respecto al mes anterior la cantidad de residuos recibida en la PT4 (El Rosario), y disminuye en las otras plantas.

Otra gráfica que puede resultar interesante es la de **evolución de la cantidad de residuos producida en los diferentes municipios y mancomunidades entre 2005 y 2009,** obtenida a partir de la tabla:

Tabla 6.6- Evolución de la cantidad de residuos producida en los diferentes municipios y mancomunidades entre 2005 y 2009. Fuente PTEOR

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Municipios** | **Total/Año** | **Total/Año** | **Total/Año** | **Total/Año** | **Total/Año** |
| ADEJE | 50.110,90 | 52.862,41 | 53.006,11 | 50.125,51 | 21.041,06 |
| ARAFO | 2.651,67 | 3.001,80 | 3.767,73 | 2.903,54 | 1.585,49 |
| ARICO | 5.251,32 | 5.494,99 | 5.259,97 | 5.477,78 | 2.420,28 |
| ARONA | 74.845,79 | 69.236,81 | 64.618,65 | 66.117,17 | 27.241,68 |
| BUENAVISTA DEL NORTE | 329,46 | 450,985 | 2.796,36 | 2.964,56 | 1.096,86 |
| CANDELARIA | 12.085,27 | 12.235,11 | 12.284,43 | 11.973,93 | 5.807,93 |
| FASNIA | 1.322,80 | 1.515,60 | 1.643,84 | 1.577,98 | 667,11 |
| GARACHICO | 68,16 | 2.275,67 | 2.630,15 | 2.442,35 | 1.119,11 |
| GRANADILLA DE ABONA | 17.603,58 | 19.091,39 | 20.990,02 | 20.108,22 | 8.669,35 |
| GUANCHA,LA | 338,575 | 315,58 | 382,18 | 418,3 | 147,56 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| GUIA DE ISORA | 11.320,27 | 12.200,21 | 11.954,50 | 11.850,89 | 4.931,31 |
| GUIMAR | 8.219,99 | 12.777,61 | 12.275,55 | 12.198,59 | 5.339,73 |
| ICOD DE LOS VINOS | 11.522,76 | 11.785,88 | 11.376,22 | 10.719,27 | 5.000,54 |
| LAGUNA,LA | 105.577,56 | 106.071,10 | 109.006,06 | 104.303,83 | 47.278,09 |
| MANC DAUTE | 8.298,85 | 5.199,65 | | | |
| MANC NORD* | 32.621,99 | 34.790,70 | 35.895,45 | 34.296,09 | 16.664,54 |
| MANC SJR-LG | 4.682,94 | 4.558,88 | 4.687,15 | 4.540,53 | 2.059,34 |
| MATANZA,LA | 29,36 | 60,68 | 110,86 | 72,78 | 23,26 |
| OROTAVA,LA | 27.471,69 | 27.756,60 | 30.046,39 | 27.068,44 | 13.489,21 |
| PUERTO DE LA CRUZ | 28.765,14 | 28.514,51 | 28.332,91 | 26.422,61 | 12.576,59 |
| REALEJOS,LOS | 19.002,51 | 18.716,06 | 19.009,07 | 18.408,08 | 8.559,66 |
| ROSARIO,EL | 34.026,76 | 37.658,21 | 40.243,65 | 41.790,72 | 15.661,30 |
| SAN JUAN DE LA RAMBLA | 176,66 | 266,7 | 322,96 | 69,3 | 28,5 |
| SAN MIGUEL | 13.046,76 | 13.178,88 | 13.797,42 | 12.909,27 | 6.313,13 |
| SANTA CRUZ DE TENERIFE | 129.720,01 | 142.644,73 | 135.994,24 | 133.860,64 | 64.735,35 |
| SANTA URSULA | 649,46 | 970,3 | 1.125,62 | 1.157,36 | 478,9 |
| SANTIAGO DEL TEIDE | 7.890,96 | 8.211,57 | 8.042,10 | 7.823,99 | 3.718,24 |
| SAUZAL,EL | 72,9 | 256,84 | 304,8 | 176,1 | 72,8 |
| SILOS,LOS | 160,58 | 159,96 | 2.502,30 | 2.431,01 | 1.269,00 |
| TACORONTE | 1.279,32 | 692,13 | 763,6 | 1.133,82 | 374,82 |
| TANQUE,EL | 14,16 | 981,825 | 1.162,45 | 1.210,79 | 541,58 |
| TEGUESTE | 9.861,30 | 6.859,05 | 5.582,25 | 5.969,63 | 2.352,81 |
| VICTORIA,LA | 702,66 | 1.230,26 | 1.346,86 | 828,62 | 178,96 |
| VILAFLOR | 888 | 950,62 | 1.062,26 | 815,939 | 402,88 |
| **TOTAL:** | **620.610,08** | **642.973,27** | **642.324,05** | **624.167,62** | **281.846,94** |

En la gráfica que se muestra a continuación puede verse esta evolución:

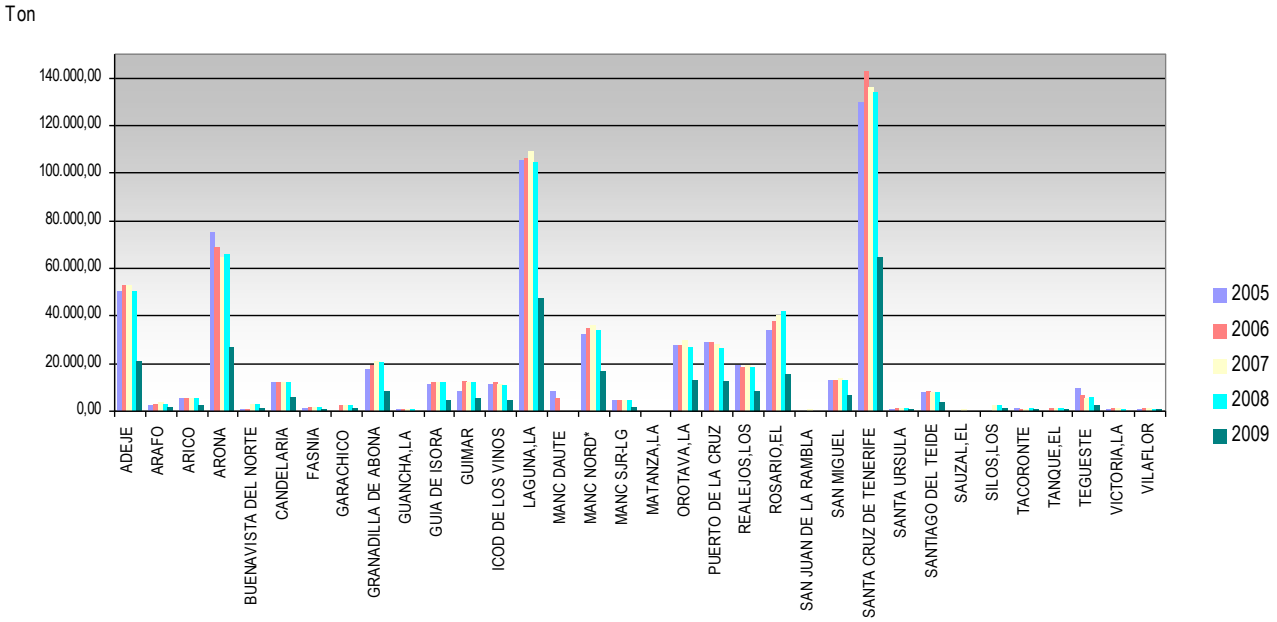


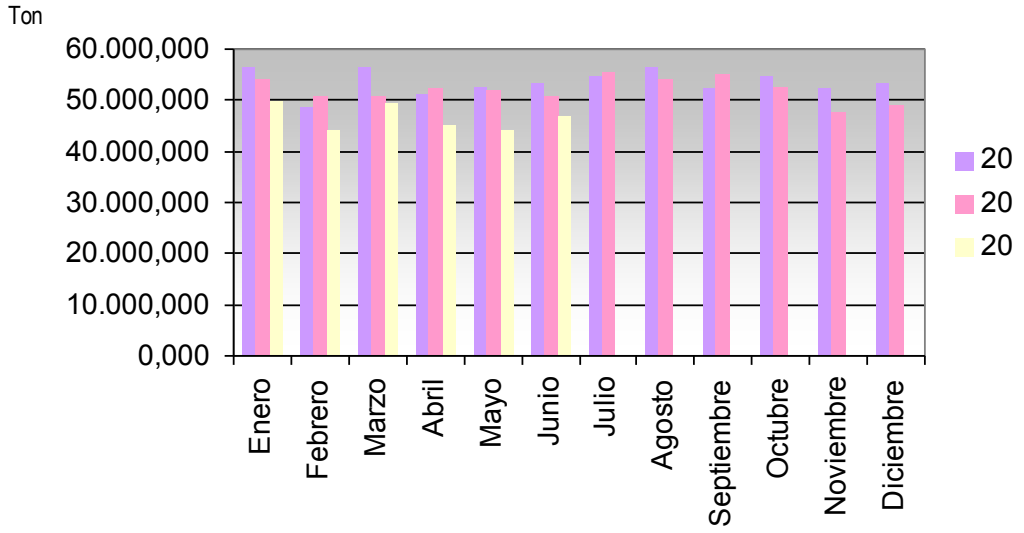

Figura 6.7 Evolución de vertidos por municipios entre 2005 y 2009.

En líneas generales puede observarse que en casi todos los municipios se ha experimentado una disminución de los vertidos de 2007 a 2008. Hay que indicar que en los datos de 2009 sólo se ha contabilizado hasta junio, por lo que habría que esperar a que finalice el año para saber si realmente la tendencia es a la baja.

En la próxima tabla y su gráfica correspondiente se observa con detalle que – de forma general - existe una tendencia a la baja en los residuos urbanos vertidos entre 2007 y 2009, se ha hecho una **comparativa mensual de los residuos urbanos vertidos en el período 2007-2009** (los datos disponibles de 2009 son los de enero a junio):

Tabla 6.7- Comparativa mensual de los residuos urbanos vertidos en el período 2007-2009. Fuente PTEOR

| Mes | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---|---|---|
| Enero | 56.430,081 | 53.903,728 | 49.732,689 |
| Febrero | 48.836,009 | 50.848,650 | 44.242,939 |
| Marzo | 56.398,121 | 50.756,239 | 49.329,237 |
| Abril | 51.215,145 | 52.112,627 | 45.077,883 |
| Mayo | 52.523,673 | 51.778,995 | 44.243,463 |
| Junio | 53.420,505 | 50.734,721 | 46.914,549 |
| Julio | 54.694,103 | 55.363,651 | |
| Agosto | 56.354,931 | 53.837,164 | |
| Septiembre | 52.100,650 | 55.129,183 | |
| Octubre | 54.847,487 | 52.701,606 | |
| Noviembre | 52.267,051 | 47.795,805 | |
| Diciembre | 53.233,327 | 49.206,602 | |
| Totales | 642.321,083 | 624.168,971 | |



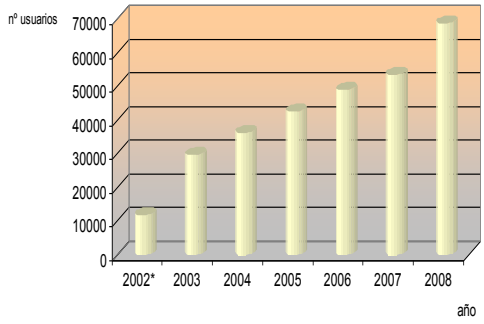

F 6.8 Evolución mensual de RU vertidos entre 2007 y 2009.

### *6.2.- ANÁLISIS DE RESIDUOS EN LOS PUNTOS LIMPIOS*

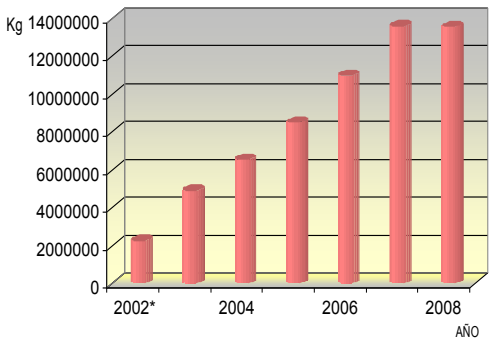
Desde su entrega al Cabildo Insular de Tenerife por parte del Gobierno de Canarias a partir de junio de 2002, tanto su utilización por parte de los usuarios como la cantidad de residuos depositada por los usuarios en sus instalaciones ha aumentado considerable y paulatinamente. Desde junio de 2002 hasta 2008 el número de usuarios de estas infraestructuras se ha multiplicado por 5,77, y la cantidad global de residuos depositada por éstos en las mismas, por 6.

Tabla 6.8- Datos anuales de residuos recogidos en los puntos limpios.

| DATOS ANUALES DE PUNTOS LIMPIOS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kg de residuos recogidos | 2002* | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ACEITE VEGETAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6110 | 11.965 |
| ACEITE MINERAL | 5100 | 12850 | 20700 | 22500 | 18675 | 21000 | 30.950 |
| ESCOMBROS | 1636310 | 3627860 | 4902210 | 6484420 | 8491100 | 10460340 | 10.055.164 |
| METALES | 107277 | 174100 | 276500 | 327500 | 372500 | 361300 | 335.500 |
| MUEBLES | 79410 | 184020 | 193140 | 252600 | 251020 | 377040 | 443.420 |
| PLASTICO | 60220 | 90720 | 115080 | 157000 | 200640 | 232320 | 281.900 |
| PAPEL CARTON | 53440 | 127250 | 132380 | 132470 | 162710 | 216149 | 226.708 |
| VIDRIO | 8650 | 22890 | 19600 | 18340 | 25120 | 29070 | 22.970 |
| TETRABRICKS | 400 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 260 |
| MADERA | 279120 | 627130 | 824638 | 970170 | 1204575 | 1366130 | 1.496.720 |
| MEDICAMENTOS | 0 | 47 | 0 | 547 | 0 | 592 | 410 |
| BATERIAS | 8319 | 21537 | 25589 | 21072 | 12337 | 10874 | 4.931 |
| PILAS | 958 | 2186 | 2680 | 3615 | 3845 | 3833 | 6.149 |
| NEUMATICOS | 7040 | 10760 | 0 | 4960 | 0 | 0 | 0 |
| JARDINERIA | 2940 | 6776 | 11180 | 16560 | 24460 | 35100 | 47.820 |
| PINTURA | 0 | 690 | 4638 | 10496 | 24812 | 25282 | 19.082 |
| TEXTILES | 0 | 519 | 175 | 226 | 0 | 0 | 0 |
| RESIDUOS ELECTR. | 7000 | 7500 | 10864 | 72116 | 189330 | 440446 | 537.623 |
| AEROSOLES | 0 | 0 | 308 | 1032 | 457 | 829 | 1.254 |
| FLUORESCENTES | 0 | 181 | 0 | 602 | 410 | 759 | 1.155 |
| TONERS | 0 | 0 | 0 | 100 | 375 | 502 | 780 |
| CFC"s | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| RADIOGRAFIAS | 0 | 0 | 0 | 0 | 715 | 346 | 833 |
| ENV.PLAS.CONT. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.425 |
| ENV.MET.CONT. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13.796 |
| RESIDUOS TOTALES | 2256184 | 4917517 | 6539682 | 8496339 | 10982879 | 13581912 | 13.549.815 |
| Nº DE USUARIOS | 11915 | 29649 | 36228 | 42562 | 49020 | 53561 | 68.740 |

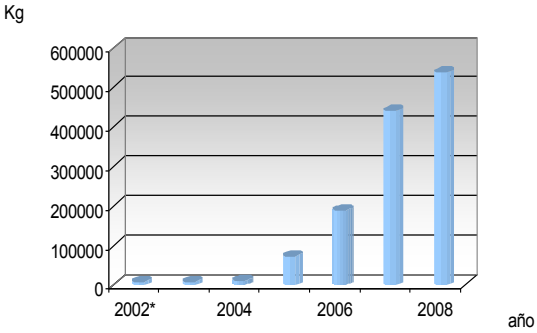



F 6.9 Evolución de nº usuarios puntos limpios

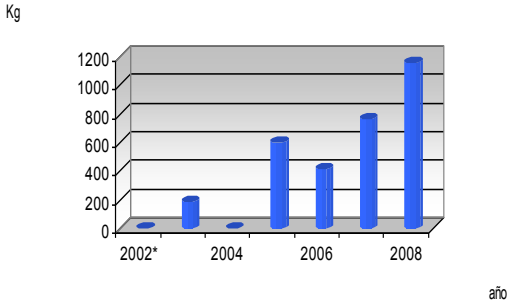



F 6.10 Evolución de la cantidad residuos recogida

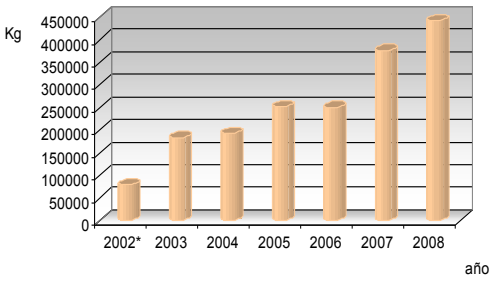
En líneas generales, también ha ido aumentando paulatinamente la cantidad de cada uno de los residuos que se recogen en estas instalaciones, sobre todo para los que el usuario encuentra mayor dificultad en deshacerse, como escombros, residuos eléctricos y fluorescentes, muebles y madera, tóner.



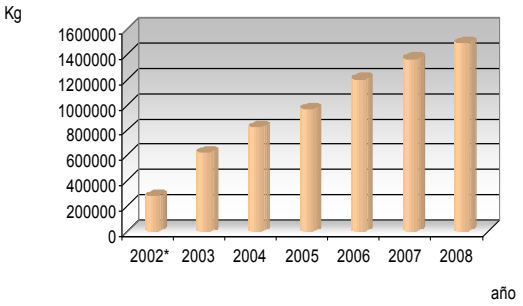

F 6.11 Evolución residuos eléctricos recogidos en puntos limpios



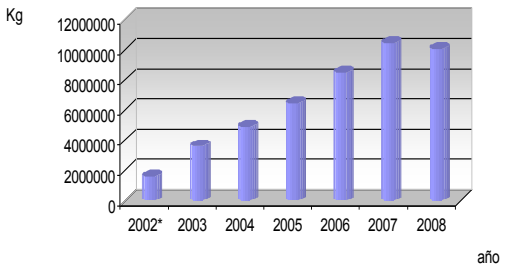

F 6.12 Evolución fluorescentes recogidos en puntos limpios



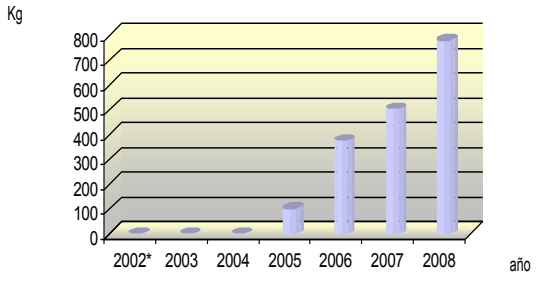

F 6.13 Evolución muebles recogidos en puntos limpios




F 6.14 Evolución madera recogidos en puntos limpios

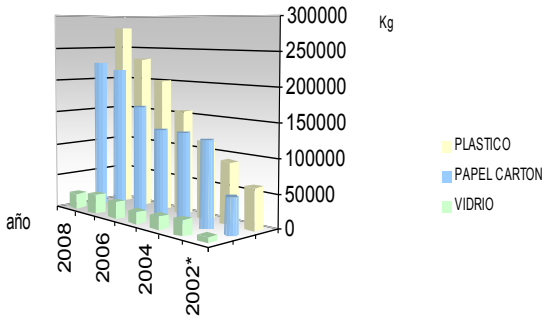



F 6.15 Evolución escombros recogidos en puntos limpios

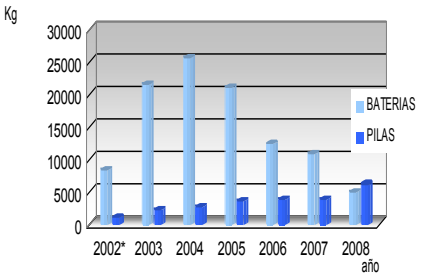



F 6.16 Evolución tóner recogidos en puntos limpios

También ha ido aumentando la cantidad de aquellos residuos que el ciudadano puede depositar en otros lugares, como plástico, papel y cartón, vidrio, pilas, etc.



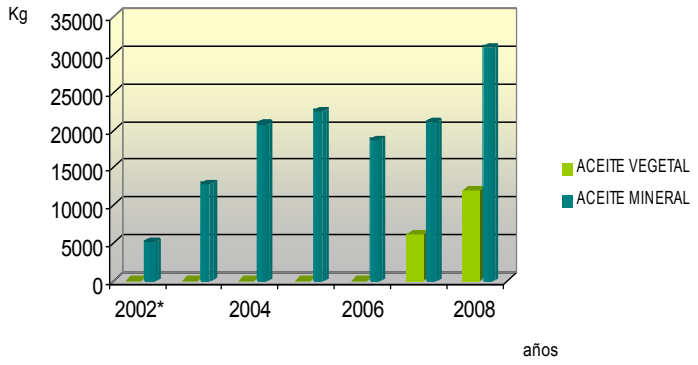

F 6.17 Evolución Plástico, papel/cartón y vidrio recogidos en puntos limpios




F 6.18 Evolución Baterías y pilas recogidos en puntos limpios

Si observamos el gráfico “baterías y pilas” vemos cómo ha aumentado la cantidad de pilas recogida, pero la cantidad de baterías empezó con una tendencia creciente (alcanzando un máximo en 2004) para empezar a decrecer a partir de entonces.

En lo que respecta a la recogida de aceites: en el caso de los aceites minerales, la tendencia es variable, ha ido aumentando hasta 2005, disminuyó la cantidad en 2006 y ha seguido aumentando en 2007 y 2008; en cuanto al aceite vegetal, sólo contamos con datos de 2007 y 2008, y la tendencia es al alza.




F 6.19 Evolución de la recogida de aceites minerales y vegetales.

Con los datos de los que se dispone no puede realizarse una comparativa justa del residuo del que con mayor asiduidad se deshacen los usuarios en los puntos limpios, ya que los datos disponibles son de Kg de los distintos tipos de residuos, y un $m^3$ de escombros tiene más masa que un $m^3$ de aceite.

### *6.3.- ANÁLISIS DE RESIDUOS DE ENVASES.*

Se dispone de datos de recogida de envases por municipios desde 2003. A este respecto hay que indicar que los municipios de La Matanza, Santa Úrsula, El Sauzal, Tacoronte y La Victoria forman la Mancomunidad del Nordeste; y San Juan de La Rambla y La Guancha, constituyeron otra Mancomunidad para la recogida de residuos urbanos.

A partir de los datos de la tabla siguiente se han elaborado dos gráficas:

- Evolución de la recogida selectiva de envases en Tenerife
- Evolución de la recogida selectiva de envases por municipios entre los años 2003 y 2008.

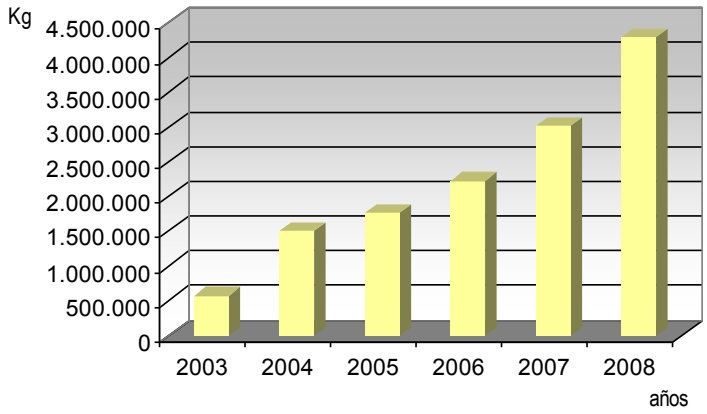
Tabla 6.9: Evolución de la recogida selectiva de envases por municipios entre los años 2003 y 2008

| ORIGEN | AÑOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| ADEJE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 231.220 |
| ARAFO | 240 | 23.160 | 21.520 | 21.720 | 21.780 | 24.120 |
| ARICO | 38.980 | 59.330 | 64.020 | 79.440 | 95.710 | 104.050 |
| ARONA | 0 | 69.000 | 91.120 | 80.460 | 128.980 | 243.950 |
| BUENAVISTA DEL NORTE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.500 |
| CANDELARIA | 20.860 | 40.300 | 49.160 | 65.530 | 90.260 | 119.030 |
| FASNIA | 0 | 0 | 0 | 0 | 10.580 | 24.340 |
| GARACHICO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GRANADILLA DE ABONA | 0 | 50.440 | 53.700 | 67.400 | 117.900 | 154.020 |
| GUANCHA,LA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GUIA DE ISORA | 7.795 | 14.380 | 22.260 | 34.275 | 46.610 | 68.300 |
| GUIMAR | 18.420 | 38.460 | 28.060 | 39.380 | 48.860 | 72.540 |
| ICOD DE LOS VINOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LAGUNA,LA | 196.735 | 292.180 | 325.180 | 348.680 | 471.780 | 658.500 |
| MATANZA,LA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| OROTAVA,LA | 0 | 0 | 0 | 0 | 69.270 | 172.030 |
| PUERTO DE LA CRUZ | 0 | 29.160 | 114.660 | 151.920 | 206.400 | 247.200 |
| REALEJOS,LOS | 21.780 | 110.900 | 99.800 | 115.020 | 131.520 | 197.020 |
| ROSARIO,EL | 11.980 | 36.260 | 23.240 | 34.520 | 70.520 | 65.840 |
| SAN JUAN DE LA RAMBLA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SAN MIGUEL | 0 | 18.540 | 24.540 | 31.780 | 32.340 | 45.580 |
| SANTA CRUZ DE TENERIFE | 255.440 | 654.060 | 719.800 | 913.270 | 1.105.180 | 1.286.510 |
| SANTA URSULA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SANTIAGO DEL TEIDE | 0 | 27.780 | 29.780 | 37.240 | 64.320 | 93.060 |
| SAUZAL,EL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| SILOS,LOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 16.460 | 20.680 |
| TACORONTE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| TANQUE,EL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| TEGUESTE | 0 | 46.720 | 38.460 | 38.740 | 59.580 | 96.660 |
| VICTORIA,LA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| VILAFLOR | 0 | 580 | 0 | 0 | 620 | 8.600 |
| MANCOMUNIDAD DAUTE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| MANCOMUNIDAD NORDESTE (*) | 0 | 0 | 58.980 | 120.040 | 175.080 | 292.260 |
| MANCOMUNIDAD SJR-LG | 0 | 0 | 0 | 42.480 | 47.980 | 61.880 |
| **TOTAL** | **572.230** | **1.511.250** | **1.764.280** | **2.221.895** | **3.011.730** | **4.288.890** |

* Ayuntamientos de La Matanza, Santa Úrsula, El Sauzal, Tacoronte y La Victoria.

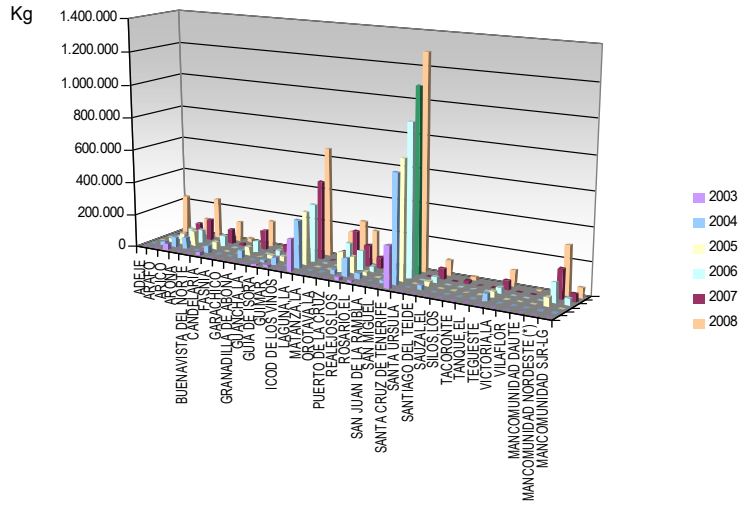
En la gráfica que se muestra a continuación se observa la **evolución de la recogida selectiva de envases en Tenerife entre los años 2003 y 2008**.

Como puede verse en la misma, la cantidad de envases recogida de manera selectiva ha ido aumentando progresivamente durante estos años.




F 6.20 Envases recogidos selectivamente en Tenerife entre 2003 y 2008.

En la siguiente gráfica se plasma la **evolución de la recogida selectiva de envases por municipios** en el mismo período de tiempo:




F 6.21 Evolución por municipios de la recogida selectiva de envases entre 2003 y 2008

De la observación de la gráfica podemos destacar que es en Santa Cruz de Tenerife, La Laguna, la Mancomunidad del Nordeste, Puerto de La Cruz, Los Realejos, Arona y Adeje donde se ha recogido mayor cantidad de envases; en este sentido, también destacan Candelaria, Granadilla de Abona, Santiago del Teide, Tegueste y la Mancomunidad San Juan de la Rambla – La Guancha. Una vez más vemos que es en los municipios con mayor población (como Santa Cruz de Tenerife y La Laguna) donde se recogen mayor cantidad de envases, o en los municipios turísticos como Puerto de La Cruz, Arona, Adeje y Santiago del Teide. Se da el caso de otros municipios que no cumplen ninguna de las condiciones anteriores, y que destacan por la cantidad recogida: Los

Realejos, Candelaria, Granadilla de Abona, Tegueste y las Mancomunidades del Nordeste y San Juan de la Rambla – La Guancha.

A partir de los datos de la tabla, en la que figuran – entre otros datos de cantidades de envases recogidas selectivamente por habitante y año – se elaboró la gráfica en la que se representa la **cantidad de envases recogida selectiva por habitante y año**:

Tabla 6.10: Cantidad de envases de recogida selectiva por habitante y año.

| | 2003 | | | 2006 | | | 2008 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kg | hab | Kg/hab-año | Kg | hab | Kg/hab-año | Kg | hab | Kg/hab-año |
| ADEJE | 0 | 30304 | 0,00 | 0 | 38245 | 0,00 | 231.220 | 41002 | 5,64 |
| ARAFO | 240 | 5256 | 0,05 | 21.720 | 5310 | 4,09 | 24.120 | 5346 | 4,51 |
| ARICO | 38.980 | 7005 | 5,56 | 79.440 | 7565 | 10,50 | 104.050 | 7698 | 13,52 |
| ARONA | 0 | 59395 | 0,00 | 80.460 | 72328 | 1,11 | 243.950 | 75903 | 3,21 |
| BUENAVISTA DEL NORTE | 0 | 5301 | 0,00 | 0 | 5188 | 0,00 | 1.500 | 5227 | 0,29 |
| CANDELARIA | 20.860 | 19197 | 1,09 | 65.530 | 22477 | 2,92 | 119.030 | 23394 | 5,09 |
| FASNIA | 0 | 2704 | 0,00 | 0 | 2708 | 0,00 | 24.340 | 2805 | 8,68 |
| GARACHICO | 0 | 5671 | 0,00 | 0 | 5446 | 0,00 | 0 | 5450 | 0,00 |
| GRANADILLA DE ABONA | 0 | 30769 | 0,00 | 67.400 | 36224 | 1,86 | 154.020 | 38866 | 3,96 |
| GUANCHA,LA | 0 | 5372 | 0,00 | 0 | 5379 | 0,00 | 0 | 5447 | 0,00 |
| GUIA DE ISORA | 7.795 | 17816 | 0,44 | 34.275 | 19261 | 1,78 | 68.300 | 20004 | 3,41 |
| GUIMAR | 18.420 | 16334 | 1,13 | 39.380 | 16837 | 2,34 | 72.540 | 17253 | 4,20 |
| ICOD DE LOS VINOS | 0 | 24023 | 0,00 | 0 | 24091 | 0,00 | 0 | 24087 | 0,00 |
| LAGUNA,LA | 196.735 | 137314 | 1,43 | 348.680 | 144347 | 2,42 | 658.500 | 148375 | 4,44 |
| MATANZA,LA | 0 | 7587 | 0,00 | 0 | 8117 | 0,00 | | 8245 | 0,00 |
| OROTAVA,LA | 0 | 39909 | 0,00 | 0 | 40644 | 0,00 | 172.030 | 40945 | 4,20 |
| PUERTO DE LA CRUZ | 0 | 30088 | 0,00 | 151.920 | 31131 | 4,88 | 247.200 | 31804 | 7,77 |
| REALEJOS,LOS | 21.780 | 35756 | 0,61 | 115.020 | 37224 | 3,09 | 197.020 | 37385 | 5,27 |
| ROSARIO,EL | 11.980 | 15542 | 0,77 | 34.520 | 16721 | 2,06 | 65.840 | 17064 | 3,86 |
| SAN JUAN DE LA RAMBLA | 0 | 5002 | 0,00 | 0 | 5061 | 0,00 | | 5053 | 0,00 |
| SAN MIGUEL | 0 | 10802 | 0,00 | 31.780 | 13814 | 2,30 | 45.580 | 15037 | 3,03 |
| SANTA CRUZ DE TENERIFE | 255.440 | 219446 | 1,16 | 913.270 | 220902 | 4,13 | 1.286.510 | 221956 | 5,80 |
| SANTA URSULA | 0 | 12237 | 0,00 | 0 | 13393 | 0,00 | | 13835 | 0,00 |
| SANTIAGO DEL TEIDE | 0 | 10777 | 0,00 | 37.240 | 11493 | 3,24 | 93.060 | 11825 | 7,87 |
| SAUZAL,EL | 0 | 8178 | 0,00 | 0 | 8826 | 0,00 | | 8947 | 0,00 |
| SILOS,LOS | 0 | 5547 | 0,00 | 0 | 5313 | 0,00 | 20.680 | 5307 | 3,90 |
| TACORONTE | 0 | 21986 | 0,00 | 0 | 22943 | 0,00 | | 23369 | 0,00 |
| TANQUE,EL | 0 | 3111 | 0,00 | 0 | 3045 | 0,00 | | 3031 | 0,00 |
| TEGUESTE | 0 | 10165 | 0,00 | 38.740 | 10461 | 3,70 | 96.660 | 10613 | 9,11 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VICTORIA,LA | 0 | 8350 | 0,00 | 0 | 8676 | 0,00 | | 8909 | 0,00 |
| VILAFLOR | 0 | 1895 | 0,00 | 0 | 1900 | 0,00 | 8.600 | 1851 | 4,65 |
| MANCOMUNIDAD DAUTE | 0 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,00 | | | 0,00 |
| MANCOMUNIDAD NORDESTE (*) | 0 | 49988 | 0,00 | 120.040 | 53279 | 2,25 | 292.260 | 54396 | 5,37 |
| MANCOMUNIDAD SJR-LG | 0 | 10374 | 0,00 | 42.480 | 10440 | 4,07 | 61.880 | 10500 | 5,89 |

Para hacer la comparativa se han utilizado los datos poblacionales del ISTAC, tomado como población la correspondiente a 1/1/2004 para el año 2003, la de 1/1/2007 para el 2006 y la de 1/1/2008 para 2008 (por no contar aún con los datos a 1/01/ 2009.

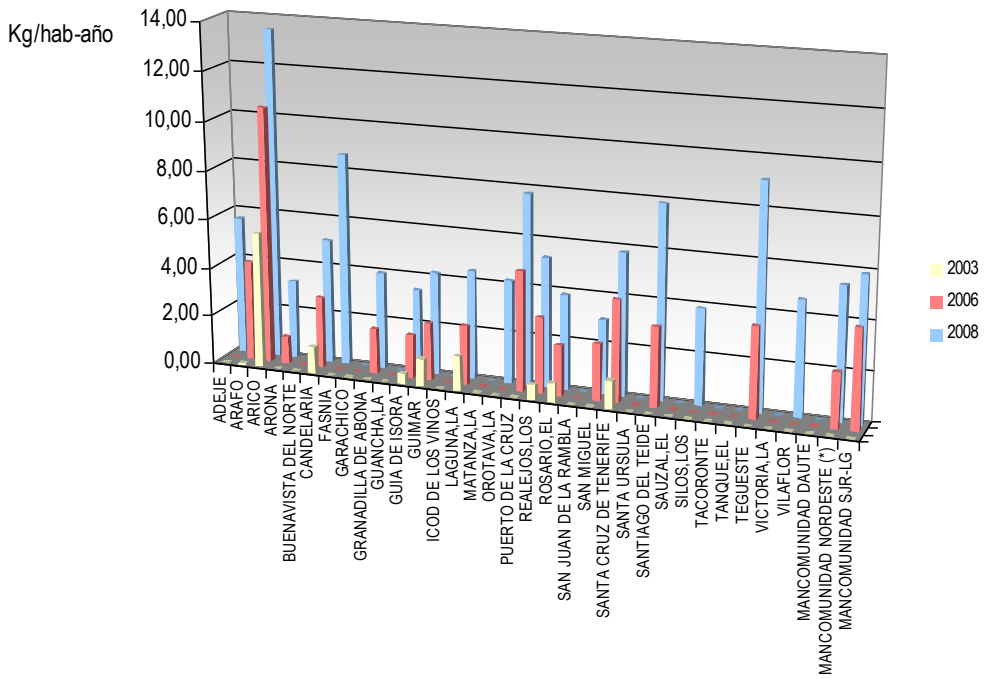



Figura 6.22 Envases: Kg/hab-año recogidos selectivamente en los municipios de Tenerife en 2003, 2006 y 2008

Nuevamente vemos cómo los municipios con importante actividad turística (Adeje, Arona, Puerto de La Cruz, Guía de Isora y Santiago del Teide) tienen altos índices de recogida de envases, explicable porque tienen un gran

número de población flotante.

Santa Cruz de Tenerife y La Laguna tiene también índices de recogida importante (en 2008, 5,80 y 4,44 respectivamente).

Resultan sorprendentes los resultados de Arico y Fasnia, municipios con muy poca población y con unos niveles de recogida por encima de 8 Kg/hab-año.

Respecto a esta gráfica y a la anterior hay que puntualizar una cuestión: los datos utilizados son de recogida en bruto - sin entrar a valorar los rechazos, por lo que habría que ver qué porcentaje de las cantidades representadas es de envases y cuál de impropios.

**El porcentaje de recuperación entre los años 2005 y 2009** de la planta de clasificación de envases puede verse en la tabla:

Tabla 6.11: Porcentajes de recuperación de la planta de clasificación de envases entre los años 2005 y 2009.

| | **% recuperación** |
|---|---|
| **2005** | 56 |
| **2006** | 60 |
| **2007** | 59 |
| **2008** | 58 |
| **2009** | 58 |

Estos datos se han representado gráficamente:

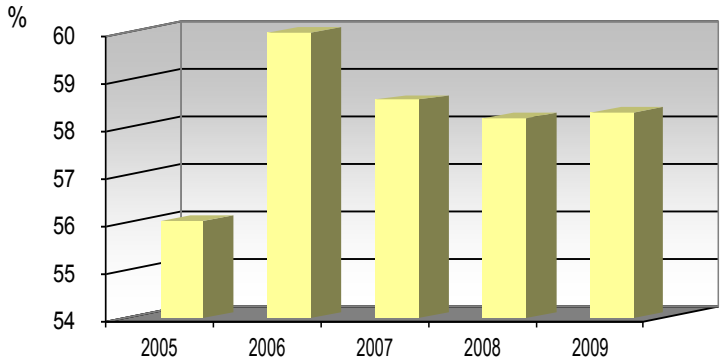



Figura 6.23 Porcentajes de recuperación de la planta de envases entre 2005 y 2009

El porcentaje de envases recuperados comenzó siendo del 56% en 2005, ha sufrido oscilaciones llegando incluso a bajar entre los períodos 2006 – 2007 y 2007 – 2008. En 2008 y 2009 (datos de enero y febrero) se ha mantenido en el 58%.

En la tabla se muestran los datos de envases recuperados en la planta de clasificación de envases por tipo de material, entre 2005 y 2009. Partiendo de los datos de la misma, se ha elaborado las gráficas mostradas hasta el final del capítulo.

Tabla 6.12: Tratamiento de envases ligeros entre el años 2005-2009

| AÑO | MATERIAL RETIRADO (KG) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PET | Cartón bebidas | LDPE | HDPE | HDPE blanco | Otros | Acero | Aluminio | TOTAL |
| 2005 | 515.300 | 128.800 | 86.320 | 97.360 | 81.820 | 86.480 | 299.490 | 9.500 | 1.307.070 |
| 2006 | 592.020 | 192.580 | 170.760 | 139.040 | 104.240 | 127.500 | 357.720 | 36.820 | 1.720.680 |
| 2007 | 565.680 | 116.340 | 144.420 | 146.320 | 73.580 | 94.260 | 305.760 | 25.760 | 1.474.140 |
| 2008 | 356.760 | 183.920 | 254.540 | 201.080 | 83.920 | 134.360 | 520.320 | 25.680 | 2.262.600 |
| 2009 | 139.360 | 47.100 | 100.120 | 40.645 | 11.675 | 24.460 | 67.440 | 6.720 | 437.540 |
| TOTAL | 2.531.780 | 621.640 | 656.040 | 585.300 | 343.560 | 411.600 | 1.403.310 | 97.760 | 6.764.490 |

Vemos a continuación la **clasificación de envases recuperados en la planta, por tipo de material**, **entre 2005 y 2009**.

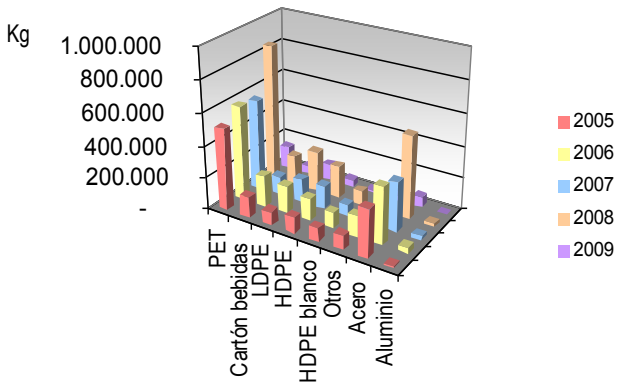



Figura 6.24.Clasificación de envases recuperados entre 2005 y 2009

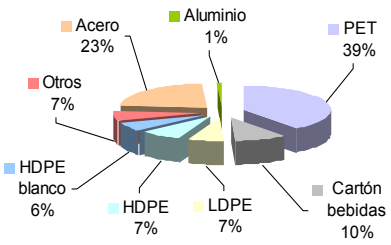
Se observa que el material que más se recupera es el PET, seguido del acero, y que el aluminio representa la menor cantidad de material recuperado.

Para la interpretación de los datos hay que aclarar que se dispone de datos desde julio de 2005, y que los datos de 2009 son (como habíamos indicado con anterioridad) de enero y febrero.

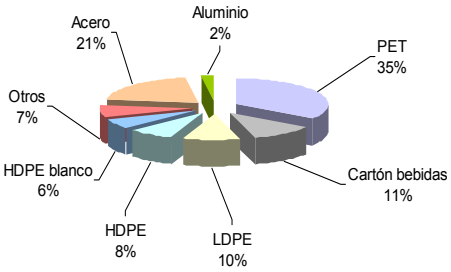
Se ve con claridad que las mayores cantidades recuperadas se han obtenido en 2008, habiéndose producido un aumento bastante significativo entre 2007 y 2008 – hecho que ya se había constatado con la primera gráfica de este apartado (Envases recogidos selectivamente en Tenerife entre 2003 y 2008)

Hasta no disponer de los datos completos de 2009 no se podrá conocer la tendencia de crecimiento en la recuperación de envases, ya que entre 2006 y 2007 se produjo una disminución de los envases recuperados.

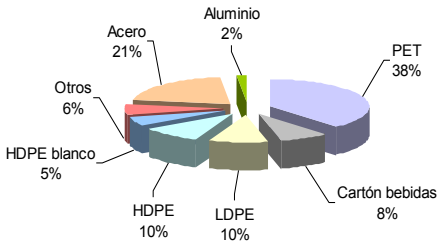
A continuación se ha representado el porcentaje de cada tipo de envase recuperado entre 2005 y 2009:



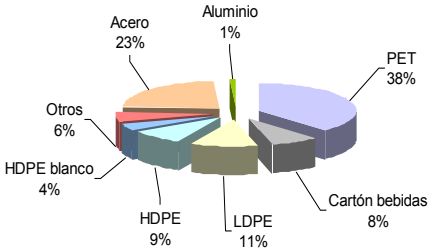

2005




2006




2007




2008

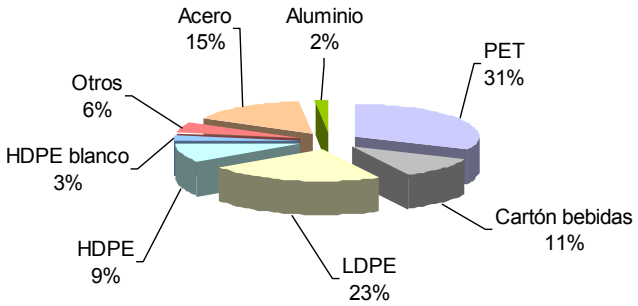



Figura 6.25 Procentaje de cada tipo de envase recuperado entre 2005-2009

Puede verse cómo los porcentajes de cada tipo de envase prácticamente se mantienen sobre los mismos valores.

### *6.4.- ANÁLISIS DE VIDRIO.*

Se dispone de datos de recogida de vidrio por municipios desde el año 1994, aunque no es hasta 1997 cuando se implanta la recogida en todos los municipios de la isla. Indicar al respecto que Adeje tiene gestión propia en la recogida de vidrio en su municipio desde 2008, de ahí que en las gráficas de este capítulo figuren datos de “Adeje” y “Adeje (gestión propia)”.

La tabla de datos a partir de la que se han elaborado las tres gráficas siguientes es:

Tabla 6.13: Evolución de la recogida selectiva de vidrio entre 1994-2008

| ORIGEN | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DOMÉSTICO | 249.050 | 780.280 | 1.121.556 | 2.771.870 | 3.920.390 | 4.731.850 | 4.667.300 | 4.920.630 | 5.165.750 | 5.623.490 | 5.730.940 | 5.932.180 | 6.237.060 | 7.085.350 | 8.659.930 |
| INDUSTRIA | - | 421.840 | 506.440 | 706.550 | 952.290 | 946.950 | 1.157.820 | 1.217.690 | 1.487.530 | 2.930.630 | 1.039.740 | 972.920 | 948.170 | 776.040 | 969.490 |
| TOTAL | 249.050 | 1.202.120 | 1.627.996 | 3.478.420 | 4.872.680 | 5.678.800 | 5.825.120 | 6.138.320 | 6.653.280 | 8.554.120 | 6.749.680 | 6.905.100 | 7.185.220 | 7.861.390 | 9.629.420 |

En la gráfica mostrada a continuación puede verse que la cantidad de vidrio anual, de origen doméstico, ha ido aumentando progresivamente desde el inicio de la recogida, en 1994, hasta 2008, pasando de 249.050 Kg en 1994 a 8.659.930 Kg en 2008.

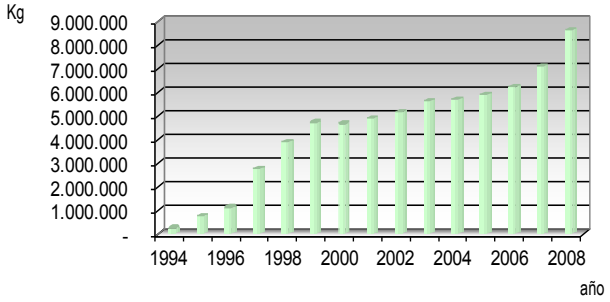



Figura 6.26 Evolución de la recogida anual de vidrio doméstico.

También se dispone de datos de **recogida de vidrio en industrias**, pero en este caso la tendencia no es clara, ya que hay años en la que ha aumentado respecto al anterior pero en otros ha disminuido, tal y como puede observarse a continuación en la gráfica:

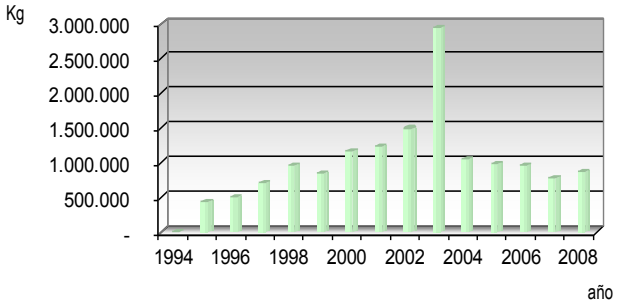



Figura 6.27 Evolución de la recogida anual de vidrio en industrias.

Si se compara la evolución de ambas recogidas anuales, se observa que la cantidad de vidrio procedente de la recogida doméstica es mucho mayor que el de industrias:

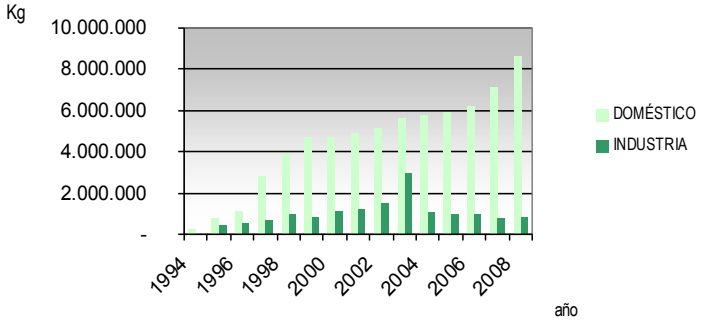



Figura 6.28 Comparativa de la evolución de recogida anual de vidrio en industrias y doméstico.

En la gráfica mostrada a continuación se ve el **acumulado de vidrio recogido por cada uno de los municipios de Tenerife desde 1994 hasta 2008**:

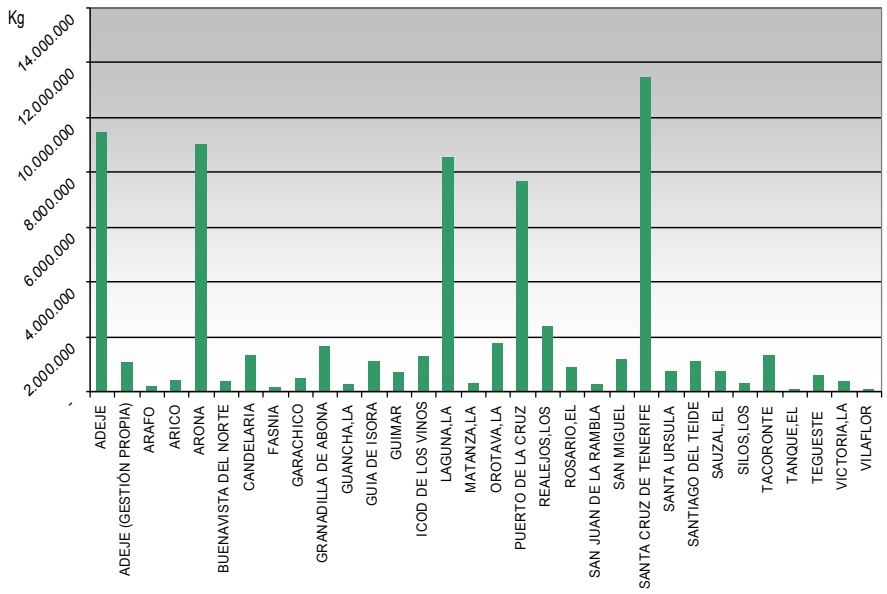



Figura 6.29 Vidrio recogido en los municipios de Tenerife desde 1994 hasta 2008.

Los datos de partida de esta gráfica pueden verse en esta tabla:

Tabla 6.14: Vidrio recogido en la Isla de Tenerife desde 1994 hasta 2008

| KG DE VIDRIO RECOGIDO | |
|---|---|
| **MUNICIPIOS** | **TOTAL** |
| ADEJE | **9.460.720** |
| ADEJE (GESTIÓN PROPIA) | **1.085.340** |
| ARAFO | **213.450** |
| ARICO | **441.970** |
| ARONA | **9.022.300** |
| BUENAVISTA DEL NORTE | **392.640** |
| CANDELARIA | **1.324.270** |
| FASNIA | **151.000** |
| GARACHICO | **472.730** |
| GRANADILLA DE ABONA | **1.640.760** |
| GUANCHA,LA | **260.810** |
| GUIA DE ISORA | **1.115.880** |
| GUIMAR | **677.340** |
| ICOD DE LOS VINOS | **1.270.096** |
| LAGUNA,LA | **8.534.730** |

| | |
|---|---|
| MATANZA,LA | **326.940** |
| OROTAVA,LA | **1.780.360** |
| PUERTO DE LA CRUZ | **7.710.260** |
| REALEJOS,LOS | **2.383.800** |
| ROSARIO,EL | **920.280** |
| SAN JUAN DE LA RAMBLA | **288.370** |
| SAN MIGUEL | **1.200.470** |
| SANTA CRUZ DE TENERIFE | **11.464.790** |
| SANTA URSULA | **747.260** |
| SANTIAGO DEL TEIDE | **1.118.490** |
| SAUZAL,EL | **731.150** |
| SILOS,LOS | **340.280** |
| TACORONTE | **1.313.560** |
| TANQUE,EL | **104.610** |
| TEGUESTE | **572.050** |
| VICTORIA,LA | **394.590** |
| VILAFLOR | **115.510** |

Puede observarse que los municipios en los que se ha recogido mayor cantidad de vidrio durante estos años son: Santa Cruz de Tenerife, La Laguna, Puerto de La Cruz, Adeje y Arona; lo que coincide con el hecho de que son municipios en los que se concentra gran cantidad de población, como es el caso de Santa Cruz de Tenerife y La Laguna, o municipios predominantemente turísticos, como Puerto de La Cruz, Adeje y Arona.

En la gráfica siguiente se realiza una comparativa del vidrio procedente de recogida doméstica en los distintos municipios de Tenerife en los años 1997 (primer año en el que todos los municipios de la isla contaron con recogida selectiva de vidrio), 2002 (año que marca la mitad del período comprendido entre 1997 y 2008) y 2008 (último año en el que se cuenta con datos de todo el año); los datos de partida de la gráfica son los de esta tabla:

Tabla 6.15: Recogida de vidrio en los años 1997, 2002 y 2008 en los municipios de Tenerife

| MUNICIPIOS | RECOGIDA SELECTIVA DE VIDRIO (KG.) | | |
|---|---|---|---|
| ORIGEN | 1997 | 2002 | 2008 |
| ADEJE | 255.530 | 962.360 | 208.330 |
| ADEJE (GESTIÓN PROPIA) | | | 1.085.340 |
| ARAFO | 9.150 | 14.540 | 21.560 |
| ARICO | 6.750 | 34.650 | 64.370 |
| ARONA | 377.860 | 724.840 | 1.137.060 |
| BUENAVISTA DEL NORTE | 17.700 | 29.310 | 46.250 |
| CANDELARIA | 44.120 | 74.900 | 185.320 |
| FASNIA | 6.680 | 12.660 | 17.110 |
| GARACHICO | 23.160 | 35.890 | 49.930 |
| GRANADILLA DE ABONA | 84.790 | 103.320 | 290.630 |
| GUANCHA,LA | 9.490 | 19.070 | 35.110 |
| GUIA DE ISORA | 40.350 | 82.990 | 200.140 |
| GUIMAR | 32.070 | 52.570 | 88.100 |
| ICOD DE LOS VINOS | 76.520 | 85.890 | 181.500 |
| LAGUNA,LA | 403.300 | 573.840 | 1.023.980 |
| MATANZA,LA | 6.260 | 25.470 | 63.400 |
| OROTAVA,LA | 95.950 | 121.430 | 266.980 |
| PUERTO DE LA CRUZ | 316.550 | 639.050 | 929.080 |
| REALEJOS,LOS | 107.330 | 188.850 | 256.420 |
| ROSARIO,EL | 42.060 | 57.620 | 117.810 |
| SAN JUAN DE LA RAMBLA | 20.790 | 19.930 | 38.780 |
| SAN MIGUEL | 29.850 | 122.510 | 163.770 |
| SANTA CRUZ DE TENERIFE | 522.130 | 805.200 | 1.445.730 |
| SANTA URSULA | 30.000 | 49.590 | 107.630 |
| SANTIAGO DEL TEIDE | 34.290 | 89.480 | 156.950 |
| SAUZAL,EL | 35.000 | 50.380 | 96.630 |
| SILOS,LOS | 22.260 | 20.980 | 40.720 |
| TACORONTE | 62.200 | 84.000 | 175.670 |
| TANQUE,EL | 4.110 | 9.470 | 11.240 |
| TEGUESTE | 25.010 | 34.450 | 84.810 |
| VICTORIA,LA | 27.550 | 28.100 | 48.580 |
| VILAFLOR | 3.060 | 12.410 | 21.000 |
| MANCOMUNIDAD DAUTE | - | - | - |
| MANCOMUNIDAD NORDESTE | - | - | - |
| DOMÉSTICO | 2.771.870 | 5.165.750 | 8.659.930 |
| INDUSTRIA | 706.550 | 1.487.510 | 869.490 |
| TOTAL | 3.478.420 | 6.653.260 | 9.529.420 |

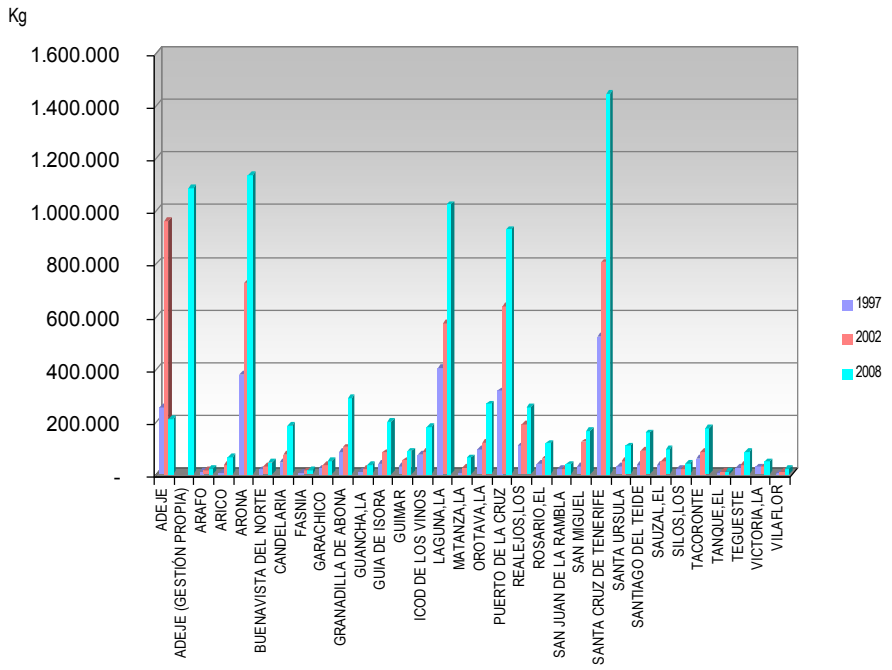



Figura 6.30 Recogida de vidrio en los años 1997, 2002 y 2008 en los municipios de Tenerife.

También se observa en esta gráfica que los municipios en los que mayor cantidad de vidrio se recoge son: Santa Cruz de Tenerife, Arona, Adeje, La Laguna y Puerto de La Cruz, hecho coincidente con el observado en la gráfica anterior.

Puntualizando los datos relativos a Adeje, en 2008, hay que indicar que aparecen dos barras: la que representa mayor cantidad de vidrio recogida (1.085.340 Kg) corresponde al vidrio recogido por gestión propia.

En la tabla siguiente figura, entre otros datos, la **cantidad de vidrio recogida (en Kg) por habitante y año en los municipios de Tenerife los años 2000, 2002 y 2008**. Para hacer la comparativa se han utilizado los datos poblacionales del ISTAC, tomado como población la correspondiente a 1/1/2001 para el año 2000, la de 1/1/2003 para el 2002 y la de 1/1/2008 para 2008 (por no contar con datos de Tenerife por municipios a 1/1/2009).

Tabla 6.16: Vidrio recogido por habitante y año en los municipios de Tenerife los años 2000,2002 y 2008.

| | 2000 | | | 2002 | | | 2008 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ORIGEN | Total Kg 2000 | Hab 1/1/2001 | Kg/hab-año | Total Kg 2002 | Hab 1/1/2003 | Kg/hab-año | Total Kg 2008 | Hab 1/1/2008 | Kg/hab-año |
| ADEJE | 773.260 | 21862 | 35,37 | 962.360 | 27640 | 34,82 | 1.293.670 | 41002 | 31,55 |
| ARAFO | 15.300 | 5012 | 3,05 | 14.540 | 5122 | 2,84 | 21.560 | 5346 | 4,03 |
| ARICO | 32.320 | 6234 | 5,18 | 34.650 | 6928 | 5,00 | 64.370 | 7698 | 8,36 |
| ARONA | 671.740 | 43259 | 15,53 | 724.840 | 57445 | 12,62 | 1.137.060 | 75903 | 14,98 |
| BUENAVISTA DEL NORTE | 28.360 | 5322 | 5,33 | 29.310 | 5453 | 5,38 | 46.250 | 5227 | 8,85 |
| CANDELARIA | 67.380 | 13595 | 4,96 | 74.900 | 17398 | 4,31 | 185.320 | 23394 | 7,92 |
| FASNIA | 12.440 | 2606 | 4,77 | 12.660 | 2641 | 4,79 | 17.110 | 2805 | 6,10 |
| GARACHICO | 37.820 | 5853 | 6,46 | 35.890 | 5756 | 6,24 | 49.930 | 5450 | 9,16 |
| GRANADILLA DE ABONA | 100.980 | 21078 | 4,79 | 103.320 | 28927 | 3,57 | 290.630 | 38866 | 7,48 |
| GUANCHA,LA | 14.920 | 5257 | 2,84 | 19.070 | 5318 | 3,59 | 35.110 | 5447 | 6,45 |
| GUIA DE ISORA | 67.480 | 15418 | 4,38 | 82.990 | 17168 | 4,83 | 200.140 | 20004 | 10,00 |
| GUIMAR | 50.720 | 15101 | 3,36 | 52.570 | 16251 | 3,23 | 88.100 | 17253 | 5,11 |
| ICOD DE LOS VINOS | 91.800 | 22031 | 4,17 | 85.890 | 22958 | 3,74 | 181.500 | 24087 | 7,54 |
| LAGUNA,LA | 547.600 | 133340 | 4,11 | 573.840 | 134744 | 4,26 | 1.023.980 | 148375 | 6,90 |
| MATANZA,LA | 24.040 | 7224 | 3,33 | 25.470 | 7490 | 3,40 | 63.400 | 8245 | 7,69 |
| OROTAVA,LA | 122.200 | 38670 | 3,16 | 121.430 | 39876 | 3,05 | 266.980 | 40945 | 6,52 |
| PUERTO DE LA CRUZ | 594.340 | 29854 | 19,91 | 639.050 | 31830 | 20,08 | 929.080 | 31804 | 29,21 |
| REALEJOS,LOS | 182.320 | 35031 | 5,20 | 188.850 | 35799 | 5,28 | 256.420 | 37385 | 6,86 |
| ROSARIO,EL | 62.000 | 13264 | 4,67 | 57.620 | 14862 | 3,88 | 117.810 | 17064 | 6,90 |
| SAN JUAN DE LA RAMBLA | 17.780 | 4702 | 3,78 | 19.930 | 5027 | 3,96 | 38.780 | 5053 | 7,67 |
| SAN MIGUEL | 58.140 | 8355 | 6,96 | 122.510 | 9988 | 12,27 | 163.770 | 15037 | 10,89 |
| SANTA CRUZ DE TENERIFE | 752.540 | 214153 | 3,51 | 805.200 | 220022 | 3,66 | 1.445.730 | 221956 | 6,51 |
| SANTA URSULA | 40.320 | 10907 | 3,70 | 49.590 | 11959 | 4,15 | 107.630 | 13835 | 7,78 |
| SANTIAGO DEL TEIDE | 74.400 | 9445 | 7,88 | 89.480 | 10523 | 8,50 | 156.950 | 11825 | 13,27 |
| SAUZAL,EL | 45.660 | 7561 | 6,04 | 50.380 | 8267 | 6,09 | 96.630 | 8947 | 10,80 |
| SILOS,LOS | 22.060 | 5332 | 4,14 | 20.980 | 5545 | 3,78 | 40.720 | 5307 | 7,67 |
| TACORONTE | 90.180 | 21122 | 4,27 | 84.000 | 21778 | 3,86 | 175.670 | 23369 | 7,52 |
| TANQUE,EL | 6.680 | 3049 | 2,19 | 9.470 | 3198 | 2,96 | 11.240 | 3031 | 3,71 |
| TEGUESTE | 32.440 | 9664 | 3,36 | 34.450 | 9948 | 3,46 | 84.810 | 10613 | 7,99 |
| VICTORIA,LA | 22.380 | 8068 | 2,77 | 28.100 | 8235 | 3,41 | 48.580 | 8909 | 5,45 |
| VILAFLOR | 7.700 | 1707 | 4,51 | 12.410 | 1798 | 6,90 | 21.000 | 1851 | 11,35 |

La gráfica en la que se representan los datos mostrados en la tabla es:

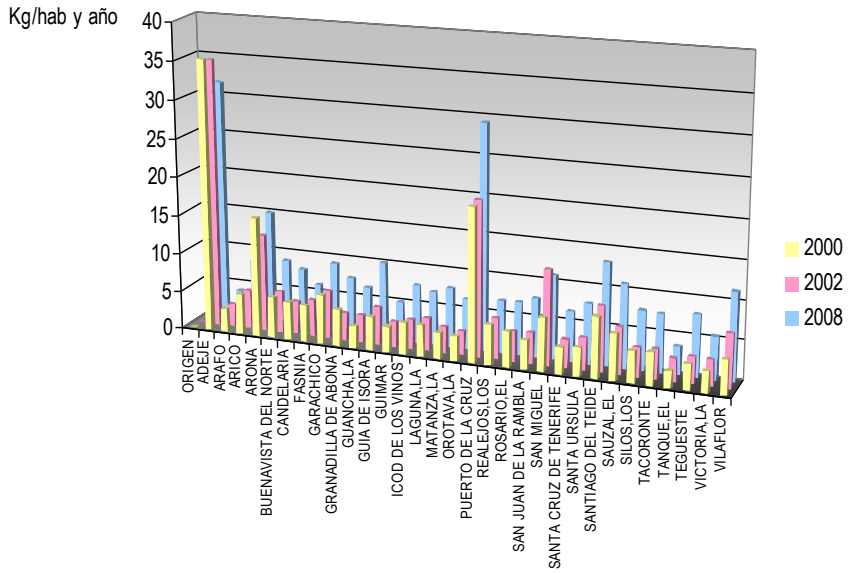



Figura 6.31 Vidrio: Kg/hab-año en los municipios de Tenerife en 2000, 2002 y 2008

Observando la gráfica, vemos que la mayor cantidad de Kg por habitante y año se recoge en Adeje y Puerto de La Cruz, que ha sido mayor de 15 Kg/hab-año los tres años en cuestión. Indicar que los datos de recogida de Adeje correspondientes a 2008 son el resultado de sumar los recogidos mediante gestión propia a los generales.

Arona cuenta también con un elevado índice de recogida por habitante y año (cercano a 15 Kg/hab-año en 2008 y 2000).

Santiago del Teide y Guía de Isora tienen también elevados ratios de recogida por habitante (13,27 Kg/hab-año y 10 Kg/hab-año, respectivamente,

en 2008).

Los elevados índices de recogida de Adeje, Puerto de La Cruz, Arona, Santiago del Teide y Guía de Isora pueden explicarse porque se trata de municipios turísticos, con lo que tienen una alta población flotante.

En cuanto a Santa Cruz de Tenerife y La Laguna, indicar que tienen niveles de recogida similares (en torno al 6,90 Kg/hab-año en 2008), y no desentonan del nivel de recogida medio general del resto de municipios de la Isla. Esto es lógico, ya que aunque en estos municipios se recogen elevadas cantidades de vidrio, también son los municipios más poblados de Tenerife.

Es de destacar los elevados índices de recogida de vidrio de Vilaflor: 4,51 Kg/hab-año, en 2000; 6,90 Kg/hab-año, en 2002 y 11,35 Kg/hab-año, en 2008; siendo un municipio cuya población no llega a los 2000 habitantes.

# 7.- SUPERFICIE OCUPADA Y CELDAS DE VERTIDO CONSTRUIDAS A LO LARGO DEL TIEMPO.

| | Antiguo vertedero | Celda nº1 | Celda nº2 | Celda nº3 |
|---|---|---|---|---|
| Inico | Enero 1985 | Marzo 2003 | Marzo 2005 | Agosto 2007 |
| Clausura | Marzo 2003 | Marzo 2005 | Agosto 2007 | Verano 2011 |
| Vertido | 6.761.475 t | 1.254.868 t | 1.559.465 t | 3.014.000 t (estimado) |
| Superficie | 300.000 m2 | 45.038 m2 | 107.067 m2 | 122.000 m2 |

Foto 7.1: Complejo Ambiental de Tenerife.

Foto 7.2: Antiguo vertedero.

Foto 7.3: Celdas 1 y 2. Celda 3.1 en explotación.

Foto 7.4: Área de tratamiento de residuos.

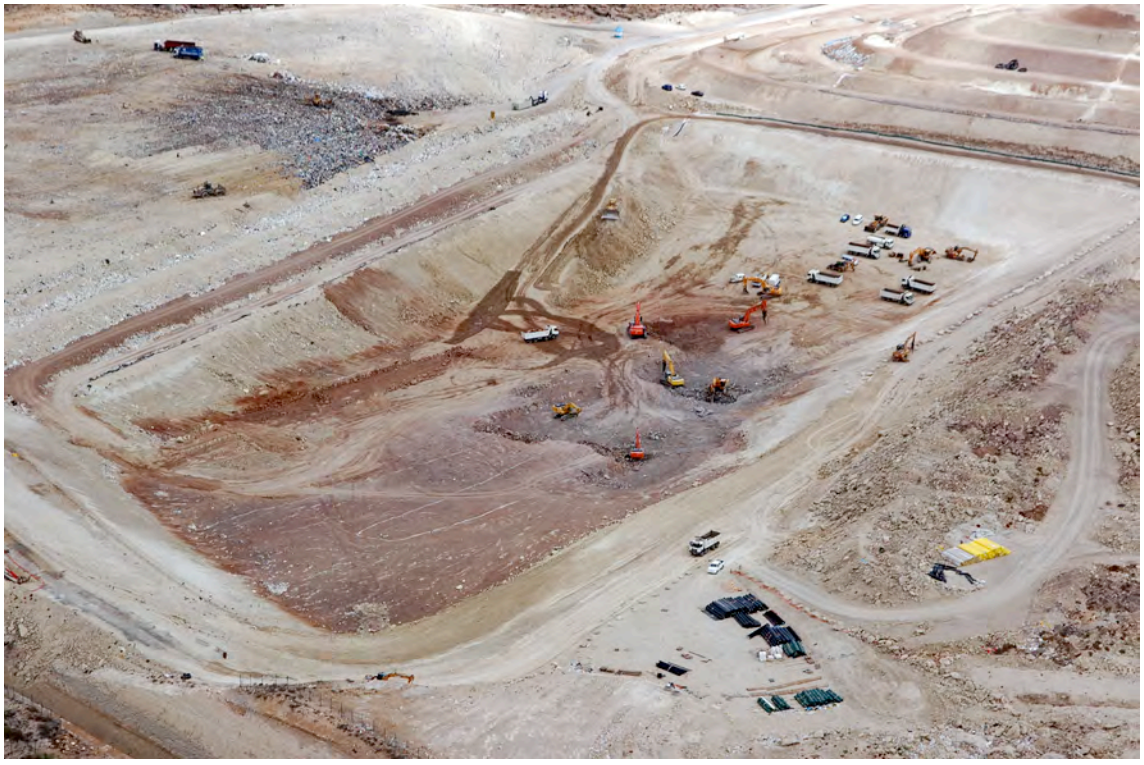


Foto 7.5: Celda 3.1 en explotación y celda 3.2 en construcción.

# 8.- CARACTERIZAZIÓN DE RESIDUOS

## *8.1.- INTRODUCCIÓN.*

Es de gran importancia realizar caracterizaciones de residuos de forma periódica, tanto por diferentes zonas de recogida, como en diferentes épocas estacionales, con el objetivo de determinar los más fechacientemente posible la real carácterización de los residuos que se generan en la isla de Tenerife.

Por parte de los técnicos gestores de las diferentes plantas de tratamiento de residuos, ya sea en plantas de clasificacion de residuos en masa o en plantas de clasificacion de residuos recogidos selectivamente, es necesaria la realización de caracterizaciones con el objetivo de optimizar el rendimientos de las plantas y analizar los parámetros de eficacia y eficiencia.

Igualmente por parte de los Sistemas Integrados de Gestión, como entes gestores de los sistemas, es necesario conocer los datos básicos relativos a la composición de los materiales recuperables en las diferentes plantas de selección.

## *8.2.- OBJETO.*

Realizar la caracterización de residuos provenientes de diferentes rutas de recogida de residuos domiciliarios, en concretos del área metropolitana en la planta de transferencia nº4 de El Rosario.

## *8.3.- MARCO LEGAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN.*

### *8.3.1 Marco Legal.*

Las principales normas estatales existentes en materia de residuos son la ley 10/1998, de 21 de Abril, de residuos, y la Ley 11/1997, de 24 de Abril, sobre Envases y residuos de Envases.

**Ley 10/1998 de Residuos.**

Esta ley contiene la normativa estatal básica en la materia, viene a modificar la anterior Ley de Residuos, de 1986, recogiendo de esta forma la moderna concepción de la UE sobre política de residuos establecida en la Directiva Comunitaria 91/156/CEE, del consejo, de 18 de Marzo de 1991.

**Ley 11/1997, de envases y residuos de envases.**

Esta normativa transpone la Directiva Comunitaria 94/62/CE, de 20 de Diciembre, que tiene por objeto armonizar las normas sobre gestión de envases y de residuos de envases a lo largo de todo su ciclo de vida en los diferentes Estados Miembros de la UE, con la finalidad de prevenir o reducir su impacto sobre el Medio Ambiente, fomentando la reducción, reciclado y valoración de los residuos de envases. Derivado de esta norma es el real Decreto 782/1998 que desarrolla técnicamente esta Ley.

## *8.4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO.*

### *8.4.1 Verificación de báscula.*

Se realiza diariamente antes de cualquier caracterización, mediante el siguiente procedimiento:

- Verificación del Cero: se anota la lectura de la báscula sin material añadido a ella. A través del sistema de puesta a cero de la báscula se pone a cero la lectura.
- Verificación del Pesaje: se añaden los pesos correspondientes a la

Báscula, desde el mínimo error hasta que se alcanza el 30 % de la capacidad total de ésta, se anota la cantidad leída, repitiendo esta operación tres veces. Posteriormente se calcula el error detectado.

Los resultados de cada una de las verificaciones se reflejan en un documento Anexo.

### *8.4.2 Caracterización de entrada.*

Con el fin de conseguir una muestra lo más homogénea posible, sobre la que se realizará la separación de materiales, se ha seguido el procedimiento definido por ECOEMBES, denominado “Metodología de muestreos para la caracterización de entrada de residuos en plantas de residuos Urbanos”.

Los resultados de cada una de las caracterizaciones se reflejan en un documento Anexo.

### *8.4.3 Medios técnicos.*

El equipo de trabajo está dotado para esta actividad de los siguientes medios:

- Coche Wagon.
- Ordenador portátil.
- Teléfono móvil.
- Mesa de triaje.
- Imán
- Juego de cubos para depositar las diferentes fracciones del demuestre
- Balanza con una capacidad de 30 kg., precisión de 10 g
- Equipo de protección individual:
    - Ropa de trabajo: Monos de trabajo, delantal e impermeable.
    - Botas con punteras y plantilla antiperforación.
    - Casco.
    - Chaleco de alta visibilidad.

- Guantes anti-corte para riesgos mecánicos.
- Guantes de látex.
- Protectores auditivos.
- Gafas de protección.
- Fungibles: rollos de PEAD y bolsas de plástico para muestras.

### *8.5.- DATOS OBTENIDOS EN PLANTA.*

### *8.5.1 Caracterizaciones de entrada de RSU.*

Tabla 8.1: Caracterización de RSu entrada en planta de transferencia

| | Entrada 1: La Laguna (04/04/06) | | Entrada 2: Santa Cruz de Tenerife (04/04/06) | | Entrada 3: PT4 (20/04/06) | | Media Aritmética (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | Cantidad (Kg.) | Peso (%) | Cantidad (Kg.) | Peso (%) | Cantidad (Kg.) | Peso (%) | |
| **Envases (recogida selectiva):** | | | | | | | |
| PET | 2,68 | 0,96 | 4,16 | 1,62 | 3,06 | 1,25 | 1,28 |
| PEAD Natural | 1,20 | 0,43 | - | 0,00 | 0,89 | 0,36 | 0,27 |
| PEAD Color (1) | 1,18 | 0,42 | 2,85 | 1,11 | 1,97 | 0,81 | 0,78 |
| PVC | - | 0,00 | - | 0,00 | 0,28 | 0,11 | 0,04 |
| Film | 2,12 | 0,76 | 3,19 | 1,24 | - | 0,00 | 0,67 |
| Resto de Plásticos | 0,20 | 0,07 | 1,04 | 0,41 | 1,12 | 0,46 | 0,31 |
| Acero | 4,71 | 1,70 | 1,42 | 0,55 | 1,98 | 0,81 | 1,02 |
| Aluminio | 1,12 | 0,40 | 0,28 | 0,11 | 0,01 | 0,00 | 0,17 |
| Cartón para bebidas | 1,24 | 0,45 | 0,96 | 0,37 | 0,84 | 0,34 | 0,39 |
| Madera | - | 0,00 | - | 0,00 | 0,23 | 0,09 | 0,03 |
| **Resto de materiales (*):** | | | | | | | |
| Materia orgánica | 10,10 | 3,64 | 66,83 | 26,06 | 64,26 | 26,29 | 18,66 |
| Restos de jardín y podas | 77,83 | 28,02 | 7,12 | 2,78 | 28,98 | 11,85 | 14,22 |
| Celulosas | 8,26 | 2,97 | 6,42 | 2,50 | 2,78 | 1,14 | 2,20 |
| Textiles | 65,63 | 23,62 | 17,28 | 6,74 | 10,22 | 4,18 | 11,51 |
| Madera no envase | 11,66 | 4,20 | 4,38 | 1,71 | 16,34 | 6,68 | 4,20 |
| Vidrio (envases) | 6,43 | 2,31 | 2,98 | 1,16 | 14,80 | 6,05 | 3,18 |
| Plásticos no envase (2) | 14,04 | 5,05 | 5,29 | 2,06 | 17,34 | 7,09 | 4,74 |
| Film bolsa basura | 1,28 | 0,46 | 0,38 | 0,15 | 3,22 | 1,32 | 0,64 |
| Film Comercial/Industrial | 11,44 | 4,12 | - | 0,00 | 4,34 | 1,78 | 1,96 |
| Restos de obras menores | 3,80 | 1,37 | 1,86 | 0,73 | 1,44 | 0,59 | 0,89 |
| Acero no envase | 21,44 | 7,72 | 27,56 | 10,75 | - | 0,00 | 6,15 |
| Aluminio no envase | 1,66 | 0,60 | - | 0,00 | - | 0,00 | 0,20 |
| Otros (indicar significativos) (3) | 1,02 | 0,37 | 19,40 | 7,56 | - | 0,00 | 2,64 |
| Papel/Cartón: | **28,76** | **10,35** | **83,07** | **32,39** | **70,36** | **28,78** | **23,84** |
| Papel Impreso | 19,94 | 7,18 | 45,10 | 17,58 | 41,79 | 17,09 | 13,95 |
| Envase Doméstico con Punto Verde | 2,36 | 0,85 | 3,01 | 1,17 | 0,82 | 0,34 | 0,79 |
| Envase Doméstico sin Punto Verde | 3,44 | 1,24 | 1,78 | 0,69 | 0,43 | 0,18 | 0,70 |
| Envase Comercial con Punto Verde | 3,02 | 1,09 | 9,12 | 3,56 | - | 0,00 | 1,55 |
| Envase Comercial sin Punto Verde | - | 0,00 | 24,06 | 9,38 | 27,32 | 11,18 | 6,85 |
| **Envases (recogida selectiva):** | **14,45** | **5,20** | **13,90** | **5,42** | **10,38** | **4,25** | **4,96** |
| **Resto de materiales (*):** | **263,35** | **94,80** | **242,57** | **94,58** | **234,08** | **95,75** | **95,04** |
| **Total** | **277,80** | **100,00** | **256,47** | **100,00** | **244,46** | **100,00** | **100,00** |

**Observaciones: (1) Entrada 1:** 0,06 kg PEAD multicapa. **Entrada 2:** 1,85 kg de PEAD multicapa. **Entrada 3:**0,38 kg de envases que han contenido RP's. **(2) Entrada 2:** 1,35 kg de PEAD inyección. **(3) Entrada 1:** 1,02 Kg de tierra para animales. **Entrada 2:** 13,68 kg de sofá y 5,72 kg de gomaespuma.

### *8.6.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO.*

Las fotografías han sido tomadas el día 4 de Abril en las fases que se exponen a continuación:

*Foto 8.1: Descarga de residuos.*

*Foto 8.2: Homogenización de residuos previa al 1º cuarteo.*

*Foto 8.3: Muestra de residuos 1000 kg.*

*Foto 8.4: Primer Cuarteo.*

*Foto 8.5: Cuarteo primario.*

*Foto 8.6: Muestra de 500 kg.*

*Foto 8.7: Homogeneización previa al 2º cuarteo.*

*Foto 8.8: Realización del 2º cuarteo.*

*Foto 8.9: 2º Cuarteo.*

*Foto 8.10: Muestra de 250 kg.*

*Foto 8.11: Chequeo de Residuos.*

Tabla 8.2: Caracterización de RSU año 2006 por plantas de transferencia y en entorno rural y urbano

| CARACTERIZACIÓN RESIDUOS 2006 (RSU EN MASA) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **CARACTERIZACIÓN AÑO 2006** | **PT1 - La Guancha (06/04/06) Rural** | **PT1 - La Guancha (06/04/06) Urbano** | **SUMA PT-1** | **% REL.** | **% TOT.** |
| **MATERIAL** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | | |
| **ENVASES REC SELECT.** | **13,78** | **5,93** | **19,71** | **100,00%** | **3,77%** |
| PET | 1,70 | 2,02 | **3,72** | **18,87%** | **0,71%** |
| PEAD Natural | 3,28 | 0,00 | **3,28** | **16,64%** | **0,63%** |
| PEAD Color | 2,64 | 0,64 | **3,28** | **16,64%** | **0,63%** |
| PVC | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00%** | **0,00%** |
| Film | 2,15 | 1,21 | **3,36** | **17,05%** | **0,64%** |
| Resto de plásticos | 1,12 | 0,24 | **1,36** | **6,90%** | **0,26%** |
| Acero | 0,38 | 1,24 | **1,62** | **8,22%** | **0,31%** |
| Aluminio | 0,10 | 0,00 | **0,10** | **0,51%** | **0,02%** |
| Cartón para bebidas | 1,27 | 0,26 | **1,53** | **7,76%** | **0,29%** |
| Madera | 1,14 | 0,32 | **1,46** | **7,41%** | **0,28%** |
| **RESTO DE MATERIALES** | **193,57** | **170,72** | **364,29** | **100,00%** | **69,62%** |
| Materia orgánica | 79,56 | 32,94 | **112,50** | **30,88%** | **21,50%** |
| Restos de jardín y podas | 44,12 | 7,12 | **51,24** | **14,07%** | **9,79%** |
| Celulosas | 4,66 | 20,34 | **25,00** | **6,86%** | **4,78%** |
| Textiles | 19,54 | 32,56 | **52,10** | **14,30%** | **9,96%** |
| Madera no envase | 13,90 | 28,84 | **42,74** | **11,73%** | **8,17%** |
| Vidrio (Envase) | 5,64 | 0,00 | **5,64** | **1,55%** | **1,08%** |
| Plásticos no envases | 3,42 | 6,42 | **9,84** | **2,70%** | **1,88%** |
| Film bolsa de basura | 1,15 | 2,84 | **3,99** | **1,10%** | **0,76%** |
| Film Comercial/Industrial | 2,04 | 4,64 | **6,68** | **1,83%** | **1,28%** |
| Resto de obras menores | 3,68 | 0,00 | **3,68** | **1,01%** | **0,70%** |
| Acero no envase | 5,02 | 13,64 | **18,66** | **5,12%** | **3,57%** |
| Aluminio no envase | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00%** | **0,00%** |
| Otros | 10,84 | 21,38 | **32,22** | **8,84%** | **6,16%** |
| **PAPEL/CARTÓN** | **66,17** | **73,08** | **139,25** | **100,00%** | **26,61%** |
| Papel impreso | 9,28 | 8,14 | **17,42** | **12,51%** | **3,33%** |
| Envase doméstico con punto verde | 3,39 | 3,30 | **6,69** | **4,80%** | **1,28%** |
| Envase doméstico sin punto verde | 0,00 | 0,49 | **0,49** | **0,35%** | **0,09%** |
| Envase comercial con punto verde | 9,02 | 13,88 | **22,90** | **16,45%** | **4,38%** |
| Envase comercial sin punto verde | 44,48 | 47,27 | **91,75** | **65,89%** | **17,53%** |
| **SUMA** | **273,52** | **249,73** | **523,25** | | |

| CARACTERIZACIÓN RESIDUOS 2006 (RSU EN MASA) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CARACTERIZACIÓN AÑO 2006** | **PT2 - La Orotava (05/04/06) Urbano/Comercial** | **PT2 - La Orotava (05/04/06) Turístico** | **PT2 - La Orotava (07/04/06) Rural** | **SUMA PT-2** | **% REL.** | **% TOT.** |
| **MATERIAL** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | | |
| **ENVASES REC SELECT.** | **19,11** | **19,85** | **22,41** | **61,37** | **100,00%** | **8,00%** |
| PET | 4,26 | 4,54 | 4,66 | **13,46** | **21,93%** | **1,76%** |
| PEAD Natural | 4,26 | 1,86 | 2,67 | **8,79** | **14,32%** | **1,15%** |
| PEAD Color | 1,27 | 1,74 | 4,03 | **7,04** | **11,47%** | **0,92%** |
| PVC | 0,00 | 0,00 | 0,34 | **0,34** | **0,55%** | **0,04%** |
| Film | 3,86 | 2,66 | 2,85 | **9,37** | **15,27%** | **1,22%** |
| Resto de plásticos | 0,82 | 0,72 | 0,98 | **2,52** | **4,11%** | **0,33%** |
| Acero | 2,66 | 2,89 | 3,65 | **9,20** | **14,99%** | **1,20%** |
| Aluminio | 0,06 | 0,16 | 0,12 | **0,34** | **0,55%** | **0,04%** |
| Cartón para bebidas | 1,92 | 2,30 | 3,11 | **7,33** | **11,94%** | **0,96%** |
| Madera | 0,00 | 2,98 | 0,00 | **2,98** | **4,86%** | **0,39%** |
| **RESTO DE MATERIALES** | **135,95** | **165,41** | **142,02** | **443,38** | **100,00%** | **57,83%** |
| Materia orgánica | 62,98 | 41,82 | 41,04 | **145,84** | **32,89%** | **19,02%** |
| Restos de jardín y podas | 9,07 | 42,86 | 32,45 | **84,38** | **19,03%** | **11,01%** |
| Celulosas | 15,04 | 9,90 | 8,99 | **33,93** | **7,65%** | **4,43%** |
| Textiles | 9,52 | 16,13 | 27,67 | **53,32** | **12,03%** | **6,95%** |
| Madera no envase | 6,36 | 16,37 | 6,77 | **29,50** | **6,65%** | **3,85%** |
| Vidrio (Envase) | 9,77 | 11,74 | 5,78 | **27,29** | **6,15%** | **3,56%** |
| Plásticos no envases | 0,00 | 11,95 | 3,98 | **15,93** | **3,59%** | **2,08%** |
| Film bolsa de basura | 1,72 | 0,27 | 3,89 | **5,88** | **1,33%** | **0,77%** |
| Film Comercial/Industrial | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00%** | **0,00%** |
| Resto de obras menores | 0,00 | 5,24 | 0,00 | **5,24** | **1,18%** | **0,68%** |
| Acero no envase | 1,89 | 4,98 | 5,78 | **12,65** | **2,85%** | **1,65%** |
| Aluminio no envase | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00%** | **0,00%** |
| Otros | 19,60 | 4,15 | 5,67 | **29,42** | **6,64%** | **3,84%** |
| **PAPEL/CARTÓN** | **94,34** | **73,70** | **93,87** | **261,91** | **100,00%** | **34,16%** |
| Papel impreso | 47,30 | 35,78 | 30,54 | **113,62** | **43,38%** | **14,82%** |
| Envase doméstico con punto verde | 3,59 | 2,02 | 3,33 | **8,94** | **3,41%** | **1,17%** |
| Envase doméstico sin punto verde | 5,26 | 4,98 | 1,01 | **11,25** | **4,30%** | **1,47%** |
| Envase comercial con punto verde | 3,17 | 5,02 | 16,65 | **24,84** | **9,48%** | **3,24%** |
| Envase comercial sin punto verde | 35,02 | 25,90 | 42,34 | **103,26** | **39,43%** | **13,47%** |
| **SUMA** | **249,40** | **258,96** | **258,30** | **766,66** | | |

| CARACTERIZACIÓN RESIDUOS 2006 (RSU EN MASA) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **CARACTERIZACIÓN AÑO 2006** | **PT3 - Arona (07/04/06) Urbano** | **PT3 - Arona (18/04/06) Rural (Santiago del Teide - Guía de Isora)** | **PT3 - Arona (18/04/06) Turístico** | **PT3 - Arona (20/04/06) Rural** | **SUMA PT-3** | **% REL.** | **% TOT.** |
| **MATERIAL** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | | |
| **ENVASES REC SELECT.** | **24,33** | **7,44** | **26,69** | **13,15** | **71,61** | **100,00%** | **6,84%** |
| PET | 5,09 | 2,63 | 13,64 | 4,91 | **26,27** | **36,68%** | **2,51%** |
| PEAD Natural | 3,23 | 1,72 | 1,44 | 2,64 | **9,03** | **12,61%** | **0,86%** |
| PEAD Color | 3,89 | 1,13 | 0,26 | 0,48 | **5,76** | **8,04%** | **0,55%** |
| PVC | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00%** | **0,00%** |
| Film | 3,67 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **3,67** | **5,12%** | **0,35%** |
| Resto de plásticos | 1,87 | 0,37 | 1,08 | 0,21 | **3,53** | **4,93%** | **0,34%** |
| Acero | 4,34 | 1,35 | 6,09 | 0,64 | **12,42** | **17,34%** | **1,19%** |
| Aluminio | 0,22 | 0,00 | 0,24 | 0,12 | **0,58** | **0,81%** | **0,06%** |
| Cartón para bebidas | 2,02 | 0,08 | 1,96 | 0,27 | **4,33** | **6,05%** | **0,41%** |
| Madera | 0,00 | 0,16 | 1,98 | 3,88 | **6,02** | **8,41%** | **0,58%** |
| **RESTO DE MATERIALES** | **124,75** | **188,95** | **138,09** | **183,34** | **635,13** | **100,00%** | **60,70%** |
| Materia orgánica | 30,12 | 65,60 | 54,65 | 61,39 | **211,76** | **33,34%** | **20,24%** |
| Restos de jardín y podas | 27,89 | 6,44 | 0,00 | 59,18 | **93,51** | **14,72%** | **8,94%** |
| Celulosas | 5,56 | 3,22 | 0,00 | 4,92 | **13,70** | **2,16%** | **1,31%** |
| Textiles | 35,99 | 26,08 | 12,90 | 18,48 | **93,45** | **14,71%** | **8,93%** |
| Madera no envase | 7,54 | 5,50 | 0,00 | 14,04 | **27,08** | **4,26%** | **2,59%** |
| Vidrio (Envase) | 7,79 | 14,30 | 43,52 | 10,04 | **75,65** | **11,91%** | **7,23%** |
| Plásticos no envases | 4,67 | 23,91 | 8,22 | 7,06 | **43,86** | **6,91%** | **4,19%** |
| Film bolsa de basura | 2,90 | 0,00 | 16,90 | 6,22 | **26,02** | **4,10%** | **2,49%** |
| Film Comercial/Industrial | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,01 | **2,01** | **0,32%** | **0,19%** |
| Resto de obras menores | 0,00 | 19,01 | 1,50 | 0,00 | **20,51** | **3,23%** | **1,96%** |
| Acero no envase | 2,29 | 12,50 | 0,40 | 0,00 | **15,19** | **2,39%** | **1,45%** |
| Aluminio no envase | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00%** | **0,00%** |
| Otros | 0,00 | 12,39 | 0,00 | 0,00 | **12,39** | **1,95%** | **1,18%** |
| **PAPEL/CARTÓN** | **105,13** | **56,46** | **100,08** | **77,99** | **339,66** | **100,00%** | **32,46%** |
| Papel impreso | 32,13 | 27,40 | 56,02 | 27,23 | **142,78** | **42,04%** | **13,64%** |
| Envase doméstico con punto verde | 2,44 | 3,38 | 4,11 | 0,68 | **10,61** | **3,12%** | **1,01%** |
| Envase doméstico sin punto verde | 0,00 | 0,00 | 2,15 | 0,10 | **2,25** | **0,66%** | **0,22%** |
| Envase comercial con punto verde | 14,67 | 3,56 | 6,96 | 5,42 | **30,61** | **9,01%** | **2,93%** |
| Envase comercial sin punto verde | 55,89 | 22,12 | 30,84 | 44,56 | **153,41** | **45,17%** | **14,66%** |
| **SUMA** | **254,21** | **252,85** | **264,86** | **274,48** | **1046,40** | | |

| CARACTERIZACIÓN RESIDUOS 2006 (RSU EN MASA) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CARACTERIZACIÓN AÑO 2006** | **PT4 - El Rosario (04/04/06) Rural** | **PT4 - El Rosario (04/04/06) Urbano/Comercial** | **PT4 - El Rosario (20/04/06) Residencial** | **SUMA PT-4** | **% REL.** | **% TOT.** |
| **MATERIAL** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | | |
| **ENVASES REC SELECT.** | **14,45** | **13,90** | **10,38** | **38,73** | **100,00%** | **4,97%** |
| PET | 2,68 | 4,16 | 3,06 | **9,90** | **25,56%** | **1,27%** |
| PEAD Natural | 1,20 | 0,00 | 0,89 | **2,09** | **5,40%** | **0,27%** |
| PEAD Color | 1,18 | 2,85 | 1,97 | **6,00** | **15,49%** | **0,77%** |
| PVC | 0,00 | 0,00 | 0,28 | **0,28** | **0,72%** | **0,04%** |
| Film | 2,12 | 3,19 | 0,00 | **5,31** | **13,71%** | **0,68%** |
| Resto de plásticos | 0,20 | 1,04 | 1,12 | **2,36** | **6,09%** | **0,30%** |
| Acero | 4,71 | 1,42 | 1,98 | **8,11** | **20,94%** | **1,04%** |
| Aluminio | 1,12 | 0,28 | 0,01 | **1,41** | **3,64%** | **0,18%** |
| Cartón para bebidas | 1,24 | 0,96 | 0,84 | **3,04** | **7,85%** | **0,39%** |
| Madera | 0,00 | 0,00 | 0,23 | **0,23** | **0,59%** | **0,03%** |
| **RESTO DE MATERIALES** | **234,59** | **159,50** | **163,72** | **557,81** | **100,00%** | **71,63%** |
| Materia orgánica | 10,10 | 66,83 | 64,26 | **141,19** | **25,31%** | **18,13%** |
| Restos de jardín y podas | 77,83 | 7,12 | 28,98 | **113,93** | **20,42%** | **14,63%** |
| Celulosas | 8,26 | 6,42 | 2,78 | **17,46** | **3,13%** | **2,24%** |
| Textiles | 65,63 | 17,28 | 10,22 | **93,13** | **16,70%** | **11,96%** |
| Madera no envase | 11,66 | 4,38 | 16,34 | **32,38** | **5,80%** | **4,16%** |
| Vidrio (Envase) | 6,43 | 2,98 | 14,80 | **24,21** | **4,34%** | **3,11%** |
| Plásticos no envases | 14,04 | 5,29 | 17,34 | **36,67** | **6,57%** | **4,71%** |
| Film bolsa de basura | 1,28 | 0,38 | 3,22 | **4,88** | **0,87%** | **0,63%** |
| Film Comercial/Industrial | 11,44 | 0,00 | 4,34 | **15,78** | **2,83%** | **2,03%** |
| Resto de obras menores | 3,80 | 1,86 | 1,44 | **7,10** | **1,27%** | **0,91%** |
| Acero no envase | 21,44 | 27,56 | 0,00 | **49,00** | **8,78%** | **6,29%** |
| Aluminio no envase | 1,66 | 0,00 | 0,00 | **1,66** | **0,30%** | **0,21%** |
| Otros | 1,02 | 19,40 | 0,00 | **20,42** | **3,66%** | **2,62%** |
| **PAPEL/CARTÓN** | **28,76** | **83,07** | **70,36** | **182,19** | **100,00%** | **23,40%** |
| Papel impreso | 19,94 | 45,10 | 41,79 | **106,83** | **58,64%** | **13,72%** |
| Envase doméstico con punto verde | 2,36 | 3,01 | 0,82 | **6,19** | **3,40%** | **0,79%** |
| Envase doméstico sin punto verde | 3,44 | 1,78 | 0,43 | **5,65** | **3,10%** | **0,73%** |
| Envase comercial con punto verde | 3,02 | 9,12 | 0,00 | **12,14** | **6,66%** | **1,56%** |
| Envase comercial sin punto verde | 0,00 | 24,06 | 27,32 | **51,38** | **28,20%** | **6,60%** |
| **SUMA** | **277,80** | **256,47** | **244,46** | **778,73** | | |

| CARACTERIZACIÓN RESIDUOS 2006 (RSU EN MASA) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CARACTERIZACIÓN AÑO 2006** | **Planta de Arico (19/04/06) Urbano** | **Planta de Arico (19/04/06) Urbano/Rural** | **Planta de Arico (21/04/06) Rural** | **SUMA VERTIDO DIRECTO** | **% REL.** | **% TOT.** |
| **MATERIAL** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | **Cantidad (Kg)** | | |
| **ENVASES REC SELECT.** | **11,31** | **13,66** | **17,74** | **42,71** | **100,00%** | **5,71%** |
| PET | 3,70 | 1,24 | 2,04 | **6,98** | **16,34%** | **0,93%** |
| PEAD Natural | 0,23 | 0,54 | 0,23 | **1,00** | **2,34%** | **0,13%** |
| PEAD Color | 1,85 | 3,90 | 2,08 | **7,83** | **18,33%** | **1,05%** |
| PVC | 0,00 | 0,00 | 0,00 | **0,00** | **0,00%** | **0,00%** |
| Film | 0,48 | 0,00 | 2,29 | **2,77** | **6,49%** | **0,37%** |
| Resto de plásticos | 0,09 | 0,12 | 2,15 | **2,36** | **5,53%** | **0,32%** |
| Acero | 3,28 | 7,06 | 6,53 | **16,87** | **39,50%** | **2,25%** |
| Aluminio | 0,08 | 0,04 | 0,12 | **0,24** | **0,56%** | **0,03%** |
| Cartón para bebidas | 0,16 | 0,73 | 0,17 | **1,06** | **2,48%** | **0,14%** |
| Madera | 1,44 | 0,03 | 2,13 | **3,60** | **8,43%** | **0,48%** |
| **RESTO DE MATERIALES** | **142,15** | **209,71** | **163,89** | **515,75** | **100,00%** | **68,93%** |
| Materia orgánica | 43,32 | 68,90 | 58,85 | **171,07** | **33,17%** | **22,86%** |
| Restos de jardín y podas | 10,26 | 46,71 | 26,57 | **83,54** | **16,20%** | **11,17%** |
| Celulosas | 1,18 | 0,74 | 1,02 | **2,94** | **0,57%** | **0,39%** |
| Textiles | 19,23 | 3,04 | 20,41 | **42,68** | **8,28%** | **5,70%** |
| Madera no envase | 14,07 | 29,88 | 3,26 | **47,21** | **9,15%** | **6,31%** |
| Vidrio (Envase) | 14,46 | 14,22 | 14,18 | **42,86** | **8,31%** | **5,73%** |
| Plásticos no envases | 3,44 | 14,94 | 13,27 | **31,65** | **6,14%** | **4,23%** |
| Film bolsa de basura | 0,00 | 0,00 | 4,04 | **4,04** | **0,78%** | **0,54%** |
| Film Comercial/Industrial | 12,21 | 0,00 | 19,08 | **31,29** | **6,07%** | **4,18%** |
| Resto de obras menores | 0,57 | 5,86 | 1,24 | **7,67** | **1,49%** | **1,03%** |
| Acero no envase | 9,05 | 12,38 | 1,97 | **23,40** | **4,54%** | **3,13%** |
| Aluminio no envase | 0,32 | 0,00 | 0,00 | **0,32** | **0,06%** | **0,04%** |
| Otros | 14,04 | 13,04 | 0,00 | **27,08** | **5,25%** | **3,62%** |
| **PAPEL/CARTÓN** | **90,00** | **38,41** | **61,36** | **189,77** | **100,00%** | **25,36%** |
| Papel impreso | 35,53 | 10,08 | 10,96 | **56,57** | **29,81%** | **7,56%** |
| Envase doméstico con punto verde | 3,86 | 1,02 | 2,67 | **7,55** | **3,98%** | **1,01%** |
| Envase doméstico sin punto verde | 0,00 | 1,60 | 1,40 | **3,00** | **1,58%** | **0,40%** |
| Envase comercial con punto verde | 3,24 | 1,24 | 8,11 | **12,59** | **6,63%** | **1,68%** |
| Envase comercial sin punto verde | 47,37 | 24,47 | 38,22 | **110,06** | **58,00%** | **14,71%** |
| **SUMA** | **243,46** | **261,78** | **242,99** | **748,23** | | |

Tabla 8.3: Caracterización de RSU año 2006

| CARACTERIZACIÓN AÑO 2006 | PT1 | PT2 | PT3 | PT4 | VERTIDO DIRECTO | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **MATERIAL** | | | | | | |
| **ENVASES REC SELECT.** | | | | | | |
| PET | 173.299,32 | 1.777.967,93 | 3.258.400,35 | 2.799.011,80 | 1.561.319,50 | 9.569.998,90 |
| PEAD Natural | 152.801,55 | 1.161.094,95 | 1.120.036,36 | 590.902,49 | 223.684,74 | 3.248.520,10 |
| PEAD Color | 152.801,55 | 929.932,71 | 714.441,80 | 1.696.370,79 | 1.751.451,54 | 5.244.998,37 |
| PVC | 0,00 | 44.911,52 | 0,00 | 79.163,97 | 0,00 | 124.075,49 |
| Film | 156.528,42 | 1.237.708,73 | 455.208,58 | 1.501.288,15 | 619.606,74 | 3.970.340,61 |
| Resto de plásticos | 63.356,74 | 332.873,64 | 437.843,67 | 667.239,18 | 527.895,99 | 2.029.209,22 |
| Acero | 75.469,06 | 1.215.252,97 | 1.540.515,13 | 2.292.927,85 | 3.773.561,61 | 8.897.726,61 |
| Aluminio | 4.658,58 | 44.911,52 | 71.940,32 | 398.647,13 | 53.684,34 | 573.841,90 |
| Cartón para bebidas | 71.276,33 | 968.239,59 | 537.071,70 | 859.494,53 | 237.105,83 | 2.673.187,98 |
| Madera | 68.015,32 | 393.636,29 | 746.690,91 | 65.027,55 | 805.265,07 | 2.078.635,14 |
| **RESTO DE MATERIALES** | | | | | | |
| Materia orgánica | 5.240.906,83 | 19.264.401,39 | 26.265.658,89 | 39.918.431,87 | 38.265.748,93 | 128.955.147,91 |
| Restos de jardín y podas | 2.387.058,37 | 11.145.983,19 | 11.598.516,07 | 32.211.253,94 | 18.686.623,40 | 76.029.434,97 |
| Celulosas | 1.164.645,96 | 4.481.905,78 | 1.699.279,97 | 4.936.438,99 | 657.633,14 | 12.939.903,84 |
| Textiles | 2.427.122,19 | 7.043.183,50 | 11.591.073,97 | 26.330.501,88 | 9.546.864,82 | 56.938.746,35 |
| Madera no envase | 1.991.078,74 | 3.896.735,06 | 3.358.868,73 | 9.154.747,67 | 10.560.156,70 | 28.961.586,90 |
| Vidrio (Envase) | 262.744,13 | 3.604.810,16 | 9.383.250,35 | 6.844.856,12 | 9.587.128,07 | 29.682.788,83 |
| Plásticos no envases | 458.404,65 | 2.104.236,93 | 5.440.176,61 | 10.367.652,79 | 7.079.622,11 | 25.450.093,08 |
| Film bolsa de basura | 185.877,50 | 776.705,16 | 3.227.391,60 | 1.379.714,91 | 903.686,36 | 6.473.375,51 |
| Film Comercial/Industrial | 311.193,40 | 0,00 | 249.310,42 | 4.461.455,17 | 6.999.095,60 | 12.021.054,58 |
| Resto de obras menores | 171.435,89 | 692.165,82 | 2.543.958,56 | 2.007.372,10 | 1.715.661,98 | 7.130.594,33 |
| Acero no envase | 869.291,75 | 1.670.972,83 | 1.884.092,17 | 13.853.694,75 | 5.234.222,98 | 23.512.274,48 |
| Aluminio no envase | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 469.329,25 | 71.579,12 | 540.908,37 |
| Otros | 1.500.995,72 | 3.886.167,64 | 1.536.794,08 | 5.773.315,24 | 6.057.382,83 | 18.754.655,51 |
| **PAPEL/CARTÓN** | | | | | | |
| Papel impreso | 811.525,31 | 15.008.374,15 | 17.709.722,21 | 30.203.881,84 | 12.653.845,89 | 76.387.349,40 |
| Envase doméstico con punto verde | 311.659,26 | 1.180.908,86 | 1.316.011,72 | 1.750.089,19 | 1.688.819,81 | 6.247.488,84 |
| Envase doméstico sin punto verde | 22.827,06 | 1.486.043,03 | 279.078,83 | 1.597.415,82 | 671.054,23 | 4.056.418,97 |
| Envase comercial con punto verde | 1.066.815,70 | 3.281.183,01 | 3.796.712,40 | 3.432.323,56 | 2.816.190,91 | 14.393.225,58 |
| Envase comercial sin punto verde | 4.274.250,68 | 13.639.893,63 | 19.028.214,63 | 14.526.588,50 | 24.618.742,78 | 76.087.690,22 |
| | | | | | | |
| **TOTAL** | **24.376.040,00** | **101.270.200,00** | **129.790.260,00** | **220.169.137,00** | **167.367.635,00** | |

# 9.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA GESTIÓN DE LOS DIFERENTES FLUJOS DE RESIDUOS EN LA ISLA DE TENERIFE

Para realizar una propuesto de diferentes modelos de gestión de residuos es necesario hacer un diagnóstico de la situación actual de la gestión de los residuos en la Isla de Tenerife, para posteriormente fijar los principios, fines y objetivos necesarios para el estudio que nos ocupa.

## *9.1.- DIFERENTES GRADOS DE FIABILIDAD RESPECTO A LA GENERACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE LAS DIFERENTES CORRIENTES DE RESIDUOS.*

Tanto las tasas actuales de generación como la prognosis de su evolución futura, son datos fundamentales para la formulación de los diferentes modelos de gestión. Sin embargo, a la hora de evaluar las tasas actuales de generación y estimar la evolución de las diferentes corrientes de residuos se han detectado notables diferencias en la "calidad" de la información que condicionan el grado de fiabilidad de los mismos; mientras que en los residuos urbanos se dispone de unos datos de generación actual de calidad, en otros residuos, principalmente los que no son competencia de la administración, bien se carece de éstos o bien presentan deficiencias.

A continuación se describe para cada flujo de residuos el grado de fiabilidad de los datos disponibles, así como una síntesis de los relativos a la generación actual y la estimación de su evolución futura.

c) **Residuos urbanos**:

La calidad de los datos de generación actual es buena en cuanto a la generación total ya que las plantas de transferencia y el Complejo Ambiental de Tenerife disponen de sistemas de pesado y codificación mediante códigos LER de los residuos urbanos que reciben.

Respecto a la composición de los residuos urbanos se ha empleado una caracterización realizada por el Gobierno de Canarias en el año 2001 lo cual genera cierto grado de incertidumbre ya que en los últimos años se ha producido una notable modificación en los hábitos de consumo y, por otro lado, el incremento de las diferentes recogidas selectivas contribuyen a esta incertidumbre. La ausencia de programas específicos de recogida de RICIA origina que en la fracción de residuos domiciliarios en masa, LER 200301, exista una cierta cantidad de RICIA no computadas.

Los residuos urbanos se componen de tres corrientes fundamentales, los residuos domiciliarios compuestos por la llamada “bolsa negra” y por las fracciones de papel, envases y cristal, los RICIA que son los generados por la actividad industrial, institucional y comercial asimilables a urbanos y los residuos de construcción y demolición de pequeñas obras domésticas.

La prognosis de las diferentes fracciones de residuos urbanos existe un cierto grado de incertidumbre ya que depende de factores tales como la evolución de la población, nivel económico y éxito de las medidas de minimización propuestas. Además, a la hora de realizar la estimación de la producción futura se ha de considerar el uso del dato de la población de hecho, incluidos los turistas que visitan la isla.

La generación de residuos urbanos domiciliarios en el año 2005 en Tenerife se cifra en 515.572 t/año estimándose en el 2016, año horizonte del plan, en torno a los 618.515, es decir con un aumento del 120% respecto del valor del 2005. tal como se apuntará posteriormente, esta variación no es constante en toda la isla, sino que será la vertiente suroeste (65%) y sur-sureste (26%) de la Isla la que presente mayores incrementos en la generación de residuos, permaneciendo el litoral norte y el área metropolitana con incrementos moderados en torno al 3-7% o con tendencia al descenso respecto de los valores del año 2005 en la vertiente norte (-5%), derivados de un menor incremento demográfico y de la previsible evolución en positivo de las medidas de minimización en la producción.

d) **Neumáticos fuera de uso (NFU)**:

Para la obtención de los datos actuales de generación se ha recurrido a tres fuentes de información: cantidades computadas a la entrada del Complejo Ambiental, generación per cápita teórica en función de la tasa de 6,5 kg/habitante y año establecida en el Plan Nacional de NFU y datos en base al número de vehículos existentes y desguazados. El hecho de que el dato menor sea el tomado a la entrada del Complejo Ambiental indica que existe una indeterminada cantidad de neumáticos que tienen gestiones no controladas tales como recauchutado, quema, asimilación a RU o abandono.

| | **Recogido en Arico** | **Ratio del Plan Nacional de NFU** | **Estimación según vehículos** |
|---|---|---|---|
| **t/año 2004** | 3.500 | 5.315 | 5.544 |

*Tabla 9.1: Generación actual de NFU en función del método de cálculo.*

La prognosis de los NFU se ha realizado en base a los vehículos previstos, lo cual reviste cierta incertidumbre ya que se desconocen futuras medidas de minimización implantadas por fabricantes y ciudadanía, y en base al ratio establecido en el Plan Nacional de Vehículos Fuera de Uso considerando la población de hecho y la población de derecho.

| | **Ratio del Plan Nacional de NFU Población de derecho** | **Ratio del Plan Nacional de NFU Población de hecho** | **Estimación según vehículos** |
|---|---|---|---|
| **t/año 2005** | 5.437 | 5.985 | 5.778 |
| **t/año 2011** | 6.303 | 6.710 | 7.370 |
| **t/año 2016** | 7.262 | 7.876 | 9.057 |

*Tabla 9.2: Generación futura de NFU en función del método de cálculo.*

Entre las diferentes estimaciones existen respecto al total diferencias significativas: mientras el incremento estimado en función de la población de hecho o de derecho es porcentualmente muy similar, del 131,6 y del 133,5

respectivamente sobre los datos del año 2005, el incremento estimado en función del número de vehículos previstos (mercado de reposición de neumáticos y desguaces) alcanza casi el 157% del total del año 2005.

e) **Vehículos fuera de uso (VFU)**:

La generación actual y futura se ha estimado a partir de los nuevos vehículos previstos y de los ratios entre matriculaciones y bajas. Obviamente estos dos parámetros presentan una elevada incertidumbre, máxime en la isla de Tenerife que presenta una alta tasa de importación de vehículos, así como de salidas de flotas de alquiler. Por otro lado la compra de vehículos está intrínsecamente relacionada con la evolución económica, siendo éste un parámetro de prognosis compleja.

En los últimos años el ratio matriculaciones/bajas muestra una clara tendencia descendente, pasando de 3,3 en 1999 a 2,4 en 2003, por lo que se plantea una reducción del mismo a lo largo del periodo de vigencia del PTEOR. A largo plazo, en el 2016, se estima una ratio de 1,5 -1,7 entre el número de vehículos matriculados y las bajas, de lo que se concluye un incremento de VFU que superará la cifra de 34.000, valor que duplica con creces los vehículos generados en el año 2005.

f) **Residuos de construcción y demolición (RCD)**:

Para el establecimiento de la generación actual y futura de RCD no ha sido posible contar con datos de generación fiables ya que en la Isla únicamente se tiene registro de los RCD generados en obras domiciliarias y depositadas en la red de Puntos Limpios, en torno a 12.000 t/año. Por lo tanto las estimaciones se han realizado en base a ratios de generación per cápita, consensuados con ANEFA y FEPECO, lo cual tiene la incertidumbre de la población real en cada uno de los años de vigencia del PTEOR, así como en la previsible evolución de las tasas per cápita. Además hay que tener en cuenta también la evolución que se está experimentando en cuanto a materiales y técnicas de construcción, y en cuanto a las obligaciones en materia de demolición selectiva, que redundan en modificaciones, tanto en las cantidades

generadas como en las posibilidades de reciclaje de una fracción de los residuos generados.

g) **Lodos de EDAR**:

La estimación actual así como la prognosis de generación se han realizado en base a una tasa per cápita diaria de generación y a la estimación de la población atendida por una EDAR. Por lo tanto los datos no tienen una fiabilidad plena ya que los parámetros presentan incertidumbres tales como la población real y el cumplimiento del programa de implantación de EDAR, es decir, las infraestructuras disponibles para dar servicio a toda la población. Como muestra reseñar que frente a una recogida de 16.087 t de lodos en el año 2004 en el Complejo Ambiental de Tenerife, las 4 grandes EDAR de la Isla generaron en torno a 29.205 t.

Para prever la evolución de la producción de Lodos se ha estimado una generación de materia seca por habitante y día de 90gr de lodos. Considerando que los éstos tendrán una sequedad del 20% y se dará servicio al 90% de la población -el resto corresponde a zonas rurales aisladas que utilizan fosas sépticas como sistema de depuración- se obtiene una producción de lodos EDAR de 161.202 t/año en 2016 frente a los casi 125.000 estimadas para el 2006, hecho que representa un aumento del 129% entre los valores de sendos años.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta que es previsible que se produzcan en el futuro disminuciones en la humedad de los lodos generados en las EDAR debido a mejoras en la tecnología empleada.

**h) Residuos voluminosos:**

El dato de generación actual presenta un elevado grado de fiabilidad ya que frente a 35.850 t recogidas en el Complejo Ambiental de Tenerife en el año 2004, se ha estimado, mediante ratios de generación per capita, una generación total de aproximadamente 40.000 t.

La prognosis futura presenta la incertidumbre de que se basa en parámetros no fiables al 100%, tales como la población estimada y la generación per cápita, que pueden presentar variaciones de difícil previsión. En

cualquier caso, partiendo del dato actualmente más fiable con que se cuenta que fija una producción de residuos voluminosos de 44 Kg/ habitante y año, y considerando un previsible incremento de dicho valor del 1% anual debido a la renovación de mobiliario doméstico, a la ampliación y modernización de la planta hotelera y al incremento del uso de aparatos eléctricos y electromagnéticos, se ha estimado una producción de dichos residuos en torno a las 59.500 t en el 2016. Este valor supone un incremento del 147% de la producción actual.

**i) Residuos de aparatos eléctricos y electromagnéticos (RAEE):**

Los datos de generación actual y futura cuentan con una elevada incertidumbre debido a que al depender de la población y de unas tasas de recogida supuestas, no es posible garantizar su exactitud.

La estimación de la generación futura, se ha realizado proyectando desde el año 2005 al 2016 el parámetro de 4Kg/ habitante y año establecido en los objetivos de recogida per capita de RAEE de la directiva 2002/96/CE hasta alcanzar en el año 2016 un valor de 8Kg/habitante y año. De ello resultaría, con un crecimiento poblacional de aproximadamente el 30%, un incremento en la recogida del RAEE del 263% en el 2016 respecto a la recogida prevista para el 2005 según los objetivos de la directiva comunitaria antes citada.

**j) Subproductos de origen animal no destinados al consumo humano (SANDACH):**

La determinación de las tasas de generación actuales se han realizado mediante datos fiables del Matadero Insular de Tenerife, y estimaciones, con cierto nivel de incertidumbre, sobre los animales muertos en granja. No se ha podido obtener la generación de todas las corrientes comprendidas en estos residuos ya que se carece de datos, tales como la cantidad de animales domésticos recogidos.

**k) Residuos sanitarios:**

Los residuos sanitarios están compuestos por 4 clases diferentes de fracciones. Las Clases I y II se asimilan a los residuos urbanos y se integran en la corriente general de estos residuos. Los residuos de las Clases III y IV

debido a su peligrosidad deben ser objeto de gestión por parte de gestor autorizado. Los datos de generación de estas dos últimas clases se han obtenido como proyecciones en base al número de camas existentes, a su evolución futura y a tasa de generación per cápita, parámetros con cierto nivel de incertidumbre. De la aplicación de estos parámetros, no resultan incrementos porcentualmente significativos.

Los residuos Clase V, en tanto que corresponden al grupo de los equipos sanitarios fuera de uso deben ser gestionados por gestores de RAEE.

l) **Residuos ganaderos**:

La generación actual de los purines y gallinaza es de difícil estimación ya que no existe en la actualidad ningún registro fiable de los residuos producidos ni de los usos que se les dan en la actualidad; sin embargo, una elevada cantidad de estos residuos son utilizados por los agricultores como abono y no existe registro de generación. Por otra parte, la evolución del censo ganadero, y por tanto de la generación futura presenta un alto grado de incertidumbre.

Relativizando los datos conforme a las dificultades antes expuestas, se ha estimado el total de residuos producidos en base al censo ganadero y a generaciones diarias por cabeza que servirán como base para el diseño de las infraestructuras de gestión; se producen en Tenerife en torno a 57.000 t/año de purines y 90.000 t/año de gallinaza.

m) **Residuos agrícolas**:

Los diferentes flujos de residuos agrícolas considerados (residuos vegetales, restos de plástico de invernaderos y embolsado de plátanos y envases peligrosos) se han obtenido a partir de estimaciones basadas en las hectáreas de cultivo, tipo de cultivo y datos proporcionados por SIGFITO. Al igual que en el caso de purines y gallinaza, la cantidad de restos vegetales que puede ser considerada como residuo es de difícil estimación, ya que un elevado porcentaje se somete a gestión tradicional, abono, alimento y cama para el ganado o quema.

Con los datos existentes se ha estimado la generación actual de residuos agrícolas en Tenerife en torno a 235.000 t, mayoritariamente integrada por residuos vegetales que constituyen aproximadamente 232.300 t

n) **Residuos forestales**:

El hecho de que la generación de estos residuos dependa de los planes de actuación forestal, revisados cada 5 años, genera una elevada incertidumbre en las prognosis de generación.

En los siete años de vigencia del último Plan (2000-2006) se ha producido un incremento del 77% respecto de las 3175 t/año del 2000 de los residuos generados producto principalmente de los tratamientos selvícolas a que se han sometido los bosques.

o) **Residuos industriales**:

La generación actual se ha realizado en base a los empleados por cada sector de actividad y para ratios *per capita*, obteniéndose para el año 2004, alrededor de 260.920 t/año de residuos.

En general, dadas las características de la industria insular, mayoritariamente manufacturera, la mayor parte de los residuos generados son asimilables a urbanos, en torno al 77,3 %. La fracción de residuos peligrosos (15,7%) se concentra en dos industrias UNELCO y CEPSA, que reciben una correcta gestión, mientras que la fracción de residuos especiales, que son susceptibles de reciclaje –chatarra, vidrio y papel-cartón, principalmente- a través de su entrega a gestor autorizado alcanzan el 6,5%. El 0,5% restante corresponde a residuos inertes.

### *9.2.- DIFERENTES GRADOS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE EN CUANTO A LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.*

La gestión dada a cada uno de los flujos de residuos debería cumplir por un lado la legislación aplicable a cada uno de ellos y por otro la jerarquía de gestión, es decir, que primase la minimización seguida de la reutilización y del reciclado dejando el vertido como último recurso para la gestión de los residuos.

Se ha detectado una deficiencia en cuanto a la implantación de medidas de minimización.

Las medidas de reutilización y reciclado se aplican principalmente en aquellos residuos en los que se realiza la "gestión tradicional", agrícolas y ganaderos principalmente.

El vertido, última alternativa en la jerarquía de gestión, se presenta como la opción de gestión actualmente más empleada.

A continuación se expone, para cada flujo de residuos, el grado de idoneidad de la gestión de la que son objeto.

a) **Residuos urbanos:**

La recogida de los residuos urbanos se realiza mediante contenedores, principalmente de superficie. Existen contenedores destinados a la recogida selectiva de papel, vidrio y envases, sin embargo su número es insuficiente para atender a toda la población. La gestión de los residuos urbanos consiste en su transporte a las plantas de transferencia y su posterior vertido en las celdas del Complejo Ambiental de Tenerife. Un porcentaje de RU se destina a compostaje. Respecto al reciclado, al margen del compostaje, se realizan actuaciones en los envases, gracias al convenio formado con Ecoembes, el papel y cartón y el vidrio. No se aplican en estos momentos medidas de minimización respecto a la generación de residuos por lo que, dado que es la alternativa prioritaria, el modelo de gestión deberá hacer especial mención a estas medidas.

b) **Neumáticos fuera de uso**:

Los NFU están siendo acumulados en el Complejo Ambiental de Tenerife ya que la legislación no permite su vertido. Esta gestión no es correcta ya que no se aprovecha el potencial de reciclaje de estos residuos ni se adoptan medidas para su minimización. Asimismo el diferencial entre los NFU que llegan al Complejo y los generados teóricamente da idea de la existencia de una elevada cantidad de este residuo que se asimila a residuos urbanos o se abandona.

Cara a la definición del modelo de gestión, deberán establecerse las condiciones adecuadas para la intervención de los sistemas integrados de gestión (SIGs); desde la administración, una de las intervenciones, clave será la disposición de los canales adecuados de recogida de dichos residuos, que permitan la gestión del 100% de los NFU y la implementación de medidas de colaboración con los SIG que permitan la gestión de los neumáticos almacenados en el Complejo Ambiental.

c) **Vehículos fuera de uso:**

De los 13.000 VFU generados al año en la Isla únicamente 6.000 tienen una correcta gestión en un CAT autorizado. No obstante existe en la Isla una red de desguaces que realizan la gestión del resto de VFU. La inadecuación urbanística de la localización de muchas de estas infraestructuras supone una cuestión a resolver cara a la gestión futura, estableciendo medidas que posibiliten la aparición de nuevos CAT autorizados.

d) **Residuos de construcción y demolición:**

Estos residuos deben ser depositados en vertederos de inertes; sin embargo éstos tienen limitaciones en cuanto a las características de los materiales de vertido, por lo que previamente los RCD deberán ser objeto de tratamientos de separación de las diferentes fracciones.

Actualmente los RCD tienen una incorrecta gestión basada bien en su vertido en el Complejo Ambiental de Tenerife, en su asimilación a RU o en el abandono de material en zonas próximas a las obras. Hay que señalar no obstante que se ha iniciado una tendencia a la gestión de estos residuos en plantas móviles de reciclaje, que tratan paralelamente desmontes, si bien la inadecuación urbanística de la localización de muchas de estas infraestructuras supone una cuestión a resolver cara a la satisfactoria gestión futura de los RCD, evitando el déficit de infraestructuras territorialmente y funcionalmente óptimas.

e) **Lodos de EDAR:**

Tal como se ha comentado en el punto anterior existe un diferencial entre los lodos generados y los gestionados en el Complejo Ambiental de

Tenerife lo cual da idea de que una parte de los lodos tienen una gestión incorrecta. Por otro lado el vertido de lodos debe realizarse con unas condiciones de sequedad elevadas, circunstancia que actualmente no se cumple. Respecto a la jerarquía de gestión, las medidas de minimización, centradas en tratamiento de deshidratación en las EDAR, no están implantadas en toda la Isla.

Cara al establecimiento del modelo de gestión es vital la implantación de todas las EDAR previstas por el Consejo Insular de Aguas, para cumplir con los objetivos de la Directiva 91/271/CEE y dar servicio a la mayor parte de la población, a las aglomeraciones que se sitúen entre los 10.000 y 15.000 habitantes equivalentes en los términos de la directiva. Además es deseable aprovechar el potencial fertilizante de dichos lodos dado que en la actualidad sólo se utiliza en zonas aisladas de Valle Guerra.

f) **Residuos voluminosos y de aparatos eléctricos y electromagnéticos (RAEE):**

La gestión de estos residuos se basa en el vertido en el Complejo Ambiental de Tenerife, con un porcentaje muy escaso de reutilización. La falta de tratamiento previo al vertido origina la presencia de residuos peligrosos en las celdas de vertido.

Cara a la gestión futura de estos residuos, será necesario impulsar la recogida selectiva de estos residuos, cuya generación presenta un incremento significativo en los próximos años, así como la intervención de los SIG.

g) **Subproductos de origen animal no destinados al consumo humano (SANDACH):**

La gestión de estos residuos se basa en su vertido en el Complejo Ambiental de Tenerife en virtud del **Decreto 11/2001**, de 22 de enero del Gobierno de Canarias. No obstante este mismo Decreto establece la necesidad de contar con instalaciones adecuadas de tratamiento, por lo que se adoptó la decisión de implantar sendos hornos en dicho Complejo.

Actualmente no todos los SANDACH se destinan a dichos hornos sino que algunas de las corrientes se someten a una gestión incorrecta,

especialmente los animales muertos en granja, que se entierran in situ, y los animales domésticos, que son asimilados a los residuos urbanos, hecho que habrá que corregir en el futuro.

h) **Residuos sanitarios:**

La escasa segregación de estos residuos en los centros de generación origina que parte de los residuos del Grupo III se asimilen a los residuos urbanos y se entierren de manera incorrecta, sin tratamiento previo. Algunos centros disponen de autoclaves para el tratamiento de los residuos del Grupo III circunstancia que, desgraciadamente, no es general en toda la Isla. Para mejorar esta situación el Gobierno de Canarias instalará en el Complejo Ambiental de Tenerife sendos autoclaves para el correcto tratamiento de estos residuos, que serán suficientes para gestionar el volumen de generación previsto.

Los residuos del Grupo IV, denominados residuos sanitarios especiales (químicos, citotóxicos, medicamentos, restos anatómicos, etc.) deberán ser recogidos selectivamente y entregados a gestores autorizados de residuos peligros.

Los residuos del Grupo V dado que son los equipos fuera de uso, deberán ser gestionados por los gestores autorizados de RAEE.

i) **Residuos ganaderos:**

Entre la extensa variedad de residuos ganaderos que se generan –la mayor parte asimilables a otras corrientes de gestión- requieren un tratamiento diferenciado, por su volumen y por su alto contenido en nitrógeno que vuelve contraproducente su vertido directo al terreno a modo de fertilizante, los estiércoles procedentes del ganado porcino y avícola, los purines y la gallinaza.

La gestión actual de los purines es inadecuada en tanto que se centra bien en su reutilización como fertilizante o en su vertido ilegal en la red de saneamiento o en los cauces públicos. No se aplican medidas de minimización en origen.

j) **Residuos agrícolas:**

Los restos vegetales tienen una gestión tradicional, y aquellos que no son empleados en el medio agrario son quemados en finca, desaprovechando de esta manera sus posibilidades de uso como fertilizante.

Los envases de productos fitosanitarios son entregados a SIGFITO aunque un porcentaje no determinado de los mismos se abandonan en finca o se asimilan a los RU siendo estas dos alternativas ilegales debido a la peligrosidad de dichos envases.

Los plásticos de invernadero son asimilados a los RU de manera ilegal ya que no se trata de un residuo urbano, se queman junto con restos vegetales, alternativa también ilegal ya que la quema de plásticos debe hacerse en instalaciones adecuadas, o se abandonan en finca.

k) **Residuos forestales**:

Su gestión se basa en alternativas de uso tradicional (como cama de ganado, fabricación de horquetas y horquetillas, fabricación de carbón vegetal, etc.), cumpliéndose la jerarquía de gestión ya que estas prácticas tradicionales se basan principalmente en el reciclaje.

### *9.3.- EXISTENCIA DE UN AMPLIO CUERPO NORMATIVO QUE LIMITA LAS OPCIONES DE GESTIÓN PARA LOS DIFERENTES FLUJOS DE RESIDUOS.*

La gestión de los diferentes flujos de residuos cuenta con un marco normativo que acota las alternativas de gestión planteables de tal forma que se prevengan posibles efectos adversos sobre el medio ambiente. A continuación se presentan las principales disposiciones normativas aplicables a cada flujo de residuos.

a) **Residuos Urbanos**:

La **Ley 10/1998, de 21 de Abril, de residuos** en línea con los principios y estrategia comunitaria en materia de gestión de residuos, plantea en su exposición de motivos coordinar la política de residuos con las políticas económica, industrial y territorial:

*"...al objeto de incentivar su reducción en origen y dar prioridad a la reutilización, reciclado y valorización de los residuos sobre otras técnicas de gestión."*

Objeto que traslada al articulado, al proponer en su:

*"Artículo 1. Objeto*

*1. Esta Ley tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización...".*

Por otra parte, y respecto a la planificación, la ley propone en su artículo 5:

*"Las Entidades Locales podrán elaborar sus propios planes de gestión de residuos urbanos, de acuerdo con lo que, en su caso, se establezca en la legislación y en los planes de residuos de las respectivas Comunidades Autónomas."*

Se completa todo lo relativo a la distribución competencial entre los distintos niveles administrativos en la Disposición Adicional Sexta:

*"Redistribución de competencias dentro de cada Comunidad Autónoma.*

*Las referencias contenidas en la presente ley a las Comunidades Autónomas se entenderán sin perjuicio de la redistribución de competencias que a nivel interno se realice entre los distintos niveles institucionales de las mismas, de acuerdo con sus respectivos Estatutos de Autonomía."*

La **Ley 11/97, de 24 de Abril, de envases y residuos de envases,** que traspone al ordenamiento jurídico interno las determinaciones de la Directiva 94/62/CEE, relativa a los envases, recoge los principios y estrategia comunitaria al disponer en su artículo 1, que define el objeto y el ámbito de aplicación de la ley, que:

*"1. Esta Ley tiene por objeto prevenir y reducir el impacto sobre el medio ambiente de los envases y la gestión de los residuos de envases a lo largo de todo su ciclo de vida. Para alcanzar los anteriores objetivos se establecen medidas destinadas, como primera prioridad, a la prevención de la producción de residuos de envases, y en segundo lugar, a la reutilización de los envases,*

*al reciclado y demás formas de valorización de residuos de envases, con la finalidad de evitar o reducir su eliminación".*

Con relación a aspectos competenciales, la Disposición Adicional Segunda de esta Ley determina que:

*"En el ámbito de las Comunidades Autónomas del País Vasco, de Canarias y de las Islas Baleares, las competencias que en esta Ley se atribuyen a las Comunidades Autónomas podrán ser ejercidas por los Órganos Forales de sus Territorios Históricos, por los Cabildos y por los Consejos Insulares, respectivamente, de acuerdo con lo establecido en los correspondientes Estatutos de Autonomía y, en su caso, en la legislación de cada Comunidad Autónoma."*

El **Real Decreto 1481/2001, de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero**, que transpone al derecho interno la Directiva 1999/31/CEE relativa al vertido de residuos, pretende que la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, se utilice únicamente cuando no sea posible otra opción ambientalmente más adecuada y siempre en condiciones respetuosas con el medio ambiente y la salud de las personas.

El Real Decreto 1481/2001 permitirá controlar el funcionamiento de los vertederos actuales y futuros para prevenir su impacto ambiental. Asimismo contribuirá a desarrollar los principios de la Ley 10/1998 de Residuos, de reducción, reutilización y reciclaje al implantar unas exigencias técnicas más severas al vertido de residuos lo que hará económicamente viables otras opciones de valorización.

El texto define el propio concepto de vertedero y clasifica estas instalaciones en tres categorías: de residuos peligrosos, de residuos no peligrosos y de residuos inertes.

Asimismo se identifican los tipos de residuos aceptables en las diferentes categorías de vertederos, prohibiéndose expresamente la admisión en ellos de residuos líquidos, residuos que en condiciones de vertido sean explosivos, corrosivos, oxidantes o inflamables, residuos infecciosos y

neumáticos usados, con exclusión de aquellos que puedan ser utilizados como elementos de protección.

Además sólo se podrán depositar en vertedero los residuos que hayan sido objeto de algún tratamiento previo que tenga por finalidad reducir su volumen o peligrosidad, facilitar su manipulación o incrementar su valorización.

La creación, la ampliación y la modificación de vertederos estará sometida a la autorización administrativa previa de la Comunidad Autónoma, según lo previsto en la Ley 10/1998 de Residuos y, en su caso, a lo establecido en la legislación sobre prevención y control integrado de la contaminación (IPPC), amén de observarse las obligaciones exigidas por la normativa de impacto ambiental.

De acuerdo con las exigencias de la Directiva que transpone el presente Real Decreto, el precio que la entidad explotadora cobre por la eliminación de residuos en vertedero ha de sufragar necesariamente todos los costes de proyecto, construcción, explotación, clausura y mantenimiento posterior de la instalación durante un plazo no inferior a treinta años, desde el cierre.

Se pretende así que la eliminación de residuos mediante su depósito en vertedero, sea utilizada únicamente con aquellos residuos para los que actualmente no existe tratamiento o para los residuos resultantes de las citadas alternativas prioritarias de gestión.

El Real Decreto configura asimismo una serie de mecanismos, tanto para la admisión de residuos en los correspondientes vertederos como para el control y vigilancia de éstos durante la fase de explotación, clausura y mantenimiento posterior.

El **Real Decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes** clasifica, en su artículo 5.1.f., el compost producido a partir de residuos biodegradables contenidos en los residuos urbanos, como “Grupo 6. Enmiendas Orgánicas”.

De acuerdo con el artículo 18.1. de este Real Decreto, sólo se podrá producir compost de residuos a partir de los residuos orgánicos biodegradables

contenidos en los epígrafes de la Lista Europea de Residuos recogidos en el anexo IV de este Real Decreto.

La composición y el contenido máximo de contaminantes del compost producido a partir de residuos municipales, queda recogido en el anexo V del Real Decreto, que se refiere a los "Criterios aplicables a los productos fertilizantes elaborados con residuos y otros componentes orgánicos", de acuerdo con lo establecido en el artículo 18.3. de este Real Decreto.

La **Ley 10/1982 del Estatuto de Autonomía de Canarias** determina en su artículo 32 que corresponde a la Comunidad Autónoma de Canarias el desarrollo legislativo y ejecución de protección de medio ambiente, incluidos los vertidos del ámbito territorial.

Con el fin de desarrollar la Ley 10/98 de Residuos se promulgó la **Ley de Residuos de Canarias 1/1999**. Esta Ley expone los siguientes fundamentos:

- Tiene por objeto proceder a la ordenación de los residuos que se generen o gestionen en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias, teniendo en cuenta la singularidad del territorio debido a la insularidad y al peso del sector servicios dentro de la economía canaria.
- Los principales objetivos en la gestión de los residuos son su minimización y valorización, evitando problemas medioambientales y afecciones a los recursos naturales y al paisaje. También se incluye en este punto la recogida selectiva de residuos, la prohibición de su vertido incontrolado y la seguridad en el transporte y traslado de los mismos.
- Se considera la figura de los Planes Integrales como esencial ya que fijarán los objetivos concretos de reducción, reutilización, valorización y eliminación para cada tipo de residuo.
- La gestión de residuos se realizará conforme a los planes de residuos aprobados por las Administraciones públicas.
- La planificación de residuos se efectuará según lo dispuesto en los siguientes instrumentos:

a) Plan Integral de Residuos de Canarias (PIRCAN).

b) Planes Directores Insulares de Residuos.

- El correspondiente cabildo insular aprobará un Plan Director de Residuos que sea acorde por lo promulgado en el Plan Integral de Residuos y en los Planes de Ordenación.

Por otro lado el **Plan Integral de Residuos de Canarias-PIRCAN** aprobado el 30 de julio de 2001, supone la continuación del primer PIRCAN, aprobado el 13 de mayo de 1997. La Ley 1/1999, de 29 de enero, de Residuos de Canarias establece las premisas para la elaboración de dicho Plan y en ella se dice que la gestión de residuos tiene como finalidad evitar los perjuicios para los sistemas ambientales, los recursos naturales y el paisaje, erradicar y paliar molestias para las poblaciones, dar un tratamiento ambiental adecuado a las operaciones de eliminación, recuperar suelos contaminados, eliminar los vertederos no autorizados y controlar e integrar los vertederos colmatados.

El PIRCAN identifica una serie de condicionantes respecto a la gestión de residuos que deben tenerse en cuenta a la hora de redactar el presente Plan Territorial Especial de Ordenación de Residuos de Tenerife:

- Región Ultraperiférica-Doble Insularidad
- Escasez del territorio
- Lejanía

Los principios básicos sobre los que se sustenta el PIRCAN son:

- Jerarquía: se establece la prioridad en la gestión de residuos encabezada por la reducción en origen. A continuación se situarían la reutilización y el reciclado y finalmente la valorización energética y el vertido controlado.
- Territorialización

- Solidaridad
- Responsabilidad de los productores y responsabilidad compartida
- Subsidiaridad
- Prevención y Control Integrado de Contaminación.
- Ciclo económico integral
- Transparencia de la información

b) **Neumáticos fuera de uso**:

En virtud del **RD 1619/2005, de 30 de diciembre** se prohíbe el vertido de NFU, otorgando la responsabilidad de su gestión al sector de productores de neumáticos.

c) **Vehículos fuera de uso**:

Según el **Real Decreto 1383/2002, del 20 de septiembre,** su gestión debe realizarse exclusivamente en un CAT.

d) **Residuos de construcción y demolición**:

La **Ley 10/98**, **de residuos** excluye a las administraciones públicas de la responsabilidad de la gestión de los RCD no generados en pequeñas obras domiciliarias. Por otro lado el **Real Decreto 1481/2001** establece el marco jurídico y técnico que regula las actividades de eliminación de estos residuos mediante su depósito en vertederos.

e) **Lodos de EDAR**:

El **Real Decreto 1481/2001**, de 27 de diciembre, establece las características que deben tener los materiales a verter, limitando su grado de humedad. La **Directiva 91/271/CEE** sobre tratamiento de aguas residuales urbanas prohíbe, a partir de 1999, verter los lodos a las aguas superficiales. Establecen los siguientes objetivos ecológicos:

- Reducción en origen de la contaminación de los lodos.

- Caracterización de los LD generados en España, antes de 2003.
- Valorización de al menos el 80 por 100 de los LD, antes de 2007.
- Valorización en usos agrícolas del 25 por 100 de LD, previamente compostados, antes de 2007.
- Valorización en usos agrícolas del 40 por 100 de los Ld tratados anaeróbicamente o sometidos a otros tratamientos. antes de 2007.
- Valorización energética del 15 por 100 de los LD, antes de 2007
- Correcta gestión ambiental del 100 por 100 de las cenizas de incineración de LD.
- Reducción a un máximo del 20 por 100 los LD depositados en vertedero, antes de 2007.

f) **Residuos voluminosos y RAEE**:

Su gestión está limitada por un lado por el **Real Decreto 1481/200**1, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y por otro, en el caso de los RAEE, por el RD 208/2005 sobre gestión de RAEE el cual otorga al productor la responsabilidad de la recogida y correcta gestión de estos residuos.

g) **Subproductos de origen animal no destinados al consumo humano (SANDACH)**:

El **Real Decreto 1429/2003** por el que se regulan las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria en materia de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano establece la gestión para cada una de las categorías de SANDACH existentes:

- Categoría 1: se eliminará directamente como residuos mediante incineración.
- Categoría 2: Se eliminarán directamente mediante incineración. Podrán transformarse en una planta de transformación autorizada.

- Categoría 3: La destrucción de los materiales específicos de riesgo (MER) deberá realizarse mediante inhumación después de someterlos a un tratamiento que cumpla las siguientes condiciones:
  - Dimensión máxima de las partículas: 50 milímetros.
  - Temperatura: > 133 ºC.
  - Presión absoluta producida por vapor saturado mayor o igual a 3 bar.

Cuando fuera posible la utilización de instalaciones de incineración se podrán destruir mediante los siguientes medios:

- Incineración o co-incineración tras un procesamiento previo, reflejados en el Anexo II del RD 2224/1993.
- Mediante incineración sin tratamiento previo.

h) **Residuos sanitarios**:

El **Decreto 104/2002**, de 26 de julio, de Ordenación de la Gestión de Residuos Sanitarios, establece la gestión para cada uno de los grupos de residuos sanitarios:

- Grupo I, II; asimilación a RU.
- Grupo III: deberán ser incinerados, esterilizados o desinfectados.
- Grupo IV: deberán ser neutralizados químicamente o incinerados.

Por otro lado la Ley 4/2001, de 6 de julio, de mediadas tributarias, financieras, de organización y relativas al personal de la administración pública de la Comunidad Autónoma de Canarias establece una disposición, que deroga el artículo 26 apartado 4 de la Ley 1/99 de Residuos de Canarias (modificado por el artículo 8 de la Ley 2/2000), que faculta a los complejos ambientales a la gestión de los residuos del Grupo III.

i) **Residuos ganaderos**:

El Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de

fuentes agrarias limita la cantidad de nitrógeno a aplicar en zonas sensibles, lo cual limita la gestión de los purines y gallinaza como fertilizante.

j) **Residuos agrícolas**:

Para establecer el Modelo de gestión de los envases fitosanitarios deberá tenerse en cuenta el Real Decreto 1416/2001,de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios, por el que se instaura la necesidad de los **SIG** para garantizar su gestión.

k) **Residuos peligrosos**:

El Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, establece la obligatoriedad de realizar su vertido en depósitos de seguridad adecuados o de incinerarlos. En caso de optar por la incineración se deberá tener en cuenta el Real Decreto1217/1997, de 18 de julio, sobre incineración de residuos peligrosos.

### *9.4.- IMPLANTACIÓN PROGRESIVA DE SISTEMAS INTEGRALES DE GESTIÓN (SIG) PARA LA GESTIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS.*

A partir del año 1997, a raíz de la trasposición de la Directiva 94/62/CE, relativa a los envases y sus residuos, la Ley 11/1997, *de envases y residuos de envases*, introduce la figura de los sistemas integrados de gestión (SIG), como asociación de agentes económicos responsables de la puesta en el mercado de productos que dan lugar a residuos y que deben garantizar el cumplimiento de los objetivos de reciclado y valorización que para cada residuo dispone la normativa de aplicación, en los porcentajes y plazos establecidos en dicha normativa.

Con posterioridad, la Ley 10/1998, de Residuos, en sus Art. 7 y 8, posibilita la constitución de estos SIG para la gestión de otros residuos.

A medida que van aprobándose los diferentes Reglamentos para la recogida selectiva de diferentes tipos de residuos, se contienen en cada uno de ellos, disposiciones específicas relativas al funcionamiento de los Sistemas integrados de gestión. Así cabe citar:

- Real Decreto 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos Fitosanitarios
- Real Decreto 208/2005, sobre aparatos eléctricos y electrónicos
- Real Decreto 1619/2005, sobre neumáticos fuera de uso

Estos agentes organizan la recogida y gestión de los residuos, financiando el sistema mediante una tasa aplicada a cada uno de los productos vendidos. Son varios los residuos que están afectados por algún tipo de SIG.

En concreto, por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, se han emitido las siguientes autorizaciones:

**a) Sistemas integrados de gestión de envases y residuos de envases.-**

- ECOEMBALAJES España S.A. (ECOEMBES), fue autorizado para operar en la Comunidad Autónoma de Canarias mediante Resolución de fecha 14 de mayo de 1998, por un plazo de 5 años, habiéndose procedido a renovar la autorización, igualmente por 5 años, mediante Resolución de la Viceconsejería de Medio Ambiente de 22 de agosto de 2003.
- ECOVIDRIO.- Igualmente fue autorizada por Resolución de 14 de mayo de 1998 y también por un plazo de 5 años, habiéndose procedido a su renovación por Resolución de la Viceconsejería de Medio Ambiente de fechas 22 de agosto de 2003 modificada por Orden del Exmo. Sr. Consejero de Medio Ambiente y Ordenación Territorial de 1 de julio de 2006.
- SIGFITO AGROENVASES S.L. Teniendo por objeto los envases usados y residuos de envases de productos fitosanitarios, fue autorizado por Resolución de la Viceconsejería de Medio Ambiente de fecha 11 de octubre 2004 y por un plazo de 5 años.
- SIGRE, es el sistema que se ocupa de la recogida selectiva de envases de medicamentos, y fue autorizado para operar den la Comunidad Autónoma de Canarias mediante Resolución de la Viceconsejería de Medio Ambiente de fecha 12 de marzo de 2003.

**b) Sistemas integrados de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).**

Se encuentran habilitados para operar en la Comunidad Autónoma de Canarias, los siguientes sistemas:

- E.R.P. S.A.S, Sucursal de España, teniendo su ámbito de actuación en el sector de los grandes y pequeños electrodomésticos, máquinas expendedoras, equipos informáticos, equipos de telecomunicaciones, electrónica de consumo, herramientas y aparatos de alumbrado, fue autorizado por Resolución de fecha 21 de noviembre de 2005 y por un plazo de cinco años.
- FUNDACIÓN ECOLEC, cuyo ámbito son los grandes y pequeños electrodomésticos, las herramientas eléctricas y máquinas expendedoras, fue asimismo autorizado por Resolución de fecha 21/11/2005 y por plazo de cinco años.
- ECOFIMATICA, autorizado por Resolución de 1 de diciembre de 2005, por un plazo de 5 años, como Sistema Integrado de Gestión que se ocupa de residuos de equipos de reprografía, ofimática y sus consumibles.
- FUNDACIÓN TRAGAMOVIL, autorizado por Resolución de 1 de diciembre de 2005, por plazo de 5 años, para un ámbito de gestión de residuos de equipos de telefonía móvil y sus consumibles.
- FUNDACIÓN ECOASIMELEC, autorizado el 1 de diciembre de 2005, por plazo de 5 años, para equipos de telefonía y comunicaciones, reprografía, impresión y ofimática en general.
- FUNDACIÓN ECOTEC, autorizado, asimismo, el día 1 de diciembre de 2005, por plazo de 5 años, su ámbito de gestión es la electrónica de consumo y equipos de climatización.
- ASOCIACIÓN AMBILAMP, con el objeto de la gestión de lámparas, fue autorizado el 1 de diciembre de 2005, por plazo de 5 años.

- FUNDACIÓN ECORAEE'S, autorizado por Resolución de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, de 24 de noviembre de 2006, para la gestión de pequeños electrodomésticos, equipos de informática y telecomunicaciones, aparatos electrónicos de consumo, aparatos de alumbrado, aparatos médicos y máquinas expendedoras, también por plazo de cinco años.

**l) Sistemas integrados de gestión de neumáticos fuera de uso.**

En la actualidad se encuentran tramitando la solicitud de autorización, al amparo del Real Decreto 1619/2005, sobre neumáticos fuera de uso, dos sistemas integrados:

- Tratamiento de neumáticos usados S.L. (TNV)

Sistema integrado de gestión de neumáticos usados (SIGNUS)

### *9.5.- ELEVADA INTERRELACIÓN ENTRE LA POBLACIÓN Y LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y GENERACIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS.*

La población tiene una influencia directa en la tasa actual y evolución de la generación de un elevado número de residuos. Los residuos cuya generación depende de un modo más directo de la población son:

- Residuos urbanos
- NFU
- RCD
- Residuos sanitarios
- Residuos voluminosos
- RAEE

A continuación se muestra, para el periodo 2005-2016, la evolución en la prognosis de generación de los flujos de residuos mencionados:

| | Población de hecho | Residuos domiciliarios | NFU | Residuos voluminosos | RAEE | RCD | Residuos sanitarios |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2005** | 920.739 | 515.572 | 5.985 | 40.513 | 3.683 | 836.416 | 5.375 |
| **2006** | 939.397 | 521.355 | 6.106 | 41.747 | 3.758 | 856.002 | 5.385 |
| **2007** | 943.244 | 528.760 | 6.246 | 43.133 | 4.805 | 876.550 | 5.387 |
| **2008** | 983.621 | 536.597 | 6.394 | 44.591 | 4.918 | 898.124 | 6.098 |
| **2009** | 1.007.361 | 544.893 | 6.548 | 46.124 | 5.037 | 920.793 | 6.110 |
| **2010** | 1.032.286 | 553.676 | 6.710 | 47.737 | 6.194 | 944.633 | 6.123 |
| **2011** | 1.058.474 | 562.978 | 6.880 | 49.438 | 6.351 | 969.724 | 6.137 |
| **2012** | 1.086.014 | 572.832 | 7.059 | 51.232 | 6.516 | 996.151 | 6.152 |
| **2013** | 1.114.998 | 583.274 | 7.247 | 53.125 | 7.805 | 1.024.010 | 6.167 |
| **2014** | 1.145.526 | 594.341 | 7.446 | 55.125 | 8.019 | 1.053.398 | 6.183 |
| **2015** | 1.177.707 | 606.074 | 7.655 | 57.241 | 9.422 | 1.084.425 | 6.200 |
| **2016** | 1.211.656 | 618.515 | 7.876 | 59.479 | 9.693 | 1.117.205 | 6.218 |
| % 2005-2016 | **31,60** | **19,97** | **31,60** | **46,82** | **163,19** | **33,57** | **15,68** |

*Tabla 9.3 Prognosis de generación de los flujos de residuos asociados a la población.*

Se observa como la generación de residuos domiciliarios tiene un incremento de la generación en el intervalo 2005-2016 del 19,97%, muy inferior al crecimiento poblacional, 31,60%, debido principalmente a las políticas de minimización de la generación que hacen que la generación *per capita* disminuya a lo largo del tiempo.

El incremento de generación de los neumáticos fuera de uso es el mismo que el poblacional, 31,60%, ya que se ha fijado un ratio de generación por habitante y año igual en todo el periodo considerado.

Los residuos voluminosos experimentan tasas de crecimiento, 46,82%, superiores a las de incremento de la población debido principalmente a que los objetivos de recogida per cápita se incrementan año a año dado que es posible y viable optimizar los sistemas de recogida.

El incremento en la recogida de RAEE muestra un incremento, 163,19%, muy superior a la población debido a que, al igual que en los residuos voluminosos, se esperan unos ratios per cápita de recogida crecientes, tanto por la eficacia de los mecanismos de recogida, que va en aumento, como por el incremento en la tasa de uso de AEE.

Respecto a los RCD, dado que su estimación se realiza respecto a la población de derecho el incremento en la generación, 33,57% es ligeramente diferente al incremento de la población de hecho.

Respecto a los residuos sanitarios el incremento en el intervalo 2005-2016 no se justifica totalmente por el incremento de la población debido a que la evolución de las infraestructuras sanitarias también juega un papel importante en la prognosis de la generación de este flujo de residuos.

Integrando a nivel territorial la generación de residuos asociada a la población, se distinguen tres polos principales: la zona metropolitana, con un 37% del total de residuos generados en el año 2016, la zona de Abona-Sur oeste, que alcanza en 33% del total y la zona del Valle de la Orotava, con un 12% del total. La configuración de estos tres polos determinará decisivamente el modelo de gestión a implantar para la generación de cada uno de los flujos de residuos, especialmente respecto a la ubicación de las diferentes infraestructuras de gestión que, de acuerdo a los principios del PTEOR, deberán ubicarse lo más cerca posible de las zonas de generación. Por lo tanto los Modelos de Gestión descentralizarán lo máximo posible dicha gestión.

En la tabla anexa se observa la elevada correlación entre la prognosis poblacional por zonas y la generación de residuos asociados a la población en cada una de ellas.

| | **% de población año 2016** | **% de generación de residuos** |
|---|---|---|
| Abona | 22% | 21% |
| Acentejo | 6% | 7% |
| Daute | 5% | 5% |
| Metropolitana | 36% | 37% |
| Sureste | 2% | 3% |
| Suroeste | 13% | 12% |
| Valle de Güímar | 4% | 4% |
| Valle de la Orotava | 13% | 12% |

*Tabla 9.4 Generación de residuos asociados a la población por comarcas.*

### *9.6.- ELEVADA INTERRELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA Y LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y GENERACIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS.*

La producción de bienes y servicios genera residuos que poseen características diferenciales con respecto a los directamente producidos por la población y cuya correcta gestión exige de infraestructuras, medios organizativos y materiales específicos. Lógicamente la tasa de generación y la distribución espacial tendrá una estrecha relación con las zonas de ubicación de las diferentes actividades económicas y con su dimensión y actividad específicas.

Se distinguen dos tipos de sectores productivos:

- ***SECTOR PRIMARIO: CONSTITUIDO POR LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA. LOS*** principales residuos generados serán los restos vegetales, plásticos de invernadero, purines y gallinaza.
- **Sector 2º:** constituido por la industria.
- **Sector 3º:** constituido por la sanidad, restos de animales y actividad comercial e institucional.

La generación de residuos asociados al **sector primario** tiene una correlación plena con las actividades agrícola y ganadera, de tal forma que el plano correspondiente muestra como dicha generación se concentra en la zona Norte, Metropolitana y sur-este de la Isla. Al igual que en los residuos asociados a la población el PTEOR procederá a ubicar infraestructuras de gestión lo más cerca posible de estas zonas. Además en caso de ser necesario se utilizará para la gestión de este tipo de infraestructuras las actuaciones realizadas en el marco de la gestión de residuos asociados a la población.

Los residuos asociados al **sector secundario y terciario**, fuertemente relacionados con las actividades comerciales e industriales, presentan su mayor porcentaje de generación, un 44% en la zona metropolitana, seguida de la zona Abona- Sur oeste, con un 25% del total y del Valle de la Orotava, con un 14%. Siguen por tanto el mismo patrón que los residuos asociados a la

población, si bien se incrementan los porcentajes asociados a la zona metropolitana.

**Red de recogida**

Los residuos urbanos cuentan con una amplia red de recogida de residuos a tres niveles:

- Nivel 1: constituido por lo contenedores urbanos de recogida de residuos, tanto en masa como recogidas selectivas.
- Nivel 2: formado por la red de puntos limpios en los que los ciudadanos pueden depositar los residuos especiales generados en el ámbito urbano.
- Nivel 3: formado por la red de Plantas de Transferencia. Estas infraestructuras se emplean como zonas de acumulación de los residuos procedentes de la recogida urbana, que se compactan para su posterior transporte hasta el Complejo Ambiental de Tenerife.

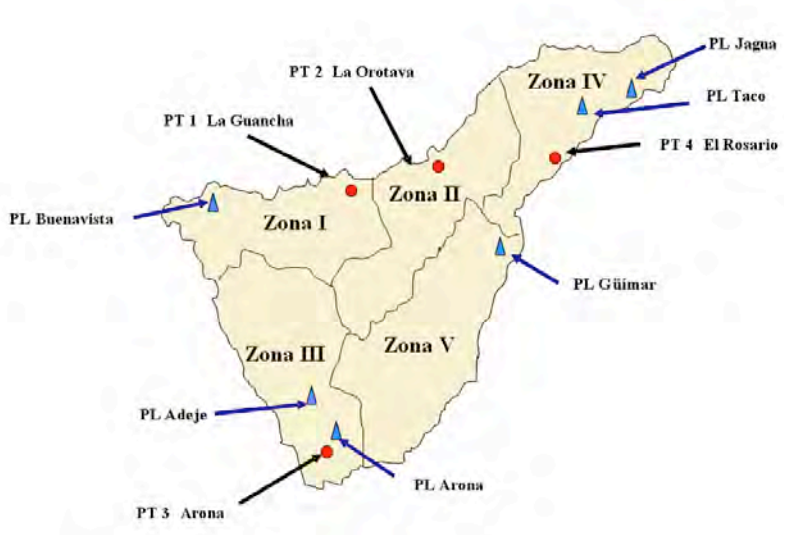



*Figura 9.1 Infraestructuras de recogida de residuos urbanos de la isla de Tenerife (2004).*

## Red de gestión

La gestión de los residuos tiene diferentes cauces según el origen de los residuos y su modo de recogida. En principio se presenta una diferenciación básica entre los recogidos en masa y los procedentes de recogidas selectivas.

Los residuos urbanos recogidos en masa son conducidos al Complejo Ambiental de Tenerife, donde, en su mayor parte, se depositan en las celdas del vertido.

Otra parte se destina al compostaje obteniéndose un compost destinado a la fertilización de parques y jardines.

En cuanto a los residuos que se recogen selectivamente presentan cada uno una línea de gestión diferenciada. Los envases se llevan a una planta de clasificación donde se separan y posteriormente se entregan a gestores. Los restos de vidrio se trituran y se envían a Gran Canaria. El papel se envía a gestor de La Península.

Figura 9.2 Estructura del Complejo Ambiental de Tenerife.

### *9.7.- EXISTENCIA DE UNA RED INCIPIENTE PARA LA GESTIÓN DE ALGUNAS CORRIENTES DE RESIDUOS.*

La iniciativa privada esta poco a poco introduciéndose en la gestión final de algunos flujos de residuos como por ejemplo:

- Purines y gallinaza: parte de este residuo se emplea en procesos de compostaje de restos agrícolas.
- Restos agrícolas: se introducen en compostaje. Algunos gestores poseen una red importante de recogida de residuos agrarios y de subproductos de plantas de empaquetado.
- Vehículos Fuera de Uso: en la Isla existe ya un CAT autorizado y varios desguaces están intentando legalizar su actividad o implantar nuevos CAT.
- Envases fitosanitarios: SIGFITO ya ha comenzado la recogida y posterior gestión de los envases de productos fitosanitarios.

### *9.8.- GRAVES CARENCIAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE GESTIÓN DE ALGUNOS RESIDUOS.*

Algunas corrientes de residuos presentan una total ausencia de infraestructuras de gestión adecuadas, por lo que los Modelos de Gestión deberán subsanar estas deficiencias.

- SANDACH: no existe una instalación final de tratamiento adecuado para estos residuos. No obstante, el Gobierno de Canarias adoptó la decisión de implantar sendos hornos en el Complejo Ambiental de Tenerife. En estos hornos se gestionarán la totalidad de los SANDACH generados.
- NFU: no existen gestores finales para la gestión de este residuo, siendo necesario que el SIG correspondiente se implante en la Isla. El ordenamiento de la gestión de este residuo posibilitará la implantación de empresas gestoras que creen empleo en la Isla y obtengan materiales reciclados.

- Residuos sanitarios: no existe una instalación final de tratamiento adecuado para estos residuos. No obstante, al igual que en el caso de los RMDSAM, el Gobierno canario adoptó la decisión de implantar sendos autoclaves en el Complejo Ambiental de Tenerife para la gestión de los residuos del Grupo III. Con la implantación de estas infraestructuras se dará correcta gestión a unos residuos que, por su carácter infeccioso, suponen un grave problema de salud pública.
- RAEE: estos residuos actualmente apenas son objeto de reciclado pese a las potencialidades de reutilización que tienen sus componentes y los materiales que los integran. Es urgente implantar los SIG correspondientes para proceder a una correcta recogida y gestión final.
- Residuos voluminosos: a pesar de que existe en la Isla un tejido de ONG y entidades sociales que reciclan una parte de estos residuos, se carece de un sistema eficaz de clasificación e intercambio de estos residuos. El Cabildo está implantando en las Plantas de Transferencia de mayor tamaño zonas que cumplan con este cometido. En estas infraestructuras se recepcionarán los residuos voluminosos, procediendo al acondicionamiento de aquellos reutilizables. Los no reutilizables se triturarán y se llevarán al Complejo Ambiental de Tenerife.
- Purines: a pesar de que un porcentaje de los mismos es objeto de gestión tradicional existe una cantidad indeterminada que tiene una incorrecta gestión, con los problemas ambientales que ello genera. El Modelo de Gestión deberá aprovechar las cualidades fertilizantes de este residuo.

## *9.9.- COMPETENCIAS Y JERARQUÍAS EN EL ORDENAMIENTO JURÍDICO ESPAÑOL Y CANARIO.*

La Constitución Española otorga a cada una de las organizaciones territoriales (Estado, CCAA, islas, municipios) que constituyen el aparato administrativo del Estado español, capacidad para dictar normas que integran el sistema jurídico de gobierno del territorio; a cada una de ellas reconoce en

algún momento títulos competenciales que proporcionan cobertura, con mayor o menor intensidad y alcance, según los casos, para el ejercicio de esta potestad. Como consecuencia, el sistema de gobierno del territorio está integrado por una multitud de organismos que ostentan competencias sobre diferentes ámbitos territoriales y sectores de actividad, pero que en todo caso poseen el mismo rango.

No existen en el sistema constitucional español relaciones de subordinación o dependencia vertical entre las distintas Administraciones Públicas; cada una de ellas tiene encomendado un ámbito propio de actuación, radicando la relevancia de su posición relativa en dicho sistema en la escala y jerarquía de los intereses públicos que le corresponde tutelar (teoría del "interés predominante"). De ahí que el propio sistema constitucional tienda a propiciar la relación voluntaria, el libre acuerdo y la acción concertada, pero sin dejar de asegurar la necesaria prevalencia en caso de conflicto en favor de los intereses generales, que sí que ocupan una posición de jerarquía en la escala de valores protegidos por el ordenamiento constitucional. Por poner un ejemplo, no existen relaciones de dependencia jerárquica entre CCAA y Ayuntamientos, pero sí existe una prevalencia jerárquica en los respectivos intereses públicos que a cada uno corresponde tutelar.

La actuación sobre el territorio requiere además de reparto competencial, de concreción de las actuaciones concretas sobre el marco territorial o enclave afectados; por ello, las leyes con incidencia territorial suelen adoptar un esquema que les permite remitir al planeamiento la adopción de decisiones concretas de intervención, una vez fijado desde la propia ley el marco básico en que ha de desarrollarse el papel de la administración en dicho campo.

Con el Planeamiento, que es el instrumento con que la legislación territorial y urbanística concreta sus determinaciones, se puede, por un lado, prefigurar y anticipar lo que, al cabo del tiempo, será la ciudad o espacio territorial por él considerado y, por otro lado, determinar el contenido concreto del derecho de propiedad de cada porción concreta del territorio.

Naturalmente, esa determinación del contenido concreto del derecho de propiedad de millones y millones de parcelas de terreno no podía realizarlo directamente ninguna Ley general, cuya perspectiva propia es la de las regulaciones abstractas. Por ello la legislación en este campo utiliza una técnica normativa en fases sucesivas, consistente en fijar ella misma las líneas maestras del sistema y en remitir a los planes la concreción en el espacio de las mismas.

Como consecuencia, el gobierno del territorio está remitido a un conjunto de planes de diversa índole, ámbito y objetivos que derivan de títulos competenciales varios, guardan entre sí relaciones de distinto tipo y configuran un sistema complejo y cuya aplicación práctica presenta numerosos problemas, ya que la determinación de la prevalencia de unos u otros en función de la defensa de los intereses generales no siempre está claramente definida y, en gran número de casos, tiene que ser establecida por un pronunciamiento de los tribunales de justicia.

### *9.10.- EL SISTEMA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL Y URBANÍSTICO*

La ordenación urbanística directamente aplicable a cada fragmento del territorio nacional español es resultado de la integración de los elementos procedentes de un sistema normativo piramidal en cuyo vértice superior se sitúa la Ley del Suelo del Estado, desarrollada por los correspondientes Reglamentos, y en cuya base descansan los llamados Planes Municipales de Ordenación Urbana. Entre unos y otros, la legislación de ordenación del territorio y de los Espacios Naturales de cada Comunidad Autónoma y los planes derivados de las mismas ocupan una posición de engarce entre la base y el vértice de esa pirámide normativa.

Los planes de ordenación, en cuanto normas, se integran en el ordenamiento jurídico en razón de su funcionalidad y ámbito territorial respectivo. Pueden distinguirse dos clases, los de **ámbito supralocal y carácter directivo** (sus disposiciones constituyen directrices para la elaboración de planes de ámbito más reducido) representados por el Plan Nacional de Ordenación y Planes Directores Territoriales de Coordinación, y,

en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias, por las Directrices de Ordenación, el Plan Insular de Ordenación y los Planes Territoriales de Ordenación, que constituyen el sistema territorial de ordenación y, por otra parte, los que forman el sistema de planeamiento urbanístico, **de ámbito municipal y carácter operativo** (sus disposiciones son directamente aplicables), que está integrado por el Plan General de Ordenación y los Planes Parciales, Planes Especiales, Estudios de Detalle y Ordenanzas Municipales (como instrumentos de desarrollo general).

Así pues, la legislación urbanística establece un sistema piramidal, jerárquico y coherente de planeamiento, constituido por planes que abarcan ámbitos territoriales diferentes. En este sistema, tienen un mayor poder de concreción aquellos planes que ordenan un ámbito más reducido, y un mayor poder vinculante sobre los demás planes aquellos otros que ordenan amplios espacios territoriales y que han de ser a su vez desarrollados por otros planes que establezcan la ordenación pormenorizada de ámbitos más concretos.

### *9.11.- EL ESTABLECIMIENTO DEL MODELO DE ORDENACIÓN*

El establecimiento del modelo tiene al menos cuatro campos de intervención claramente diferenciados y en los que los mecanismos de actuación han de ser diferentes por la propia naturaleza de la materia en cada caso:

- Las infraestructuras supramunicipales e insulares
- Las infraestructuras de carácter local y/o privado
- Las condiciones de implantación y de desarrollo de la actividad
- Las medidas de gestión

Las infraestructuras supramunicipales e insulares

El déficit de infraestructuras para llevar a cabo una gestión adecuada de los residuos generados en la isla, así como el incremento en la generación de los mismos prevista hasta el horizonte del Plan, unida a la necesidad de reconvertir o reubicar algunas de las infraestructuras existentes, por su cada

vez mayor especialización o por su inadecuación urbanística, hace que la adecuada disposición de las mismas sea uno de los factores clave a la hora de garantizar la consecución de los objetivos de los modelos de gestión.

El interés público requiere en este caso fijar el máximo de ubicaciones posible y hacerlo de un modo definitivo, por lo que se establecerá la localización directa de las infraestructuras o la delimitación de ámbitos de suelo con una calificación expresa de uso, derivada de sus características territoriales y de las demandas previstas en los distintos modelos, que ponga de manifiesto su vocación para la implantación de infraestructuras. En algunas ocasiones, dada la imposible previsión de las iniciativas privadas que pudiesen surgir, o de las dificultades de establecer una clara prognosis de la evolución de determinadas corrientes de generación de residuos cabe establecer las condiciones de localización de determinadas infraestructuras.

Las infraestructuras de carácter local

Completar la red de infraestructuras destinadas a la gestión de residuos requiere descender a un nivel local en muchos aspectos, y a introducir infraestructuras generalmente de carácter privado, cuya ubicación desde el plan es más compleja.

En estos casos puede optarse por establecer condiciones para su implantación a través de planes que desarrollen el PTEOR, como serán los propios planes urbanísticos o a través de Calificaciones Territoriales.

Al objeto de facilitar la implantación de infraestructuras de gestión de residuos se entiende que cabe introducir en el plan un conjunto de medidas de carácter territorial con rango de directrices o de normas de aplicación directa, destinadas a vincular la dedicación por parte de los ayuntamientos de suelo a estos fines y a determinar las condiciones de implantación de las diferentes infraestructuras, impidiendo su prohibición expresa.

Las condiciones de implantación y de desarrollo de la actividad

Este es un campo propio del Plan Territorial Especial y de su absoluta competencia, ya que incide en un campo sectorial en el que su única limitación

se encuentra en el marco normativo general que debe complementar y en el de las competencias administrativas, que debe respetar. Por tanto cabe ordenarlo a través de disposiciones normativas de directa aplicación. Dichas normativas incidirían en campos como la recogida, clasificación, transporte y tratamiento de los residuos, requisitos de los gestores y de las instalaciones, etc. No obstante, de la profusión de normativa específica en este campo resulta un ámbito muy acotado de intervención, donde hay que delimitar cuáles son las necesidades reales de introducir nuevas normas.

Las medidas de gestión

En este campo el plan sólo podría marcar y definir aquellas que afecten a la actuación de la administración pública en este campo, como adquisición de terrenos, realización de campañas de concienciación y formación, ejecución de infraestructuras, adquisición e instalación de equipos, creación de estructuras administrativas, etc. Dado que se trata de acciones a emprender, deberían concretarse en medidas con carácter de directrices, ya que han de ser obligatoriamente ejecutadas por la administración, que las habrá de incorporar a sus programas de actuación y/o de inversión. No tendría sentido que fueran de aplicación directa dado que requieren de una actuación pública previa, salvo en el caso de que el Cabildo asuma como propio con carácter inmediato la programación de actuaciones e inversiones del plan en lo que respecta a esta institución en concreto.

# 10.- MODELOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS

## *10.1.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS (RU)*

### *10.1.1 Introducción.*

El presente documento establece el modelo de gestión integrada de los residuos urbanos para la isla de Tenerife, enumerando el programa de actuaciones que se orienta hacia la prevención y minimización de la generación de residuos, impulsando la máxima recogida selectiva, su tratamiento y la eliminación segura de los residuos no aprovechados, garantizando el cumplimiento de sus objetivos. La gestión integrada supone la adopción de un modelo en el que se realizan actuaciones en todos los escalones de la jerarquía de residuos como establece la legislación comunitaria: prevención, reutilización, reciclado, otros tipos de valorización y eliminación; así como en aspectos clave como los relacionados con la captación y manejo de la información sobre residuos, la organización de la gestión, o la sensibilización y participación ciudadanas y de los grupos de interés empresarial o social en el campo de la gestión de residuos.

Tendrá por objeto lograr que:

- Se establezcan las directrices para la gestión de la recogida de los residuos urbanos por parte de los municipios de la Isla, tanto de la recogida selectiva como de la fracción resto recogida en masa.

- Los residuos urbanos sean gestionados, en lo que respecta al tratamiento y transporte hasta las instalaciones de tratamiento de residuos que se propongan, con los mismos parámetros de calidad y a unos precios semejantes para todo el territorio insular.

- Se tienda a crear una red de instalaciones de gestión de los residuos, lo más descentralizada y próxima posible donde se produzcan los residuos, siempre que sea técnicamente factible, económicamente viable y ambientalmente sostenible.

- Se potencie la construcción de una red de parques industriales que complemente el previsto en el Complejo Ambiental de Tenerife y que permita acoger a múltiples infraestructuras, instalaciones y empresas de reciclaje de residuos que desarrollen un tejido tecnológico, tratando y reciclando el máximo de corrientes de residuos, hasta lograr que no sea necesario el traslado de residuos a la Península para su correcta gestión, salvo en casos excepcionales.

- Se cree una red de empresas de gestión de residuos que tengan la capacidad para tratar y reciclar el máximo de corrientes de residuos posible.

- Se potencien las sinergias empresariales, donde se apoyará a las actuales empresas que se dedican al reciclaje de residuos inertes procedentes de desmontes de obra civil, puedan gestionar los mencionados residuos, a través de una red de instalaciones distribuidas por toda la Isla.

- Se articule la participación ciudadana y de grupos de interés social y empresariales desde el inicio del Plan Territorial hasta la vigencia de éste.

### *10.1.2 Los residuos urbanos.*

En el presente modelo de gestión, se adopta esta clasificación que permite sistematizar los residuos urbanos (RU) en tres grandes corrientes: residuos domiciliarios (RD), residuos industriales, comerciales e institucionales asimilables (RICIA) y residuos de construcción y demolición (RCD) de obras menores y de reparación domiciliaria. No obstante, los RCD considerados como RU son una parte mínima del conjunto de los RCD, procedentes de forma mayoritaria del sector de la construcción y de la obra civil. Dado que la gestión de los RCD se realiza por agentes privados de un modo conjunto e indiferenciado, en la práctica, resulta imposible la cuantificación objetiva de los RCD de obras menores y de reparación domiciliaria.

Para evitar el efecto distorsionador de esta fracción, el modelo de gestión tendrá por objeto sólo dos de las tres corrientes que forman parte de los residuos urbanos: los RD y los RICIA.

Por lo que en este modelo de gestión, cuando se haga referencia a los residuos urbanos, se nombrarán como RU (-), entendiendo que están constituidos por los residuos domiciliarios (RD) y los residuos industriales, comerciales e institucionales asimilables (RICIA); quedando excluidos los residuos de construcción y demolición (RCD) de obras menores y de reparación domiciliaria.

### *10.1.3 Composición de los RU.*

La información sobre la composición de los residuos tiene una gran importancia en la redacción de un modelo de gestión y se ha obtenido del *Estudio de caracterización y composición de los residuos urbanos de Canarias* llevada a cabo en el año 2001 por el Gobierno de Canarias.

La composición de los residuos domiciliarios (RD) de Tenerife viene recogida en la tabla siguiente:

| RD | 100%* | 100%** |
|---|---|---|
| **Materia orgánica** | **30,9** | **30,9** |
| *<25 mm* | *25,9* | *8,0* |
| *25mm-80mm* | *46,7* | *14,4* |
| *>80mm* | *15,9* | *4,9* |
| *Restos vegetales* | *11,5* | *3,6* |
| | | |
| **Papel-Cartón** | **31,5** | **31,5** |
| *Papel* | *55,9* | *17,6* |
| *Cartón* | *44,1* | *13,9* |
| | | |
| **Envases** | **23,7** | **23,7** |
| *PEBD* | *57,2* | *13,6* |
| *Bricks* | *3,6* | *0,9* |
| *Férricos* | *7,5* | *1,8* |
| *No férricos* | *1,9* | *0,5* |
| *PET* | *4,4* | *1,0* |
| *PEAD blanco* | *3,8* | *0,9* |
| *PEAD color* | *1,2* | *0,3* |
| *PVC* | *0,1* | *0,0* |

| RD | 100%* | 100%** |
|---|---|---|
| *Otros plásticos* | *2* | *0,5* |
| *Vidrio* | *12,1* | *2,9* |
| *Maderas* | *6,2* | *1,5* |
| | | |
| **No envases** | **13,9** | **13,9** |
| *Plásticos* | *4,8* | *0,7* |
| *Férricos* | *6,8* | *0,9* |
| *No férricos* | *1,6* | *0,2* |
| *Vidrio* | *0,5* | *0,1* |
| *Otros* | *0* | *0,0* |
| *Textiles* | *24,5* | *3,4* |
| *Gomas y cueros* | *1,8* | *0,3* |
| *Maderas* | *4,9* | *0,7* |
| *Higiénico-Sanitarios* | *17,6* | *2,4* |
| *Inertes* | *37,5* | *5,2* |

*Tabla 10.1 Composición de los RD en Tenerife. 2001 (PTEOR)*

El porcentaje de materia orgánica (30,9%) contenida en los residuos es bajo si se le compara con otras zonas del Estado. Lo contrario sucede con el papel-cartón cuyo porcentaje (31,5%) en la composición es de los más elevados. El porcentaje de envases (23,7%), sin embargo, es comparable al de otras zonas. Por último, el resto de fracciones no envases se sitúa en la banda normal-alta para este tipo de corrientes.

Esta composición va a servir para la realización de todos los cálculos posteriores en la definición del presente modelo de gestión.

Los residuos RICIA forman una corriente muy diversa y heterogénea, cuya composición depende mucho del tipo de actividad que se esté considerando. Aunque todos ellos sean asimilables a urbanos y, por lo tanto, estén compuestos de papel-cartón, plásticos de envases y embalajes, madera de embalajes terciarios y algo de metales de envases y vidrio y textiles fundamentalmente, es en la práctica imposible realizar una caracterización sistemática con una metodología homogénea aplicable a la totalidad de

residuos que confluyen en esta corriente desde orígenes muy diversos.

De hecho, no existe información a nivel internacional y nacional sobre composiciones típicas de este tipo de residuos. Por todo ello, la aproximación a la composición de esta corriente de los residuos urbanos, se hace de forma distinta a la de los residuos domiciliarios. Se trata de una aproximación parcial y limitada, que no refleja la composición real de los RICIA, pero que permite tener una idea más aproximada cuando se refiere a los RICIA a lo largo del modelo de gestión.

| RICIA | 100,0 (%) | 78.459 |
|---|---|---|
| **Residuos industriales asimilables recogidos en masa** | **32,7** | **25.617** |
| *Residuos industriales asimilables a urbanos* | | - |
| *Residuos municipales no especificados* | 32,7 | 25.617 |
| | | |
| **Residuos comerciales recogidos en masa** | **13,9** | **10.926** |
| *Residuos de cocinas y restaurantes* | 0,0 | 12 |
| *Residuos de mercados* | 13,9 | 10.914 |
| | | |
| **Residuos institucionales recogidos en masa** | **14,8** | **11.582** |
| *Parques y jardines* | 7,2 | 5.679 |
| *Limpieza viaria* | 2,2 | 1.731 |
| *Limpieza de alcantarrillado* | 0,3 | 216 |
| *Otros residuos no compostables* | 0,2 | 153 |
| *Restos de desarenado* | 2,4 | 1.857 |
| *Lodos tratamiento físico-químico* | 2,5 | 1.945 |
| | | |
| **RICIA recogidos selectivamente** | **38,7** | **30.335** |
| *Papel cartón* | 37,3 | 29.295 |
| *Vidrio* | 1,3 | 1.040 |

*Tabla 10.2 Fracciones y subfracciones de RICIA identificadas. Tenerife. 2004 (T/año) (PTEOR)*

Se deduce que las principales fracciones de RICIA esperadas son las compuestas por papel y cartón, seguidas por maderas y materia orgánica compostable. El resto de fracciones carece de relevancia, excepto lo que

todavía se pueda seguir recogiendo de manera mezclada que podría alcanzar porcentajes tan elevados como el 37%. De todas formas, el objetivo debería ser lograr que todos los RICIA se recogiesen de manera separada, como por ejemplo, mediante estrategias diversas como ordenanzas municipales que obligasen a sus generadores a la separación en origen de estos residuos; o bien, la implantación de tasas de recogida de residuos de cuantía variable en función del cumplimiento o no de las instrucciones de separación en origen de estos residuos.

### *10.1.4 Objetivos de gestión integrada de residuos urbanos*

A) Objetivos de prevención: minimización y reutilización

Se pretenden unos objetivos de prevención de residuos muy ambiciosos consecuencia de las políticas de prevención que se vayan a poner en marcha en el futuro en los diferentes niveles administrativos: a nivel europeo, estatal, insular o local.

Así, los objetivos de prevención para los residuos domiciliarios (RD) se concretan en la adopción del escenario , que supone un decrecimiento medio anual del -1% en la variación *per capita* de los residuos generados, pasándose de una generación de 565 kg/habitante y año en el 2004 a una generación *per capita* esperada de 510 kg/habitante y año en el 2016.

Para conseguir estos objetivos es preciso que las autoridades encargadas de la gestión de los residuos urbanos en la Isla impulsen una serie de iniciativas muy activas en materia de prevención.

En este sentido, frente a un pasado en que se han hecho grandes declaraciones a todos los niveles, el futuro va a suponer un cambio en lo que a compromiso con la prevención de residuos se refiere por parte de todas las

administraciones. Empezando por la Unión Europea y aunque expresamente ha declinado fijar objetivos de prevención a escala continental (*Un paso adelante en el consumo sostenible de recursos: estrategia temática sobre prevención y reciclado de residuos*. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. COM(2005) 666 final. Bruselas, 21-12-2005), sin embargo, se han comprometido a desarrollar directrices e instrumentos que pondrá a disposición de los estados miembros. Además, la UE, en la propuesta de Directiva marco puesta en circulación el 21-12-2005 (Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad), obliga a los Estados miembros a fijar objetivos de prevención de residuos mediante la puesta en marcha de distintas medidas de conformidad con lo establecido en el anexo IV de dicha propuesta de Directiva.

De acuerdo con este anexo, las medidas de prevención de residuos que se deben poner en marcha los estados miembros, se pueden agrupar en tres grandes grupos:

- A.- Medidas que pueden afectar a las condiciones marco de la generación de residuos
    - 1. La aplicación de medidas de planificación u otros instrumentos económicos que afecten a la disponibilidad y el precio de los recursos primarios.
    - 2. La promoción de la investigación y el desarrollo destinados a obtener tecnologías y productos más limpios y con menos residuos, así como la difusión y utilización de los resultados de estos trabajos de investigación y desarrollo.
    - 3. La elaboración de indicadores significativos y efectivos de las presiones medioambientales relacionadas con la generación de residuos con miras a lanzar actuaciones de prevención de residuos a todos los niveles, desde comparaciones de productos a escala

comunitaria a intervenciones por parte de las autoridades locales o medidas de carácter nacional.

- B.- Medidas que pueden afectar a la fase de diseño y producción
  - 4. La promoción del diseño ecológico (la integración sistemática de los aspectos medioambientales en el diseño del producto con el fin de mejorar el comportamiento medioambiental del producto a lo largo de todo su ciclo de vida).
  - 5. La aportación de información sobre las técnicas de prevención de residuos con miras a facilitar la aplicación de las mejores técnicas disponibles por la industria.
  - 6. La organización de la formación de las autoridades competentes en lo que se refiere a la inserción de requisitos de prevención de residuos en los permisos expedidos en virtud de la presente Directiva y la Directiva 96/61/CE.
  - 7. La inclusión de medidas para evitar la producción de residuos en las instalaciones a las que no se aplica la Directiva 96/61/CE. En su caso, estas medidas podrían incluir evaluaciones o planes de prevención de residuos.
  - 8. La realización de campañas de sensibilización o la aportación de apoyo de tipo económico, apoyo a la toma de decisiones u otros tipos de apoyo a las empresas. Estas medidas tienen más posibilidades de ser especialmente efectivas cuando están destinadas y adaptadas a pequeñas y medianas empresas, y se aplican a través de redes de empresas ya establecidas.
  - 9. El recurso a acuerdos voluntarios, grupos de consumidores/productores o negociaciones sectoriales, con objeto de que los sectores comerciales o industriales correspondientes establezcan sus propios planes u objetivos de prevención de

residuos, o de que corrijan los productos o embalajes que generen residuos.

- 10. La promoción de sistemas de gestión medioambiental con acreditación, incluida la norma ISO 14001.

- C.- Medidas que pueden afectar a la fase de consumo y uso

  - 11. Instrumentos económicos, como incentivos a las compras “limpias” o la implantación de un pago obligatorio a cargo de los consumidores por un artículo o elemento determinado de envasado que normalmente se hubiera suministrado gratis.

  - 12. Campañas de sensibilización e información dirigidas al público en general o a un grupo concreto de consumidores.

  - 13. La promoción de etiquetas ecológicas con acreditación.

  - 14. Acuerdos con la industria, que lleven, por ejemplo, a la creación de grupos sobre productos, como los constituidos en el marco de las políticas integradas de productos, o acuerdos con los minoristas sobre la disponibilidad de información acerca de la prevención de residuos y de productos con menor impacto medioambiental.

  - 15. En relación con las compras del sector público y las empresas, la integración de criterios medioambientales y de prevención de residuos en los concursos y contratos, de acuerdo con el manual sobre la contratación pública con criterios medioambientales publicado por la Comisión el 29 de octubre de 2004.

  - 16. La promoción de la reutilización o la reparación de determinados productos desechados, especialmente mediante la creación de redes de reparación/reutilización o el apoyo a éstas.

A partir de los planes de prevención estatales, el resto de administraciones de los estados miembros –regionales, insulares y locales- deberán poner en marcha sus propios programas de prevención en el nivel correspondiente.

### *10.1.5 Descripción del modelo de gestión.*

El modelo de gestión consta de los siguientes procesos:

- Recogida selectiva de materiales y reciclaje de los mismos.
- Autocompostaje y recogida selectiva de materia orgánica compostable para elaboración de composta de calidad agrícola.
- Tratamiento mecánico biológico (TMB) de la fracción recogida en masa y obtención de bioestabilizado o compost gris que será utilizado en bordes de carretera y jardinería.
- Reciclaje de los materiales separados de la planta de TMB (primera etapa).
- Valorización energética de los rechazos combustibles de la planta de TMB.
- Reciclaje de las escorias generadas en la planta de valorización energética.
- Vertido de los rechazos inertes de la planta de TMB.

En el modelo de gestión suponemos un nivel de incertidumbre en los datos de generación de residuos urbanos que ciframos en un 20% y que aplicamos a los residuos que van a valorización energética.

En efecto, toda prognosis de futuro conlleva la asunción de unos ciertos niveles de incertidumbre que es preciso acotar desde la evaluación de lo ocurrido en el pasado, la racionalidad y el buen sentido. A pesar de ello, en cualquier estimación sobre la evolución de una determinada variable en el futuro, es imposible eliminar totalmente los elementos de incertidumbre, con el

riesgo que ello conlleva de tomar decisiones irreversibles sobre la base de estimaciones y prognosis incorrectas. Ante esta situación caben dos actitudes principales. La primera consiste en no tomar decisiones, en no hacer nada, porque así se supone que evitamos las incertidumbres inherentes a toda toma de decisiones. Es evidente que esa actitud no es muy correcta ya que el mero devenir del tiempo modifica la realidad con lo que introduce, se quiera o no, niveles de incertidumbre que normalmente son mayores que si optásemos por tomar decisiones. La segunda actitud consiste en evaluar los riesgos y las incertidumbres racionalmente previsibles y en limitar de manera conservadora los mismos de manera que las decisiones que se adopten acoten de manera racional los riesgos detectados.

En la presente planificación nos inclinamos por esta segunda actitud, intentando que las desviaciones que en el futuro de vayan a producir entre las estimaciones y la realidad afecten en la menor medida posible a los puntos críticos o sometidos a mayor debate en la planificación.

En materia de prognosis de residuos urbanos, las incertidumbres sobre la evolución de la generación de estos residuos vienen asociadas a la evolución de la población, a la evolución de la generación *per capita* de RD y a la posible evolución de los residuos RICIA generados. Por ejemplo, la evolución de la población de hecho, en un territorio determinado, está en función del crecimiento vegetativo, pero también del turismo y del saldo migratorio. Por otra parte, la evolución de la generación per cápita de RD está en función del crecimiento económico, del grado de urbanización de una sociedad y de las pautas de alimentación y consumo de la población. Finalmente, la evolución de la generación de RICIA está en función de la estructura comercial, industrial o de servicios de una sociedad, aumentando a medida que desparece el comercio minorista sustituido por las grandes superficies y los centros comerciales.

Todo ello puede afectar de la siguiente manera. Si las desviaciones en la generación de residuos se producen al laza respecto al punto de diseño de la planificación, las infraestructuras proyectadas para tratar los residuos generados se saturarán y quedarán pequeñas de capacidad. La solución en este caso será agotar los márgenes de flexibilidad que puedan disponer de un manera más rápida de la prevista, caso de los vertederos, o ampliar la capacidad de tratamiento, caso de las plantas de reciclaje, compostaje, TMB o valorización energética.

Si las desviaciones en la generación de residuos se producen a la baja respecto al punto de diseño de la planificación, las infraestructuras proyectadas para tratar los residuos generados permanecerán infrautilizadas con capacidad excedentaria de tratamiento. Sería el caso de las infraestructuras de reciclaje, compostaje, TMB o valorización energética. En este segundo caso no debería haber ningún problema, más allá de una utilización económicamente ineficiente de estas instalaciones.

Este debate sólo se puede superar a partir de la generación de confianza entre las partes con la adopción por quien tiene la responsabilidad de impulsar la política de gestión de residuos de diversas medidas, como por ejemplo: un diseño ajustado de la capacidad de tratamiento de la planta de valorización energética, una apuesta por un reforzamiento del control público del funcionamiento de las infraestructuras de tratamiento final de residuos urbanos y la creación de una Comisión de Seguimiento, de la implementación de la planificación y del funcionamiento de las infraestructuras, con participación entre otros de los sectores sociales con recelo y desconfianza respecto a la plasmación real del sistema de gestión de residuos urbanos en el futuro. Esta Comisión tendría por objeto garantizar que la apuesta por el reciclaje y el compostaje son firmes y que, en todo caso, los obstáculos para alcanzar los objetivos definidos en estos campos, de producirse, estarán en las condiciones objetivas presentes en nuestra sociedad y no en la ausencia de voluntad política para alcanzar los objetivos programados.

Desde este conjunto de consideraciones, la presente planificación propone las siguientes medidas para el diseño y la aplicación del modelo de gestión de residuos urbanos:

- A pesar de que los factores que influyen en la generación de residuos urbanos se han sopesado de manera ponderada y conservadora, se introduce un factor de incertidumbre en la prognosis de generación, de manera que los residuos que vayan a valorización energética sean un 20% inferiores.
- Se propone el reforzamiento del control público del funcionamiento de las infraestructuras de tratamiento final de residuos urbanos, y
- Se propone la creación de una Comisión de Seguimiento de la implementación de la planificación y del funcionamiento de las infraestructuras de gestión de residuos urbanos.

En el modelo de gestión adoptado de las 497.247 toneladas recogidas selectivamente o separadas y procesadas en la planta de tratamiento mecánico biológico, se reciclan 475.829 toneladas y 21.418 son rechazos. Estos rechazos a su vez pueden ser rechazos combustibles o rechazos inertes, en cuyo caso tendrían distintos destinos en las diferentes alternativas. En el caso del modelo de gestión adoptado los rechazos combustibles van a valorización energética y los rechazos inertes a vertido.

La siguiente tabla recoge la cantidad de residuos primarios destinados a valorización energética en el modelo adoptado, en el año 2016.

| Tipo de residuo a valorización energética (VE) | Valorización Energética | | |
|---|---|---|---|
| | Cantidad inicial | Incertidumbre de generación (20%) | Cantidad final |
| Rechazos combustibles del compostaje de MOB-RS | 2.766 | 553 | 2.213 |
| Rechazos combustibles del reciclaje | 16.893 | 3.379 | 13.514 |
| Rechazos combustibles del TMB-DAe | 293.179 | 58.636 | 234.543 |
| RU (-) | 312.838 | 62.568 | 250.270 |

*Tabla 10.3 Residuos a valorización energética 2016 (T/año) (PTEOR)*

Como vemos en la tabla anterior y con objeto de garantizar un diseño ajustado de la capacidad de tratamiento de la planta de valorización energética, se ha aplicado el mencionado factor de incertidumbre respecto a los datos de generación futura, minorando en un 20% las cantidades de residuos urbanos que se dirijan a valorización energética; de manera que la capacidad de la planta de incineración con recuperación de energía trate como máximo 250.270 toneladas al año de RU(-).

Los objetivos de gestión integrada de los residuos primarios en el modelo de gestión adoptado, en el año 2016, serían los siguientes:

| Tipo de residuo | Tratamiento | | | | | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Reciclaje y Compostaje | | Valorización Energética | | Vertido | | | |
| | t/año | % | t/año | % | t/año | % | t/año | % |
| RU (-) | 475.829 | 57,7% | 250.270 | 30,3% | 98.588 | 12,0% | 824.687 | 100,0% |

*Tabla 10.4 Objetivos de gestión integrada de los RU (-)2016 (T/año y %) (PTEOR)*

Es decir, en el modelo de gestión adoptado, el 57,7% de los residuos urbanos RU (-) generados irían a reciclaje, incluidos el compost agrícola y el compost gris producidos, el 30,3% irían a valorización energética, mientras que el 12% restante iría a vertido.

### *10.1.6 Infraestructuras.*

Las plantas de transferencia (PT) son las infraestructuras intermedias que permiten racionalizar el transporte de residuos entre los lugares de generación y las instalaciones de tratamiento de los mismos.

En el caso de que las citadas plantas de transferencia sean complementadas en su interior con actividades de Valorización, de acuerdo con lo establecido en el presente Plan, se denominarán Centros Logísticos de Gestión de Residuos. En estas infraestructuras se desarrollarán diferentes actividades de clasificación.

La decisión de construir una planta de transferencia es el resultado de un compromiso entre los residuos generados en una zona y la distancia a la planta de tratamiento.

Por ello, es importante conocer la evolución prevista de la generación de residuos distribuida por el territorio, para establecer el número y distribución de las plantas de transferencia necesarias en el futuro.

En la actualidad hay cuatro plantas de transferencia situadas en La Guancha (comarca Ycoden-Daute-Isla Baja), La Orotava (Valle de La Orotava), Arona (comarca de Abona) y El Rosario (Área Metropolitana).

A estas plantas se trasladan los residuos urbanos de origen domiciliario fundamentalmente. Y en el futuro, seguirán siendo el tipo principal de residuos que irán a estas plantas, de forma conjunta con los RICIA.

## *10.2.- MODELO DE GESTIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (N.F.U).*

### *10.2.1 Introducción.*

En virtud del RD 1619/2005, de 30 de diciembre, la gestión de los NFU es una obligación atribuida al sector de productores de neumáticos. Son estos productores los responsables de organizar y efectuar la recogida y el tratamiento de los neumáticos una vez finalizada su vida útil. La organización de la gestión de los NFU estará planificada a través de "sistemas integrados de gestión" (en adelante SIG) que determinarán el método de recogida y gestión así como la designación de los gestores encargados de los distintos procesos y las instalaciones en que se desarrollará. La financiación de los SIG se realiza mediante la aportación por parte de los productores de neumáticos –fabricantes e importadores- de una cantidad por cada neumático de reposición puesto por primera vez en el mercado nacional, acordada con el SIG a que se encuentren adscritos.

Los NFU constituyen un residuo que, si bien no se genera en elevadas cantidades, si que supone un residuo de alto impacto ambiental, sobre todo visual, al margen de posibles riesgos de incendios que en zonas de acumulación suelen producirse. La fabricación de neumáticos es un proceso complejo que engloba el consumo de materias primas procedentes de fuentes no renovables, caucho sintético, acero, agua, y que requiere elevadas cantidades de energía en su fabricación. Al margen de lo anterior, en el proceso productivo se producen elevadas cantidades de emisiones y de afecciones al entorno hídrico que requieren fuertes inversiones en medidas preventivas y correctoras. En este sentido, el reciclado de los NFU se torna como la forma ideal para su gestión dado que permite el aprovechamiento,

tanto de parte de los materiales como de la energía contenida en los mismos. Finalmente, el modelo de gestión debe orientarse hacia el reciclado de los materiales y la valorización energética de aquellos NFU no reintroducidos en el ciclo económico a través de procesos de recauchutado o reutilización.

### *10.2.2 Principios Básicos.*

Los principios básicos de referencia a la hora de establecer el presente modelo de gestión de NFU son:

- **Recogida y gestión del 100% de los NFU generados:** La administración velará porque el o los SIG establezcan los canales adecuados de recogida que posibilite la gestión del 100% de los NFU generados.
- **Responsabilidad del productor:** el productor de NFU será el responsable de la correcta gestión ambiental del mismo, garantizando su entrega en los circuitos de recogida propuestos por el o los SIG.
- **Gestión interna:** dado que la gestión de los NFU es una actividad que genera empleo y contribuye al producto interior bruto (PIB) y que obtiene como resultado materiales y combustibles que sustituyen el consumo de otros no renovables, es fundamental que la gestión final de los mismos se realice en la Isla, siempre que técnica y económicamente sea viable.
- **Vertido cero:** el RD 1619/2005 prohíbe el vertido de los NFU incluso triturados, por lo que no se contempla el vertido de los NFU en el presente modelo de gestión.
- **Apoyo institucional:** de cara a facilitar la implantación de SIG, la administración pondrá a disposición de los mismos las infraestructuras públicas de recogida, plantas de transferencia y puntos limpios. De igual modo, este apoyo se plasmará en la posibilidad de implantación de plantas de tratamiento final de NFU.

- **Jerarquía:** a pesar de que la gestión final de los NFU es competencia privada, a través del SIG correspondiente, se respetará la jerarquía de gestión de residuos:
- **Minimización:** esto corresponde principalmente a los fabricantes de neumáticos, los cuales deben incrementar la vida útil de los neumáticos mediante proyectos I+D en diseño y materiales.
- **Reutilización:** el recauchutado de neumáticos es una actividad que ya se realiza en la Isla por parte de algunas empresas, por lo que no es necesario implementar medidas de cara a cumplir esta escala jerárquica.

Reciclado: el SIG deberá realizar una gestión de los NFU que o bien recicle los materiales contenidos en ellos, o que obtenga combustibles que posteriormente puedan ser empleados en generación de energía o transporte.

### *10.2.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis*

A continuación se presentan los datos de generación actual, estimados a partir de la recogida en el Complejo Ambiental de Tenerife, del ratio de NFU generados por habitante y año utilizado en el Plan Nacional de NFU, y de la estimación a partir de los generados según el parque de vehículos.

En la tabla siguiente se detalla la prognosis de generación de NFU hasta el año 2016, mediante la estimación de vehículos existentes, tasa de rotación de neumáticos, peso de los mismos, y neumáticos extraídos de los vehículos fuera de uso:

| | NFU reposición (t/a) | NFU de VFU (t/a) | Total (t/a) |
|---|---|---|---|
| **2005** | 5.251 | 528 | 5.778 |
| **2006** | 5.451 | 574 | 6.025 |
| **2007** | 5.660 | 611 | 6.271 |
| **2008** | 5.877 | 650 | 6.527 |
| **2009** | 6.103 | 693 | 6.796 |
| **2010** | 6.338 | 738 | 7.076 |
| **2011** | 6.582 | 787 | 7.370 |
| **2012** | 6.837 | 841 | 7.677 |
| **2013** | 7.101 | 898 | 7.999 |
| **2014** | 7.376 | 960 | 8.335 |
| **2015** | 7.661 | 1.027 | 8.688 |
| **2016** | 7.959 | 1.099 | 9.057 |

*Tabla 10.5 Generación futura de NFU en función del parque de vehículos existente y NFU procedente de vehículos fuera de uso. (PTEOR)*

Dada la evolución previsible del parque de vehículos y del resto de variables consideradas, se prevé que en el año 2016 se generen 9.057 toneladas de NFU, de las cuales 7.959 provendrían del mercado de reposición y 1.099 toneladas de los CAT de vehículos fuera de uso.

### *10.2.4 Descripción del modelo de gestión*

La estructura de instalaciones para la recogida, clasificación y tratamiento de los NFU, debe ser proporcionada por los respectivos SIG, y constará de una o varias instalaciones en las que se realicen los procesos:

- Centros de recogida y clasificación (CRC)
- Centros de almacenamiento y preparación (CAP)
- Valorizadores de los NFU enteros o troceados.

La recogida de los NFU generados será establecida por el SIG correspondiente y quien establecerá los puntos de acopio. Por lo tanto, el SIG de NFU, deberá disponer de una malla o red de recogida que cubra todo el territorio insular para el que haya sido autorizado y garantice la retirada gratuita de los NFU generados en el mismo.

Los generadores de NFU, es decir, las personas físicas o jurídicas que, como consecuencia de su actividad empresarial o de cualquier otra actividad, genere NFU, deberán entregar a los recogedores de NFU, autorizados por la administración y homologados por el SIG respectivo, los NFU que obren en su poder. La retirada de los NFU por parte de los recogedores se realizará de forma gratuita, es decir, a coste cero para el generador.

No obstante, de cara a garantizar una recogida rápida y eficaz de los NFU generados, la administración podrá poner a disposición del SIG las plantas de transferencia y puntos limpios existentes y previstos, de tal forma que se minimicen las distancias de transporte y se acerque los puntos de recogida a los ciudadanos. La estructura de plantas de transferencia y puntos limpios está propuesta para dar servicio a los incrementos poblacionales previsibles, minimizando las distancias entre las zonas de generación y de recogida. Por lo tanto, resulta idónea para recoger residuos cuya producción se encuentra muy ligada a la población residente, como los neumáticos fuera de uso.

La implantación de las plantas de transferencia se ha hecho de tal forma que se minimiza la distancia entre los núcleos de población y las infraestructuras de recogida, por lo que emplear las plantas de transferencia como zona de acopio se revela como la alternativa más económica, eficaz y con menor impacto ambiental originado por las emisiones en el transporte, ya que, tal como se comenta en el contenido ambiental, un menor transporte implica menores emisiones de gases de combustión, menor emisión de ruidos

y menor generación de polvo.

Los puntos limpios podrán ser empleados como zonas de acopio de NFU. Se trata de infraestructuras en las que los particulares podrán depositar aquellos NFU que generen en el ámbito del hogar, o NFU generados en años anteriores y que se han acumulado en garajes, trasteros, etc.

La retirada de los NFU se realizará de forma gratuita, es decir, a coste cero para el generador, tanto si se realiza en los grandes generadores (talleres, grandes flotas de autobuses y camiones, flotas de automóviles de alquiler, etc.) como si se realiza en las plantas de transferencia o en los puntos limpios. Por otro lado, el SIG asumirá el coste del transporte entre las plantas de transferencia y puntos limpios y las plantas de tratamiento final.

Estos transportes serán realizados por recogedores autorizados por la administración como gestores de NFU y homologados por el correspondiente SIG.

### *10.2.5 Infraestructuras*

El hecho de que la gestión de los NFU va a llevarse a cabo a través de uno o varios sistemas integrados de gestión condiciona el planteamiento de las infraestructuras necesarias.

Así, el papel de la administración será el de facilitar las infraestructuras públicas disponibles para que, en caso de que el SIG así lo estime oportuno, ser empleadas como zonas de acumulación de NFU, de tal manera que se optimice la logística de recogida minimizando las afecciones al entorno.

Las plantas de transferencia y puntos limpios serán las infraestructuras de la red insular que podrán emplear los SIG. Estas infraestructuras se han descrito y justificado en el modelo de gestión de residuos urbanos con los criterios de ampliación de las infraestructuras existentes, distribuidas por población próxima y por accesibilidad en tiempo a los núcleos de población.

## *10.3.- MODELO DE GESTIÓN DE VEHÍCULOS FUERA DE USO (V.F.U.)*

### *10.3.1 Introducción.*

Los vehículos fuera de uso (VFU) constituyen un residuo peligroso cuando cesa su operatividad, requiriendo una gestión adecuada que se oriente a la retirada de los elementos peligrosos y el reciclado de aquellos otros que pueden ser reutilizados en vehículos en circulación y otros materiales que puedan ser reciclados.

El Real Decreto 1383/2002, del 20 de septiembre, transposición de la Directiva 2000/53/CE, obliga a realizar la gestión de los mismos en unos centros adecuados denominados CAT (centro autorizado de tratamiento).

Este Real Decreto establece una serie de disposiciones relativas a:

- Disminuir y limitar el uso de sustancias peligrosas en la fabricación de automóviles.
- Facilitar la reutilización, reciclado y valorización de los distintos elementos del vehículo.

El eje central de este Real Decreto es la imposición al usuario de la obligación de entregar el vehículo a un centro autorizado de tratamiento (CAT),

cuando este haya llegado al fin de su vida útil. La entrega del vehículo llevará aparejado su correspondiente certificado de destrucción.

Por lo tanto la única alternativa de gestión válida es el tratamiento de los VFU en CAT.

A los fabricantes se les exige una serie de medidas destinadas a reducir el poder contaminante de los vehículos, tales como:

- Prohibición del uso de plomo, mercurio, cadmio, y cromo hexavalente.
- Diseñar los vehículos de forma que se favorezca su desmontaje.
- Uso de codificación que identifique los componentes reutilizables o valorizables.
- Proporcionar información a los gestores acerca del desmontaje de los vehículos.

Se plantean los siguientes objetivos de reutilización, reciclado y valorización:

- A 1 de enero de 2006 se reutilizará o valorizará un mínimo del 85% del peso del vehículo y se reutilizará y reciclará al menos el 80% del peso del vehículo.
- A 1 de enero de 2015 se reutilizará o valorizará un mínimo del 95% del peso del vehículo y se reutilizará y reciclará al menos el 85% del peso del vehículo.

Los centros autorizados de tratamiento (CAT) de VFU deberán cumplir los siguientes requisitos técnicos y contar con una serie de instalaciones:

1.- Zonas cubiertas adecuadas al número de vehículos a descontaminar con pavimento impermeable y con instalaciones para la recogida de derrames, de decantación y de separación de grasas.

2.- Zonas cubiertas y con pavimento impermeable para almacenar los componentes retirados del vehículo y que estén contaminados, en especial para aquellos que estén impregnados de aceite.

3.- Contenedores adecuados para almacenar las baterías (con neutralización del electrolito allí mismo o en sitio próximo para casos de accidente), filtros y condensadores de PCB/PCT.

4.- Depósitos adecuados para almacenar separadamente los fluidos de los vehículos al final de su vida útil, es decir: combustible, aceite de motor, aceite de cajas de cambio, aceite de transmisión, aceite hidráulico, líquidos de refrigeración, líquido anticongelante, líquido de frenos, ácido de baterías, fluidos del equipo del aire acondicionado y cualquier otro fluido contenido en el vehículo.

5.- Equipos de recogida y tratamiento de aguas, incluidas las de lluvia en las zonas no cubiertas, las cuales han de ser tratadas previamente a su vertido, de conformidad con la normativa ambiental y sanitaria establecidas por las distintas administraciones públicas.

6.- Zonas apropiadas para almacenar neumáticos usados, que incluyan medidas contra incendios y prevención de riesgos derivados de almacenamientos excesivos.

Según el mismo RD 1383/02, las operaciones que deberán llevarse a cabo en los centros autorizados de tratamiento de VFU son las siguientes:

- Operaciones de descontaminación:
  - Extracción y retirada de los residuos peligrosos (combustible, aceites, baterías, fluidos, etc.)
  - Retirada de componentes y materiales que deben ir marcados o identificados[1]
- Operaciones de tratamiento para fomentar la reutilización y el reciclado: retirada de determinados residuos especiales para facilitar el reciclado (catalizadores, neumáticos, componentes plásticos de gran tamaño, etc)

En el año 2002 comenzaron a constituirse los sitemas integrados de gestión (SIG), que integra a fabricantes, importadores y distribuidores de VFU cuyo objetivo es ”analizar los problemas que afectan al tratamiento de los vehículos al final de su vida útil”. Dentro de sus fines está la búsqueda de las soluciones más adecuadas y tratar de proporcionar a sus asociados los instrumentos necesarios para que puedan cumplir sus nuevas obligaciones medio ambientales relacionadas con dicho tratamiento.

En el plan Nacional de VFU 2001-2006 se establecen 3 tipos de CAT en función de su capacidad anual de tratamiento:

- **TIPO A**: 2 VFU/día. 440 VFU/año.
- **TIPO B**: 5 VFU/día. 1.100 VFU/año.
- **TIPO C**: 10 VFU/día. 2.200 VFU/año.

### *10.3.2 Principios básicos y objetivos.*

Los principios básicos de referencia del modelo de gestión de VFU son:

- Asegurar la recogida del 100% de los VFU generados en el territorio insular.
- Asegurar la correcta gestión de los mismos en los CAT, segregando los materiales reciclables y dando una correcta gestión a los residuos peligrosos contenidos en ellos.
- Promocionar la implantación de CAT que den servicio a la totalidad del territorio insular.

### *10.3.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.*

Anualmente se generan en la Isla 14.430 toneladas de VFU. Teniendo en cuenta un peso medio de 800 Kg/VFU, los materiales contenidos en los VFU generados son:

| | Metales | Plásticos | Caucho | Aceites | Vidrio | Papel-cartón |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **%** | 75 | 8,5 | 4 | 1 | 3,5 | 0,5 |
| **t/año** | 8.658 | 981 | 462 | 115 | 404 | 58 |

*Tabla 10.6 Materiales contenidos en los VFU de la isla de Tenerife (2004). (PTEOR)*

### *10.3.4 Descripción del modelo de gestión.*

El esquema del flujo de los residuos de los vehículos fuera de uso, desde su generación hasta su reciclado, es elemental. Se pueden identificar dos procesos fundamentales. Por un lado, el proceso de recogida y transporte, que se haría desde las tres fuentes de generación de residuos identificadas como esenciales por gestores privados: los concesionarios de automóviles, la entrega directa por parte de los ciudadanos y la recogida municipal de vehículos abandonados. Y por otro lado, que se asocia con el tratamiento en los centros autorizados de tratamiento (CAT) de VFU. En los cuales se haría una labor de desguace y obtención de determinados residuos tales como el vidrio, aceites, combustibles, metales etc. que serán entregados a los gestores para su tratamiento final.

Atendiendo a los ratios de habitantes/CAT en el resto de zonas de España, el número de CAT a implantar en la Isla se debería situar en la actualidad entorno a los 5 CAT y de los a 8-9 establecimientos en el año 2016.

Un CAT es una actividad empresarial privada. En la Isla existe un único CAT autorizado que descontamina aproximadamente 6.000 VFU/año. Al margen de esta instalación existen una serie de empresas que también realizan tareas de descontaminación de VFU, pero que no tienen la calificación de CAT debido a que se encuentran sobre suelo rústico y no cumplen las condiciones territoriales exigibles a su implantación en este tipo de suelos y, por lo tanto, los respectivos ayuntamientos no emiten la licencia de actividad correspondiente debido a los condicionantes territoriales de uso del suelo.

No obstante, existe una figura jurídica, la calificación territorial, que podría posibilitar la actividad de descontaminación de VFU sobre este tipo de suelos. Concretamente, el texto refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias (TRLOTENC), aprobado por Decreto Legislativo 1/2000 de 8 de mayo, establece una serie de usos que pueden ser legitimados a través de la calificación territorial, determinándose que tales usos serán los de carácter agrícola, ganadero, forestal, extractivo y de infraestructuras. El artículo 66, apartado 6 del TRLOTENC, establece que el uso como infraestructuras “comprenderá las actividades, construcciones e instalaciones de carácter temporal o permanente para el tratamiento de residuos”

Al tratarse de una actividad privada será ésta la que vaya incrementando la oferta de CAT en función de incrementos futuros de generación de VFU.

El papel de la administración será el de establecer los mecanismos adecuados de cara a favorecer la implantación de esta actividad, creando un registro que controle los vehículos admitidos en CAT, los productos obtenidos y la gestión de los residuos peligrosos y no peligrosos contenidos en los VFU.

Con el fin de que los ciudadanos no abandonen sus VFU en la vía pública, la administración realizará las correspondientes campañas de sensibilización y concienciación.

En caso de que no se creen en la Isla suficientes CAT para atender la demanda de gestión de VFU, la administración podrá estimular la actividad mediante las siguientes actuaciones:

- Determinar el número de bajas de vehículos producidas en cada ámbito territorial de la Isla. El ámbito territorial idóneo sería las comarcas establecidas en el PIOT. Estas comarcas están definidas en los mapas de generación comarcal expuestos en el presente modelo de gestión.
- Establecer qué CAT existen en cada una de las comarcas y establecer la capacidad máxima de tratamiento de cada uno de ellos.
- Estableciendo el diferencial entre VFU generados por comarca y la capacidad máxima de tratamiento de los CAT ubicados, se determinará qué comarcas presentan déficit de instalaciones de gestión de VFU.
- Además de la posibilidad de implantar estas infraestructuras en ámbitos de suelo urbanizable industrial, con el fin de facilitar la implantación de CAT.

A continuación, se presentan las estimaciones de generación de VFU por comarca. Se observa cómo las comarcas Metropolitana, Abona y Sureste van a generar el 70% del total de los VFU estimados en el año 2016, por lo que estas zonas concentrarán las mayores necesidades de implantación de CAT.

| | **2016** |
|---|---|
| Abona | 7.465 |
| Acentejo | 2.056 |
| Daute | 1.629 |
| Área Metropolitana | 12.420 |
| Sureste | 621 |
| Suroeste | 4.503 |
| Valle de Güímar | 1.343 |
| Valle de La Orotava | 4.296 |
| **TOTAL** | **34.332** |

*Tabla 10.7 Número de VFU generados por comarca (2016). (PTEOR)*

El transporte de los VFU hasta los CAT se efectuará fundamentalmente a partir de tres orígenes:

- **Concesionarios de automóviles**: a través del Plan Prever y del mercado normal de reposición, los concesionarios almacenan en sus instalaciones un elevado número de VFU que posteriormente llevan a los CAT. Durante 2004 este porcentaje supuso un 12% de los vehículos matriculados, lo que supone en torno a 4.500 VFU/año. En total se estima que entre el 30% de los VFU destinados a CAT provienen de los concesionarios.
- **Entrega directa por parte de los ciudadanos**: otra parte de los VFU son entregados directamente por los ciudadanos en los CAT. Abonan una tasa y se les entrega el correspondiente certificado de destrucción. Esta vía de entrega supone en torno al 60% de los VFU que llegan a los CAT.
- **Recogida municipal de vehículos abandonados**: los ayuntamientos recogen alrededor de un 10% de los VFU generados en la Isla.

Por lo tanto, el modelo de recogida se basa en la intervención de los tres "actores" señalados. El traslado de los VFU desde los puntos de generación hasta los CAT variará en función del generador de los mismos:

- **VFU localizados en concesionarios**: los propios concesionarios serán los encargados de contratar un transportista autorizado.
- **Recogida municipal**: en este caso será la grúa municipal o bien una empresa concesionaria de este servicio quienes transporten los VFU hasta los CAT. En los municipios de mayor tamaño, en los que se produce un mayor abandono de vehículos, los VFU deben ser conducidos a los depósitos municipales, no pudiendo permanecer en estas instalaciones más de 6 meses. De esta manera es posible proceder al transporte de los VFU mediante vehículos de mayor tamaño, con el consiguiente ahorro en el transporte.

- **Entrega directa por parte de los ciudadanos:** los particulares conducirán su vehículo hasta el CAT más cercano. En caso de que el vehículo esté inoperativo, deberá contratar un servicio de grúa que proceda al traslado.

### *10.3.5 Infraestructuras.*

Los CAT son infraestructuras privadas de gestión de los VFU, por lo tanto, su implantación obedece a la iniciativa privada y será el mercado quien "determine" su número y ubicación.

A partir del ratio de habitantes/CAT. se consideran necesarios en torno a 7 CAT en el año 2016. Por lo tanto, se han propuesto 7 Áreas como potenciales ubicaciones de CAT. De cara a lograr una distribución uniforme de los mismos, estos se han repartido por las diferentes comarcas de la Isla en función, entre otras cuestiones, de la prognosis poblacional.

## *10.4.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (R.C.D.) Y RESTOS DE DESMONTE.*

### *10.4.1 Introducción.*

Las actividades desarrolladas por el sector de la construcción y obra civil, tanto en los procesos de derribo como en los procesos de reformas y obras nuevas, generan un importante volumen de residuos denominados de construcción y demolición (RCD) y restos de desmonte.

Estos residuos, que en principio tienen un bajo potencial contaminante, si se vierten de manera incontrolada, pueden generar afecciones al medio

natural y un notable impacto paisajístico, dando lugar a una situación caracterizada por la proliferación de multitud de espacios y áreas degradadas.

Tradicionalmente, una parte de los RCD ha sido llevada a vertederos, incluso a los mismos vertederos utilizados para los residuos urbanos. Esto se ha debido a las favorables condiciones de precio, con unas tasas de vertido que hacen que no sea competitiva ninguna otra opción medioambiental más aceptable.

En los últimos años, se ha evidenciado que el volumen de RCD, en su mayor parte inerte, es superior al del total de los residuos urbanos. Por otro lado, su gestión actual representa un gran impacto en términos de eficiencia y costes, pues en la mayoría de los casos supone un despilfarro de recursos potenciales, una pérdida de materiales que pueden aprovecharse y una ocupación de espacio muy importante en los vertederos. Además, el impacto ambiental generado en la producción de áridos naturales a partir de canteras resulta, en general, superior al generado por el reciclaje de los materiales contenidos en los RCD.

El Plan Insular de Tratamiento y Depósito de Escombros, redactado por el Cabildo Insular de Tenerife, y aprobado por acuerdo Plenario de 22 de julio de 1994, tenía por objeto crear una serie de puntos principales, debidamente legalizados y con las garantías técnicas y ambientales precisas, donde se pudiera realizar el depósito de escombros.

En el mismo sentido, la Comunidad Autónoma de Canarias, a través de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente elaboró en 1995 el Plan Regional de Restauración de Canteras Abandonadas de Extracción de Áridos.

Ambos documentos tenían como fin último dos objetivos concretos:

- Restaurar los huecos abandonados de explotaciones de áridos y su integración en el paisaje del entorno.
- Aprovechar los residuos inertes de construcción y demolición como material de relleno.

Estos objetivos se recogen en el Decreto 161/2001 de la Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, por el que se aprueba el Plan Integral de Residuos de Canarias.

Por otra parte, el 1 de junio de 2001, se aprobó, por acuerdo del Consejo de Ministros, el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, en el que se establecen unos objetivos ecológicos en los que la recogida, el reciclaje, la reutilización y la valorización ha de preceder cualquier gestión antes del depósito en vertedero.

Un modelo integral de gestión de residuos para un territorio insular, ha de adaptar el Plan Insular de Tratamiento y Depósito de Escombros para la Isla de Tenerife a las directrices del Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006, y constituirse en el instrumento de gestión de este tipo de residuos en la Isla.

### *10.4.2 Principios básicos y objetivos.*

Los principios básicos de referencia a la hora de establecer el presente modelo de gestión de RCD y restos de desmonte, son los siguientes:

- Jerarquía. Es decir, prevenir (reducción en origen) todo lo posible, reutilizar lo que se pueda, reciclar lo que no se pueda reutilizar y valorizar la fracción no reciclable o reutilizable, siendo el depósito controlado en vertedero la última opción y sólo para los residuos secundarios.

- Distinción, entre RCD primarios y secundarios, siendo:

  - RESIDUOS PRIMARIOS: los recogidos directamente de los generadores sin que hayan sufrido ningún proceso posterior de clasificación, separación o tratamiento de reciclaje o de otras operaciones de valorización.

  - RESIDUOS SECUNDARIOS: los generados como rechazos en las plantas de tratamiento de los residuos primarios, como por ejemplo, en las plantas de tratamiento y reciclaje de RCD.

- Vertido cero de residuos primarios. Es decir, todos los RCD y restos de desmonte generados serán sometidos a tratamiento previo al vertido, en su caso, de tal manera que ningún residuo de construcción y demolición y restos de desmonte generado vaya directamente a vertedero.

- Aprovechamiento máximo de los residuos secundarios. Por lo tanto, se tratará de que los residuos secundarios generados como consecuencia del tratamiento de los residuos primarios, sean a su vez aprovechados, vía reciclaje o valorización energética, en caso de que su naturaleza lo permita y que el aprovechamiento se realice en las infraestructuras adecuadas para ello.

- Responsabilidad del productor. El productor del residuo es quien debe prever y hacer frente a la responsabilidad de su correcta gestión ambiental.

- Internalización de costes. Todos los costes relativos al proceso de gestión de los RCD y restos de desmonte serán tenidos en cuenta para su correspondiente repercusión al precio de tratamiento a trasladar al productor del residuo, con las aproximaciones realizadas a lo largo del presente Plan.

- Apoyo institucional. Para que la gestión alcance, con la calidad deseada, a todo el territorio de la Isla, incluyendo los municipios más alejados de los centros de alta producción de RCD y restos de desmonte.

Los objetivos de la gestión integrada de RCD y restos de desmonte en la isla de Tenerife a lograr en un modelo integral de gestión de residuos en un territorio insular, son los siguientes:

- Asegurar la recogida de todos los RCD y restos de desmonte generados en la Isla, optimizando la red de infraestructuras existente de tal forma que se minimice el transporte de los mismos en el territorio insular.
- Repercutir en el productor de los RCD y restos de desmonte la totalidad de los costes, tanto de transporte como de gestión. Los productores individuales de residuos originados en las pequeñas obras de reparación domiciliaria, y los pequeños empresarios autónomos del sector de la albañilería y gremios asociados de la construcción tendrán libre acceso a los puntos limpios, estaciones de transferencia o plantas de transferencia de residuos urbanos con instalaciones complementarias para la recepción de RCD y restos de desmonte en cuyas instalaciones podrán depositar, de manera gratuita, los residuos generados en sus actividades.
- Recuperar todos aquellos materiales susceptibles de ser reutilizados o reciclados, especialmente de los áridos reciclables.
- Emplear los huecos de las canteras como zonas de vertido de la fracción no valorizable, para de esta forma contribuir a su restauración.

De acuerdo con los principios señalados, la totalidad de los residuos generados irán a tratamiento, cumpliéndose la decisión estratégica de alcanzar el vertido cero de los RCD primarios generados.

Estos objetivos se reflejan en la tabla siguiente:

| RCD | Tratamiento | | Eliminación | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | PTR | | Vertido | | | |
| | t/año | % | t/año | % | t/año | % |
| RCD isla de Tenerife | 1.117.205 | 100% | 0 | 0% | 1.117.205 | 100% |

*Tabla 10.8 Objetivos de gestión integrada de los RCD. 2016 (Tn/año y %). (PTEOR)*

En la tabla anterior únicamente se han tenido en cuenta la generación de RCD.

Los RCD, con esta denominación específica, se incluyen con el código 17 00 00 en la Lista Europea de Residuos. Dentro de este código se contemplan, tanto los residuos procedentes de labores de construcción, demolición, construcción y reforma de edificaciones particulares y obras municipales, como aquellos residuos que de forma habitual acompañan a éstos, con independencia de su gestión posterior.

De estos residuos algunos pueden definirse como inertes (ladrillos, tierras, áridos, vidrio, yeso), entendidos como tales, *aquellos que no experimenten transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas; no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar la salud humana.*

*La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales y/o subterráneas (R.D. 1481/2001).*

Otros que forman parte de los escombros no pueden considerarse como inertes (madera, plástico, papel, asfalto, etc.), aunque la *lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes y la ecotoxicidad del lixiviado sean insignificantes*, bien porque sean combustibles o biodegradables por lo que se clasifican como residuos no peligrosos.

Se consideran RCD los correspondientes a los siguientes del la Lista Europea de Residuos:

- 17 01 01 Hormigón
- 17 01 02 Ladrillos
- 17 01 03 Tejas y materiales cerámicos

- 17 01 07 Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que no contengan sustancias peligrosas
- 17 02 01 Madera
- 17 02 02 Vidrio
- 17 02 03 Plástico
- 17 03 02 Mezclas bituminosas sin alquitrán de hulla
- 17 04 01 Cobre, bronce, latón
- 17 04 02 Aluminio
- 17 04 03 Plomo
- 17 04 04 Zinc
- 17 04 05 Hierro y acero
- 17 04 06 Estaño
- 17 04 07 Metales mezclados
- 17 04 11 Cables que no contengan hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
- 17 06 04 Materiales de aislamiento que no contengan amianto ni sustancias peligrosas
- 17 08 02 Materiales de construcción a partir de yeso que no estén contaminados con sustancias peligrosas
- 17 09 04 Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas

Los restos de desmonte, originados en los movimientos de tierra necesarios en infraestructuras y edificación, también, serán objeto del presente modelo de gestión. La consideración de estos materiales como residuos está en función de la siguiente argumentación:

- De conformidad con el artículo 1 de la Ley 22/1973, de 21 de julio, reguladora de minas, el objeto de esta norma es el establecimiento del "régimen jurídico de la investigación y aprovechamiento de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos cualesquiera que fueren su origen y estado físico".

- Se clasifican, a los efectos de la propia Ley de Minas, los yacimientos mineros y demás recursos geológicos en tres secciones, encuadrándose dentro de la sección A), aquellos de escaso valor económico y comercialización geográficamente restringida, así como aquellos otros cuyo aprovechamiento único sea el de obtener fragmentos de tamaño y forma apropiados para su utilización directa en obras de infraestructura, construcción y otros usos que no exigen más operaciones que las de arranque, quebrantado y calibrado.

- Por otra parte, siguiendo la literalidad, tanto de la legislación básica estatal sobre residuos, recogida en la Ley 10/1998, de 21 de abril, como de la legislación autonómica sobre esta materia, Ley 1/1999, de 29 de enero, se define bajo el término residuo a "cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse".

- Además de la citada definición, ambas normas establecen la necesaria consideración de residuo de todas aquellas sustancias y objetos que figuran en la Lista Europea de Residuos (LER), publicado en virtud de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero. La citada LER se compone de una subdivisión de 20 grandes grupos en los que se clasifican los distintos tipos de residuos según la actividad de la que provengan, los cuales a su vez de desglosan en subgrupos según las materias. Bajo la referencia 17 se recoge el grupo de residuos procedentes de las actividades de la construcción y de la demolición, en la que se encuadra el subgrupo 17 05 04, en el que se clasifican la tierra y piedras procedentes de dicha actividad y que no contengan sustancias peligrosas.

En otro orden de consideraciones, se debe hacer expresa mención a la Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos, que establece un régimen concreto para la eliminación de los residuos mediante su depósito en vertederos, cuya transposición a nuestro ordenamiento jurídico interno tuvo lugar mediante la promulgación del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre. Configuran, entre otras, las líneas básicas de la regulación contenida en las referidas normas la clasificación de los vertederos en tres categorías (para residuos peligrosos, para los no peligrosos y para residuos inertes), y la definición de los tipos de residuos aceptables en cada una de dichas categorías. Dentro de las definiciones de los distintos tipos de residuos que se contienen en la mencionada normativa, se incluye la de los denominados “residuos inertes”, cuya descripción es la de aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, y que, a su vez, no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambientes o perjudicar la salud humana. Idéntica definición podemos encontrar dentro de la legislación autonómica canaria, en el Plan Integral de Residuos de Canarias (2000-2006) de diciembre de 1999, en su apartado 4.3. que describe los distintos tipos de residuos gestionados dentro de la Comunidad Autónoma.

- Dirigiendo el análisis en la normativa autonómica, como legislación comparada se puede traer a colación la regulación contenida en el Decreto del Gobierno Vasco, D.423/1994, de 2 de noviembre, sobre gestión de residuos inertes e inertizados, en cuyo Anexo II se reconocen como “residuos de construcción inertes”, entre otros, a las tierras procedentes de excavaciones, desmontes, movimientos de tierra, así como a las rocas procedentes de los dichos procesos.
- Atendiendo al origen geológico del producto generado mediante las labores de acondicionamiento de un terreno para su posterior construcción, ya sea mediante actividades de desmonte, excavación o

movimientos de tierras, se podría llegar a argumentar que el tratamiento del mismo para su reutilización dentro del mismo sector de la construcción, debería ser considerado como una actividad de aprovechamiento de recursos mineros. Sin embargo, si destacamos que la tierra y piedras generadas por la realización de dichas actividades, no son reutilizadas por su productor, si no que por el contrario son tratadas como un residuo, por cuanto es un material del que debe o quiere desprenderse para poder continuar con su actividad, en el régimen jurídico aplicable debe ser el contenido en la normativa específica sobre gestión de residuos.

- De conformidad con la propia normativa anteriormente relacionada, la propia administración, tanto comunitaria, como estatal y autonómica, así lo establece al regular los distintos procedimientos de su eliminación, bien mediante su depósito en vertederos de residuos inertes, bien mediante su tratamiento en plantas de machaqueo para su transformación en áridos que posteriormente son reutilizados para la actividad de construcción.

### *10.4.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.*

| Fuente | t/año |
|---|---|
| Plan Nacional de RCD | 86 1.560 |
| Plan Insular de Tratamiento y Depósito de Escombros DE Tenerife | 2.8 19.945 |
| Plan Director Sectorial de RCD de Mallorca | 1.1 08.673 |

*Tabla 10.9 Generación de RCD en Tenerife según distintas fuentes. 2002 (T/año). (PTEOR)*

Esta dispersión y la carencia de datos contrastados y fiables ponen de manifiesto la necesidad, de nuevo, de crear una base de datos en donde se recojan los datos de los diferentes flujos de residuos.

Ante esta dispersión de criterios, el presente modelo de gestión toma como mejor aproximación a la realidad de la generación de residuos el criterio de 1.000 kilogramos de RCD generados por habitante y año, adoptando así el criterio manejado por el Plan Nacional de RCD 2001-2006.

Con este criterio, los RCD generados en (2004) son los recogidos en la tabla siguiente, donde se observa cómo del total de RCD generados en Tenerife, el 70% de los mismos van a ser generados en 7 de los 31 municipios, concretamente en Adeje, Arona, Granadilla, La Laguna, La Orotava, Los Realejos y Santa Cruz de Tenerife. Estos municipios corresponden a las zonas más pobladas que se sitúan en la zona Sur, Valle de La Orotava y Área Metropolitana.

| | 2004 | | | 2016 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **MUNICIPIO** | **Población** | **RCD (t/año)** | **% sobre total** | **Población** | **RCD (t/año)** | **% sobre total** |
| Adeje | 29.862 | 29.862 | 3,65 | 75.527 | 75.527 | 6,76 |
| Arafo | 5.217 | 5.217 | 0,64 | 6.510 | 6.510 | 0,58 |
| Arico | 7.107 | 7.107 | 0,87 | 9.655 | 9.655 | 0,86 |
| Arona | 62.142 | 62.142 | 7,6 | 159.567 | 159.567 | 14,28 |
| Buenavista del Norte | 5.504 | 5.504 | 0,67 | 6.160 | 6.160 | 0,55 |
| Candelaria | 18.182 | 18.182 | 2,22 | 30.864 | 30.864 | 2,76 |
| Fasnia | 2.664 | 2.664 | 0,33 | 2.953 | 2.953 | 0,26 |
| Garachico | 5.801 | 5.801 | 0,71 | 6.375 | 6.375 | 0,57 |
| Granadilla | 30.175 | 30.175 | 3,69 | 50.095 | 50.095 | 4,48 |
| La Guancha | 5.332 | 5.332 | 0,65 | 5.497 | 5.497 | 0,49 |
| Guía de Isora | 17.681 | 17.681 | 2,16 | 25.258 | 25.258 | 2,26 |
| Güímar | 16.408 | 16.408 | 2,01 | 18.421 | 18.421 | 1,65 |
| Icod de Los Vinos | 23.081 | 23.081 | 2,82 | 24.615 | 24.615 | 2,2 |
| La Laguna | 136.109 | 136.109 | 16,64 | 153.614 | 153.614 | 13,75 |
| La Matanza de Acentejo | 7.625 | 7.625 | 0,93 | 9.451 | 9.451 | 0,85 |
| La Orotava | 40.351 | 40.351 | 4,93 | 46.517 | 46.517 | 4,16 |

| | 2004 | | | 2016 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **MUNICIPIO** | **Población** | **RCD (t/año)** | **% sobre total** | **Población** | **RCD (t/año)** | **% sobre total** |
| Puerto de La Cruz | 32.565 | 32.565 | 3,98 | 42.821 | 42.821 | 3,83 |
| Los Realejos | 36.329 | 36.329 | 4,44 | 43.339 | 43.339 | 3,88 |
| El Rosario | 15.604 | 15.604 | 1,91 | 28.006 | 28.006 | 2,51 |
| San Juan de la Rambla | 5.034 | 5.034 | 0,62 | 5.125 | 5.125 | 0,46 |
| San Miguel de Abona | 10.482 | 10.482 | 1,28 | 18.707 | 18.707 | 1,67 |
| Santa Cruz de Tenerife | 221.563 | 221.563 | 27,09 | 240.923 | 240.923 | 21,56 |
| Santa Úrsula | 12.185 | 12.185 | 1,49 | 15.259 | 15.259 | 1,37 |
| Santiago del Teide | 11.073 | 11.073 | 1,35 | 20.417 | 20.417 | 1,83 |
| El Sauzal | 8.481 | 8.481 | 1,04 | 11.533 | 11.533 | 1,03 |
| Los Silos | 5.565 | 5.565 | 0,68 | 5.814 | 5.814 | 0,52 |
| Tacoronte | 22.095 | 22.095 | 2,7 | 26.286 | 26.286 | 2,35 |
| El Tanque | 3.236 | 3.236 | 0,4 | 3.723 | 3.723 | 0,33 |
| Tegueste | 10.146 | 10.146 | 1,24 | 12.858 | 12.858 | 1,15 |
| La Victoria de Acentejo | 8.304 | 8.304 | 1,02 | 9.174 | 9.174 | 0,82 |
| Vilaflor | 1.822 | 1.822 | 0,22 | 2.141 | 2.141 | 0,19 |
| **TOTAL** | **817.725** | **817.725** | | **1.117.205** | **1.117.205** | |

*Tabla 10.10 Generación de RCD por municipios. Tenerife 2004 y 2016 (T/año). (PTEOR)*

### *10.4.4 Descripción del modelo de gestión.*

El esquema básico del flujo de residuos de construcción y demolición y restos de desmonte que sigue este modelo de gestión se basa en el aprovechamiento final de los residuos, bien a través del depósito en canteras (los residuos de rechazo), o bien su comercialización directa al mercado o bien la entrega a los gestores. Ahora bien, para que esto se produzca, esta corriente de residuos presenta algunos procesos intermedios.

Estos residuos tienen un origen desigual: grandes obras civiles, de reformas, desmontes, etc. La gestión de estos residuos comienza con el

traslado de estos residuos a los lugares habilitados para depósito y tratamiento final. Según sea la procedencia de los RCD, pequeño productor o mediano/gran productor estos se depositarán, en los puntos limpios o de forma directa, en las estaciones de transferencia, o en las plantas de tratamiento de residuos que, tras un proceso de de selección mecánica o manual, daría como resultado una clasificación de éstos en: áridos reciclados, voluminosos, y residuos de rechazo.

El presente modelo es un modelo descentralizado, que se basa en ubicar plantas de tratamiento repartidas por la Isla, de tal forma que se coloquen más plantas en zonas donde previsiblemente la generación vaya a aumentar.

De esta forma se reduce el transporte de RCD y se incrementa la vida útil de cada vertedero de inertes. No obstante, el coste de tratamiento e inversión por tonelada es mayor, en principio, que en el modelo centralizado.

Por lo tanto, en 2016, la totalidad de los RCD generados, 1.117.205 toneladas, serían tratados en las distintas plantas de tratamiento y reciclaje.

### *10.4.5 Infraestructuras.*

Para la implementación del modelo de RCD son necesarias la instalación de diversas infraestructuras que aseguren la correcta gestión en el futuro de los RCD a lo largo y ancho de la Isla.

A la hora de establecer el número de PTR se debe tener en cuenta la cantidad de residuos que van a llegar a las mismas ya que, por un lado, estas plantas recibirán los RCD generados en grandes obras y demoliciones y, por otro lado, se cuenta con los rechazos y material no tratable en la ET. A efectos de contar con la seguridad de no infradimensionar las PTR, se concluye que las PTR deben ser capaces de gestionar la totalidad de los RCD generados en la Isla.

Se puede distinguir entre dos tipos de infraestructuras principales asociadas al modelo de gestión de RCD propuesto: infraestructuras logísticas e infraestructuras de tratamiento propiamente dichas.

Las infraestructuras logísticas, que estarían formadas por:

- Los puntos limpios (PL) de la red asociada a la gestión de residuos urbanos, RAEE y voluminosos
- Las estaciones de transferencia (ET) de RCD, especialmente construidas para este fin.

Mientras que las infraestructuras de tratamiento propiamente dichas**,** estarían constituidas por las plantas de tratamiento y reciclaje (PTR) de RCD y las plantas de gestión de desmontes (PGD).

En primer lugar, se completará la actual red de puntos limpios (PL) hasta las 18 instalaciones, en las comarcas señaladas en dicha tabla; una iniciativa que crea infraestructuras comunes para varias corrientes de residuos.

Por otra parte, se propone la construcción de las plantas de tratamiento y reciclaje (PTR) que sean necesarias para la gestión de los RCD en la Isla y que podrán ubicarse en los ámbitos de implantación de infraestructuras de gestión de residuos que permitan la ubicación de este tipo de instalaciones o en suelo rústico de protección de infraestructuras cuando esté expresamente previsto en el planeamiento conforme a las condiciones establecidas en las Normas.

La ubicación de estas plantas en los ámbitos extractivos se considera idónea, dado que la actividad extractiva ya ha degradado la zona y los procesos que se desarrollan, triturado, cribado, etc, son asimilables a algunos de los realizados en el ámbito minero. También hay que tener en cuenta que la fracción rechazo de los RCD tratados en las PTR, es idónea para el relleno de canteras, lográndose un doble objetivo:

- Vertido de esta fracción, impidiendo su depósito en vertederos ilegales, cunetas y barrancos.
- Restauración, tal como obliga la normativa, de las canteras.

Por último, se establece la construcción de 3 estaciones de transferencia (ET), de las características descritas en el apartado anterior, ubicadas en las comarcas de Daute, el Valle de La Orotava y Suroeste, que no cuenten con ámbitos extractivos en los que localizar PTR. Estas estaciones actuarían como centros logísticos que racionalicen el transporte y el tratamiento de RCD en la Isla.

| Comarca | PL | ET | PGD | PTR |
|---|---|---|---|---|
| Ycoden-Daute-Isla Baja | 2 | 1 | S/M | S/M |
| Valle de La Orotava | 1 | 1 | S/M | S/M |
| Acentejo | 1 | - | S/M | S/M |
| Metropolitana | 5 | - | S/M | S/M |
| Valle de Güímar | 1 | - | S/M | S/M |
| Sureste | 2 | - | S/M | S/M |
| Abona | 4 | - | S/M | S/M |
| Suroeste | 2 | 1 | S/M | S/M |
| Total | **18** | **3** | **S/M** | **S/M** |

*PL = punto limpio*

*ET = estación de transferencia de RCD*

*PGD = planta de gestión de desmontes*

*PTR = planta de tratamiento y reciclaje de RCD*

*S/M = según mercado*

*Tabla 10.11 Infraestructuras asociadas a la gestión de RCD en Tenerife. 2016. (PTEOR)*

## *10.5.- MODELO DE GESTIÓN DE LODOS DE DEPURADORA EDAR.*

### *10.5.1 Introducción.*

Los lodos de EDAR (estación depuradora de aguas residuales) urbanas están contemplados en la Lista Europea de Residuos con el código 19 08 05. Son un residuo generado en los procesos de depuración de las aguas residuales urbanas, concretamente se generan en las purgas de los sistemas aerobios y anaerobios de depuración y constituyen una materia que, en bruto, posee un elevado porcentaje de agua, en torno a un 90-95%. Por otro lado, se trata de un residuo con un alto contenido de materia biodegradable, lo cual origina problemas de olores en caso de tratamiento inadecuado. En la propia EDAR los lodos son sometidos a un tratamiento de deshidratación que, en función del tamaño de la depuradora y desarrollo tecnológico de la misma, puede ser mediante filtros banda o bien mediante centrífugas. Las centrifugas consiguen lodos con un menor porcentaje de agua que los filtros banda, pudiéndose llegar a sequedades superiores al 22%.

En la actualidad, la gestión dada a los lodos de EDAR se realiza mediante deshidratación en las EDAR y su posterior transporte al Complejo Ambiental de Tenerife, donde se procede a su vertido. La generación actual de lodos de EDAR, en función de los datos proporcionados por las EDAR de la Isla se encuentra en 29.205 t/año.

El tejido de EDAR de la Isla está en pleno proceso expansivo, de tal forma que a medio plazo gran parte de la población se encuentre atendida por sistemas de depuración de aguas. A este respecto cabe destacar la principal disposición legal, Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas, respecto a la obligación de que las aglomeraciones de más de 10.000 habitantes deben estar atendidas por un sistema de depuración antes del 31 de diciembre del 2005.

### *10.5.2 Principios básicos y objetivos.*

Los principios básicos de referencia a la hora de establecer la gestión de los lodos, son los siguientes:

- **Reducción en origen**. Dado el elevado porcentaje de agua que contienen los lodos de EDAR se establecerá la obligatoriedad de implantar en todas las EDAR urbanas sistemas adecuados de deshidratación de lodos, preferentemente centrífugas. Al reducir el porcentaje de agua se reducirá el transporte y por lo tanto los costes asociados al mismo.
- **Vertido cero de lodos de EDAR frescos.** No se verterán los lodos sin haberlos sometido a tratamientos previos que reduzcan, al menos, su contenido en agua.
- **Responsabilidad del productor.** El productor del residuo es quien debe prever y hacer frente a la responsabilidad de su correcta gestión ambiental.
- **Internalización de costes**. Todos los costes relativos al proceso de gestión de los lodos de EDAR serán trasladados al canon de saneamiento, de tal forma que las EDAR puedan hacer frente a los costes de transporte y gestión de los lodos.

Los objetivos de gestión integrada del modelo de gestión de los lodos de EDAR urbanas son:

- Garantizar la recogida y transporte de todos los lodos generados en la Isla, incluidos aquellos procedentes de fosas sépticas y pequeñas depuradoras de hoteles, urbanizaciones, etc.
- Promover la creación de una red de transportistas autorizados que contribuyan a cumplir el objetivo anterior.
- Promover programas de reducción en origen de los lodos de EDAR. Estos programas se centrarán en mejorar los sistemas de deshidratación de lodos en las EDAR.
- Favorecer una gestión de los lodos acorde con la jerarquía de gestión de residuos, minimización, reutilización, reciclado, valorización energética y vertido.

- Acorde con el objetivo anterior se promoverá el uso de los lodos tratados de EDAR en la actividad agraria, en los términos y definiciones que se especifican en el Real Decreto 1310/1990, de 29 de octubre de 1990 por el que se regula la utilización de los lodos de EDAR en el sector agrario (ver Directiva 86/278/EEC, de 12 de junio de 1986, de la que el RD es transposición). Esta legislación permite el uso de lodos de EDAR que hayan sido tratados por una vía biológica, química o térmica o mediante almacenamiento a largo plazo o por cualquier otro procedimiento apropiado.

En caso de que la demanda para su uso en la actividad agraria no cubra toda la generación de lodos, se procederá a reducir la humedad de los mismos de forma que se reduzcan sustancialmente su peso y su volumen de cara al tratamiento final.

| **Lodos de EDAR** | **Compostaje** | **Recogida de lodos al 22% sequedad (78% humedad)** | | **Secado térmico o solar al 85% sequedad (15% humedad)** | | **Vertido directo sin tratamiento** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **t/a** | **%** | **t/a** | **%** | **t/a** | **%** |
| Lodos generados | Según demanda | 171.129 | 100% | 44.292 | 100% | 0 | 0% |

*Tabla 10.12 Objetivos de gestión integrada de los lodos de EDAR. 2016 (T/año y %). (PTEOR)*

### *10.5.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.*

El incremento poblacional, así como la implantación de nuevas depuradoras, va a originar un notable incremento en la generación de los lodos de EDAR generados en el año 2004: 29.205 toneladas/año. Debido a estas circunstancias, se espera que la generación total de lodos evolucione de la siguiente forma:

| Año | 90% Población hecho | t/año lodos de EDAR |
|---|---|---|
| **2010** | 929.057 | 145.795 |
| **2011** | 952.627 | 149.494 |
| **2012** | 977.413 | 153.384 |
| **2013** | 1.003.498 | 157.477 |
| **2014** | 1.030.974 | 161.789 |
| **2015** | 1.059.936 | 166.334 |
| **2016** | 1.090.490 | 171.129 |

*Tabla 10.13 Generación potencial de lodos de EDAR en la isla de Tenerife (22% de materia seca). (PTEOR)*

### *10.5.4 Descripción modelo de gestión*

Por EDAR urbana se entienden las grandes infraestructuras de depuración construidas o en planificación, propiedad bien del Consejo Insular de Aguas o de los grandes ayuntamientos de la Isla. Entre estas EDAR cabe mencionar la de Buenos Aires (Santa Cruz de Tenerife), Adeje-Arona y La Orotava.

Este modelo de gestión se basaría en la centralización de los procesos de mayor nivel de complejidad o requerimientos de superficie en determinados lugares, manteniendo en todas ellas tratamientos primarios de base mediante:

a) El establecimiento de un tratamiento intermedio de secado de lodos en zonas potenciales de acumulación de los mismos.

El estudio de los datos de prognosis de generación de lodos de EDAR en la Isla indica que existen tres claros polos de generación, cada uno de los cuales tiene asociada una EDAR de referencia. Concretamente son: la Comarca del Área Metropolitana a través de la EDAR de Buenos Aires, el Valle de La Orotava, con la EDAR de La Orotava, y en la comarca de Abona, la EDAR de Adeje-Arona. Por lo tanto, estas tres EDAR se presentan como EDAR de referencia, dentro de las cuales es factible efectuar la agrupación de los lodos generados en la zona. De cara a reducir la cantidad de lodos a transportar hasta las plantas de tratamiento final se propone realizar un secado térmico de los lodos en ellas recogidos.

b) La implantación de las infraestructuras de tratamiento final, vertido, valorización energética o destrucción térmica en un único emplazamiento dado que esto facilitaría su control y reduciría los costes operativos.

Las ventajas serían:

a) No sería necesario incrementar el tamaño de las EDAR de la Isla. Únicamente deberían acometerse ampliaciones de las EDAR de La Orotava, Buenos Aires (Santa Cruz de Tenerife) y Adeje-Arona, ya que en ellas se va a implantar el secado térmico de lodos.

b) Reducción del transporte de lodos a través de la Isla: la sequedad de los lodos se incrementa en todos los flujos de transporte, tanto desde las pequeñas EDAR hasta las EDAR de referencia, gracias a las centrífugas que pasan los lodos desde un 4% a un 22% de materia seca, como desde las EDAR de referencia al centro final de tratamiento, ya que las secadoras térmicas incrementan el porcentaje de materia seca desde un 22% a un 85%, resultando finalmente 37.475 t/año de lodos que habrá que transportar desde las EDAR de referencia a la planta de valorización energética en el Complejo Ambiental de Tenerife, si no se destinan a agricultura.

c) Se reducen los costes operativos del tratamiento final gracias a las economías a escala.

Este modelo de gestión se presenta como la opción más adecuada ya que presenta sinergias con el modelo de gestión de residuos urbanos, debido a que comparten la infraestructura final, planta de valorización energética.

En principio, se trata de verter el mínimo posible de residuos de todo tipo incluidos los secundarios que resultan de tratamientos previos en este caso deshidratación y secado térmico y solar, tratando muchos menos residuos secundarios. Por otra parte, este modelo con valorización energética de los lodos secos al 85% m.s. aprovecha energéticamente unos residuos que son biomasa renovable con las repercusiones positivas de esto con relación a la normativa europea, Directiva de producción de electricidad a partir de fuentes de energía renovables (en este caso 100% biomasa).

Por tanto, el modelo requerirá, por un lado, de la implantación de deshidratadoras centrifugas en cada EDAR de la Isla. Por otro lado, como principal inconveniente, es necesaria la implantación de secadoras térmicas en cada una de las tres EDAR de referencia, Buenos Aires (Santa Cruz de Tenerife), La Orotava y Adeje-Arona. Finalmente, se empleará como tratamiento final la planta de valorización energética diseñada para el modelo de gestión de residuos urbanos.

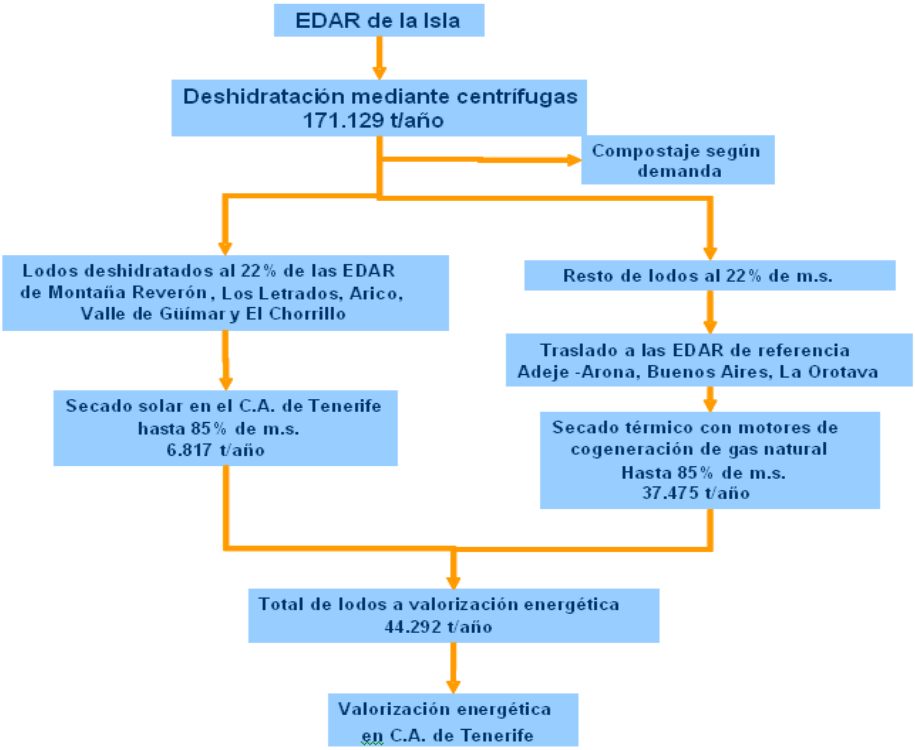



*Figura 10.1 Esquema tratamiento lodos de depuradora. (PTEOR)*

### *10.5.5 Infraestructuras*

La implantación del modelo requiere las siguientes infraestructuras:

- **Deshidratadoras centrífugas**: su función será la de reducir el contenido de agua de los lodos de EDAR de cara a reducir los costes de transporte. Esto justifica su implantación en todas las EDAR de la Isla.
- **Secadoras térmicas**: se trata de infraestructuras que requieren una elevada inversión y que necesitan una cantidad mínima de lodos para funcionar. En la Isla existen 3 EDAR que generan el 70% de los lodos de la Isla: EDAR de Buenos Aires, EDAR de Adeje-Arona, EDAR del Valle

de La Orotava. Además, estas EDAR se encuentran en los "centros de gravedad" poblacional de la Isla. Por lo tanto, se determina que las secadoras térmicas se instalarán en cada una de estas EDAR.

- **Secadora solar de lodos**: al tratarse de una infraestructura que requiere una elevada cantidad de terreno, se decide ubicarla en el Complejo Ambiental de Tenerfie.
- **Planta de Valorización Energética**: esta infraestructura se ha contemplado en el modelo de gestión de residuos urbanos justificándose su ubicación.

La capacidad de las infraestructuras de tratamiento de los lodos viene recogida en la tabla siguiente:

| Infraestructuras | Todas las EDAR de la Isla | Complejos Supramunicipales | | | | Complejo Insular |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Valle de La Orotava | Buenos Aires | Adeje-Arona | C.A de Tenerife | C.A de Tenerife |
| Deshidratadoras centrífugas, hasta el 22% m.s. | En función de la producción de lodos de cada EDAR | - | - | - | - | - |
| Secadoras térmicas, hasta el 85% m.s. | - | 8.495 | 17.964 | 11.017 | - | - |
| Secadora solar, hasta el 85% m.s. | - | - | - | - | 6.817 | - |
| Planta de Valorización Energética | - | - | - | - | - | 44.292 |

*Tabla 10.14 Capacidad de las infraestructuras (Tn/año) de gestión de lodos de EDAR. Tenerife. 2016 . (PTEOR)*

## *10.6.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS VOLUMINOSOS (RV)*

### *10.6.1 Introducción.*

Se consideran residuos voluminosos aquellos materiales de desecho que, por su forma, tamaño, volumen o peso requieran sistemas de recogida y

transporte especiales que aseguren el tratamiento y eliminación más idónea, de acuerdo a sus características. Algunos ejemplos de residuos voluminosos son: muebles, colchones y enseres. Están recogidos en la Lista Europea de Residuos (LER) con el código 20 03 07.

Este tipo de residuos tiene una serie de características que originan problemas específicos, distintos a los de otros flujos de residuos:

- Tienen un elevado tamaño, lo que dificulta su recogida, transporte y gestión.
- Dado que su generación es discontinua, resulta complejo establecer tasas de generación y, por lo tanto, implantar sistemas de gestión.

La estrategia de gestión de los residuos voluminosos está basada en lograr la recogida separada del máximo de muebles y enseres, y en alargar la vida útil de dichos productos.

Para, el año 2005, se estimaron en 40.513 las toneladas de residuos voluminosos generados, lo que supone una media de 44 Kg/habitante y año para la población de hecho. En otras latitudes (París, 2004) se ha detectado una generación de 80 kilogramos por habitante y año para estos mismos residuos.

La generación de residuos voluminosos va muy ligada al crecimiento de la población de derecho y de hecho (incluye turismo) y al aumento del nivel de renta (enriquecimiento) de la misma que, habitualmente, tiene como consecuencia una mayor rotación del ajuar doméstico.

Por todo ello, es presumible que la generación de residuos voluminosos siga incrementándose hasta los 49,1 Kg/habitante y año en 2016, lo que unido al aumento de la población de hecho, hasta 1.211.656 habitantes, hace que las previsiones de generación pasen de las mencionadas 40.513 toneladas (2005) a las 59.479 toneladas (2016).

De cara al futuro, el PTEOR se plantea recoger, de forma separada, el 70% de los residuos voluminosos generados en la Isla, lo que alcanzaría las 41.636 toneladas en el año 2016. De éstas se espera obtener un índice de

reutilización del 70%, lo que permitiría reintroducir en los circuitos económicos 29.145 toneladas de muebles y enseres en 2016.

### *10.6.2 Principios básicos y objetivos*

Los principios básicos de referencia a la hora de establecer el presente modelo de gestión de residuos voluminosos son:

- Promoción de la reutilización y reciclado de los residuos voluminosos. La reutilización y reciclado de los mismos contribuirá a:
  - Reducir la cantidad de residuos que acaban en infraestructuras finales de tratamiento.
  - Poner de nuevo en el mercado enseres que si no acabarían en vertedero.
  - Potenciar una cultura del valor de uso de los productos, muebles y enseres reutilizados.
- Implicación de la administración. Ésta proporcionará a los agentes implicados en la gestión de estos residuos las infraestructuras públicas necesarias para la correcta gestión de estos residuos.

Los objetivos de gestión integrada del presente modelo de gestión son:

- Fomentar la prevención de la generación de este tipo de residuos.
- Fomentar el uso de las plantas de transferencia y puntos limpios como zonas logísticas de acopio y primera selección de estos residuos.
- Potenciar el valor social de la gestión de los residuos voluminosos a través de la colaboración con entidades de economía social.
- Potenciar la restauración de estos residuos a través del apoyo a la creación de redes virtuales y físicas de intercambio y de establecimientos de restauración.

Desde un punto de vista cuantitativo, los objetivos de gestión se recogen en la tabla siguiente:

| Tipo de residuo | RESIDUOS VOLUMINOSOS PRIMARIOS SEGÚN RECOGIDA | | RESIDUOS VOLUMINOSOS SECUNDARIOS SEGÚN GESTIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Recogida selectiva del total de residuos voluminosos generados (70% del total) | No recogidos selectivamente (30% del total) | Reutilización y reciclado de los residuos voluminosos procedentes de la recogida selectiva | Fracción recogida selectivamente no reciclada y residuos voluminosos no recogidos selectivamente | Vertido directo | |
| | t/año | t/año | t/año | t/año | t/año | % |
| Residuos voluminosos generados en la Isla | 41.636 | 17.844 | 29.145 | 30.334 | 0 | 0 |

*Tabla 10.15 Objetivos de gestión integrada de residuos voluminosos. 2016 (T/año). (PTEOR)*

Es decir, en el año 2106, de las 59.479 toneladas que se espera se generen de este tipo de residuos, el presente modelo de gestión plantea que se recojan selectivamente el 70% del total, es decir 41.636 toneladas, mientras que el 30%, es decir 17.844 toneladas no se recogerían selectivamente.

De los recogidos de forma selectiva, se plantea además que un 70% sea reutilizado o reciclado, lo que totaliza las 29.145 toneladas reflejadas en la tabla anterior, con lo que los residuos voluminosos no aprovechables alcanzarían la cifra de 30.334 toneladas, en el año 2016.

### *10.6.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis*

| Año | Voluminosos | | |
|---|---|---|---|
| | Población de hecho | Variación del ratio Kg/habitante y año | t/año de Voluminosos |
| **2004** | 902.992 | 44.0 | 40.000 |
| **2005** | 920.739 | 44,0 | 40.513 |
| **2006** | 939.397 | 44,4 | 41.747 |
| **2007** | 960.989 | 44,9 | 43.133 |
| **2008** | 983.621 | 45,3 | 44.591 |
| **2009** | 1.007.361 | 45,8 | 46.124 |
| **2010** | 1.032.286 | 46,2 | 47.737 |
| **2011** | 1.058.474 | 46,7 | 49.438 |
| **2012** | 1.086.014 | 47,2 | 51.232 |
| **2013** | 1.114.998 | 47,6 | 53.125 |
| **2014** | 1.145.526 | 48,1 | 55.125 |
| **2015** | 1.177.707 | 48,6 | 57.241 |
| **2016** | 1.211.656 | 49,1 | 59.479 |

*Tabla 10.16 Prognosis de generación de residuos voluminosos. (PTEOR)*

A la hora de elaborar el modelo de gestión de estos residuos resulta interesante conocer su generación, no solo globalmente para el caso en la Isla, sino también en otros ámbitos territoriales.

Se diferencian dos ámbitos territoriales: comarca y zona de gestión de cada planta de transferencia

| Comarca | 2004 | 2016 |
|---|---|---|
| Abona | 5.952 | 12.934 |
| Acentejo | 2.634 | 3.562 |
| Daute | 2.379 | 2.822 |
| Metropolitana | 17.101 | 21.517 |
| Sureste | 800 | 1.075 |
| Suroeste | 4.104 | 7.801 |
| Valle de Güímar | 1.432 | 2.326 |
| Valle de La Orotava | 5.597 | 7.443 |
| **TOTAL** | **40.000** | **59.479** |

*Tabla 10.17 Generación actual y futura por comarcas (T/año). (PTEOR)*

### *10.6.4 Descripción modelo de gestión.*

Debido a las características intrínsecas de este tipo de materiales, el procedimiento de recogida de estos residuos se realizará mediante las siguientes opciones:

- La entrega en los puntos limpios de la red logística de recogida y manejo de residuos por parte de los ciudadanos.
- El depósito en la acera, en los lugares y días, que se determine por los respectivos ayuntamientos.

Desde estos puntos de recogida, se transportarán los residuos hasta las plantas de clasificación de voluminosos que la administración dispondrá para su posterior tratamiento. Estas plantas de clasificación de voluminosos se ubicarán en las plantas de transferencia de Arona, El Rosario, La Orotava y Tacoronte, así como en el Complejo Ambiental de Tenerife. En estas infraestructuras se realizarán las siguientes tareas:

- La gestión de los residuos reutilizables por parte de entidades de economía social.
- Aquellos residuos que no se separen para su reutilización, se triturarán con el fin de reducir los costes de transporte.

Mientras que la gestión de la fracción triturada de residuos consistirá en el depósito de los materiales no reutilizados o aprovechados para otros usos en la celda operativa para residuos no peligrosos del Complejo Ambiental de Tenerife. Aunque, este modelo de gestión pueda reducir la vida útil de las celdas de vertido.

### *10.6.5 Infraestructuras*

Infraestructuras:

**Puntos limpios**: a ellos los ciudadanos y pequeñas empresas podrán llevar los residuos voluminosos generados en el hogar. La justificación de estas infraestructuras, así como su ubicación y número se encuentra en el modelo de gestión de residuos urbanos.

**Plantas de clasificación de voluminosos (PCV)**: por un lado están las PT que cuentan con Plantas de Clasificación de Voluminosos, en las que entidades de economía social hacen una primera separación de estos residuos para su posterior distribución. Estas PT son:

- PT-2 La Orotava- Planta de tratamiento de voluminosos
- PT-3 Malpaso-Arona- Planta de tratamiento de voluminosos
- PT-4 El Rosario- Planta de tratamiento de voluminosos
- PT-5 Tacoronte- Planta de tratamiento de voluminosos
- PT-6. Güímar- Planta de tratamiento de voluminosos
- Complejo Ambiental de Tenerife

Su posición en los principales centros poblacionales y su tamaño determinan que en ellas se implanten zonas para la gestión de estos residuos.

El resto de PT (La Guancha y Adeje) funcionarán como puntos limpios para estos residuos.

**Molinos trituradores en las Plantas de Clasificación de Voluminosos (PCV)**: En las plantas de transferencia donde se localicen PCV se instalarán molinos trituradores de residuos voluminosos para la reducción de

volumen de aquellos residuos que no hayan sido separados, para su posterior utilización o restauración, de manera que su transporte al vertedero sea más eficiente desde el punto de vista económico y ambiental.

**Puesta a disposición del Polígono de Empresas Recicladoras**: En el marco del presente PTEOR, se pondrá a disposición de las entidades de economía social dedicadas a la restauración y comercialización de este tipo de residuos, suelo para la ubicación de una planta de restauración de residuos voluminosos reutilizables, como medida práctica de prevención de gran repercusión y de contenido social desde el punto de vista económico.

**Vertedero**: el vertedero donde se depositarán las fracciones no reutilizables ni reciclables será el mismo que el empleado para los residuos no peligrosos. Su ubicación está justificada en el modelo de gestión de RU.

## *10.7.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE).*

### *10.7.1 Introducción.*

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) constituyen un flujo de residuos que en los últimos años ha experimentado un notable crecimiento debido principalmente a:

- Incremento del nivel de vida de las familias, lo cual, junto con una reducción del coste de los mismos, ha permitido el acceso a electrodomésticos.
- Notable desarrollo de la sociedad de la información, lo que ha llevado aparejado la presencia en los hogares de ordenadores, impresoras, DVD, etc.

Los RAEE presentan una característica que los distinguen de otros flujos de residuos: la presencia de compuestos peligrosos que otorga a gran parte de los RAEE la condición de residuo peligroso que debe ser gestionado como tal.

Los RAEE se clasifican en tres líneas:

- Línea blanca: electrodomésticos.
- Línea marrón: televisores, videos, cadenas de música, etc.
- Línea gris: ordenadores, aparatos de tecnologías de la información, etc.

Al igual que en el caso de los NFU, existen **sistemas integrados de gestión** que se están implantando en España y que se encargan de la gestión de este tipo de residuos, recayendo en los productores y distribuidores la responsabilidad de la correcta gestión de los mismos.

Por lo tanto, se trata de un residuo cuya gestión es responsabilidad del ámbito privado a través de los SIG correspondientes.

Al igual que con los residuos voluminosos, la estrategia de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos está basada en lograr la recogida separada del máximo de RAEE, y en alargar la vida útil de dichos productos, siempre que esto no suponga una merma de su funcionalidad u ocasione impactos medioambientales poco asumibles debido a ineficiencia energética o liberación al medio de sustancias contaminantes o generadoras de gases de efecto invernadero (por ejemplo, fluidos refrigerantes de frigoríficos).

En el caso de los RAEE, como en el de los voluminosos, los residuos generados coinciden en la práctica con los residuos recogidos de forma separada. Por lo tanto, los objetivos de recogida separada son los residuos generados esperables para un año determinado. En el presente PTEOR se plantea como objetivo la recogida de 4 kg/habitante y año en el período 2004-2006, cantidad que irá creciendo paulatinamente hasta los 8 kg/habitante y año de RAEE recogido de forma separada en 2016.

También, en este caso, como con los voluminosos, la estrategia de prevención no se centra en la disminución de la generación, sino en que los RAEE no se viertan sin control, que se recojan de forma separada a través de los circuitos adecuados y que se separen y se reintroduzcan en el ciclo de vida a través de la reutilización. Además, en el caso de los RAEE existe una Directiva europea, la 2002/96/CE, sobre residuos de aparatos eléctricos y

electrónicos, que regula la gestión de estos residuos y obliga a los estados miembros a organizar sistemas que permitan a los poseedores finales y a los distribuidores devolver, ~~al~~ de manera gratuita, estos residuos.

Asimismo, la Directiva exige que los distribuidores garanticen que estos residuos puedan ser devueltos, de forma gratuita y uno por uno, si los aparatos son de tipo equivalente a los suministrados. Por otra parte, esta Directiva obliga a los productores a garantizar la recogida de estos residuos, bien de forma individual o colectiva, lo que podrán realizar directamente o a través de sistemas integrados de gestión (SIG). Finalmente, se exige a los estados miembros que velen para que todos los RAEE recogidos de forma selectiva se transporten a instalaciones de tratamiento autorizadas, de manera que la logística de recogida selectiva y transporte se organice de tal modo que se logre la mejor reutilización y el mejor reciclado posibles de los componentes y aparatos enteros que puedan ser reutilizados o reciclados. La mencionada Directiva ha sido transpuesta a nuestro derecho interno mediante el Real Decreto 208/2005, de 25 de Febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

El artículo 3 de este real decreto contiene las medidas de prevención que se exigen a los productores de aparatos eléctricos y electrónicos, de sus materiales y de sus componentes.

Hasta el presente, la aprobación de las mencionadas normativas, europea y nacional, ha dado como resultado la creación de diferentes SIG: ECOLEC para grandes y pequeños electrodomésticos, ECOTIC para electrónica de consumo, ASIMELEC para electrónica y comunicaciones, AFEC/SIGCLIMA para equipos de climatización, TRAGAMOVIL para teléfonos móviles, etc.

Como consecuencia de la legislación sectorial aprobada, al margen de la responsabilidad de los SIG de garantizar la recogida selectiva de los RAEE, las administraciones públicas deberán garantizar la existencia de una red logística de recogida y transporte de este tipo de residuos.

### *10.7.2 Principios básicos y objetivos.*

Los principios básicos de referencia del modelo de gestión de RAEE son:

Asegurar la correcta recogida y gestión del 100% de los RAEE generados en la Isla.

Promover la implantación de empresas gestoras, de tal forma que el empleo y el PIB que esta actividad genera reviertan en la Isla.

Los costes de gestión serán asumidos por los diferentes SIG implicados en la gestión de estos residuos.

Apoyo institucional: de cara a facilitar la gestión de este residuo, la administración pondrá a disposición de los productores responsables de la gestión de estos residuos la red logística de recogida del PTEOR y suelo donde ubicar las infraestructuras de tratamiento de estos residuos, tanto en el Polígono de Industrias Recicladoras del Complejo Ambiental de Tenerife como en las áreas de implantación de infraestructuras de gestión de residuos distribuidas por toda la Isla.

Los objetivos de la gestión integrada de RAEE son:

| RAEE | Entrega a SIG en almacenes, puntos limpios y plantas de transferencia | | Vertido directo | |
|---|---|---|---|---|
| | t/año | % | t/año | % |
| RAEE generados | 9.693 | 100% | 0 | 0% |

*Tabla 10.18 Objetivos de gestión integrada de RAEE 2016 (T/año). (PTEOR)*

Se definen como RAEE a los “Aparatos eléctricos y electrónicos cuyos materiales, componentes, consumibles y subconjuntos proceden tanto de usos domésticos como de usos profesionales, a partir del momento en que pasan a ser residuos.”

Los códigos LER (Lista Europea de Residuos) que incluyen este tipo de residuos son:

- 20 01 21*: Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio
- 20 01 23*: Equipos desechados que contienen clorofluorocarbonos
- 20 01 35*: Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en el código 200121 y 200123 que contienen componentes peligrosos.
- 16 02 09*: Transformadores y condensadores que contienen PCB
- 16 02 10*: Equipos desechados que contienen PCB, o están contaminados por ellos distintos de los especificados en el código 160209
- 16 02 11*: Equipos desechados que contienen clorofluorocarburos, HCFC, HFC
- 20 01 36: Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 200121, 200123 y 200135
- 16 02 12*: Equipos desechados que contienen amianto libre

### *10.7.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.*

En el punto 4.1 de la Memoria Informativa se detalla la prognosis de generación de RAEE. Los resultados obtenidos son:

| | RAEE | | |
|---|---|---|---|
| | **Población de hecho** | **Kg /habitante y año a recoger** | **t/año de RAEE a recoger** |
| **2004** | 902.992 | 4 | 3.612 |
| **2005** | 920.739 | 4 | 3.683 |
| **2006** | 939.397 | 4 | 3.758 |
| **2007** | 960.989 | 5 | 4.805 |
| **2008** | 983.621 | 5 | 4.918 |
| **2009** | 1.007.361 | 5 | 5.037 |
| **2010** | 1.032.286 | 6 | 6.194 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2011** | 1.058.474 | 6 | 6.351 |
| **2012** | 1.086.014 | 6 | 6.516 |
| **2013** | 1.114.998 | 7 | 7.805 |
| **2014** | 1.145.526 | 7 | 8.019 |
| **2015** | 1.177.707 | 8 | 9.422 |
| **2016** | 1.211.656 | 8 | 9.693 |

*Tabla 10.19 Prognosis de generación de RAEE. (PTEOR)*

### *10.7.4 Descripción modelo de gestión.*

A la hora de plantear el modelo de gestión de estas corrientes de residuos es importante hacer constar el hecho de que en la actualidad se están implantando en España varios sistemas integrados de gestión (SIG) con la obligación legal de hacerse cargo de la gestión de estos residuos.

Los diferentes productores de aparatos eléctricos y electrónicos han establecido los correspondientes SIG que dan cobertura a la mayoría de los RAEE:

- Grandes electrodomésticos
- Pequeños electrodomésticos
- Equipos de informática y telecomunicaciones
- Aparatos electrónicos de consumo
- Juguetes o equipos deportivos o de tiempo libre
- Aparatos médicos (excepto todos los productos implantados e infectados).
- Aparatos de vigilancia o control
- Maquinas expendedoras

El modelo de gestión de esta corriente de residuos, como se mencionaba con anterioridad, es responsabilidad del ámbito privado (SIG). No obstante, se plantea que la recogida de los RAEE pueda realizarse de varias maneras:

- Depósito por parte de los ciudadanos en los puntos limpios. En ellos los ciudadanos podrán depositar estos residuos siempre que no superen los límites establecidos por la normativa correspondiente.
- Entrega en los puntos logísticos privados que a tal efecto dispongan los SIG.
- Entrega a las recogidas municipales mediante el depósito en zonas de recogida en días determinados.

Con el objeto de facilitar la gestión de estos residuos, proporcionando la implantación de los diferentes SIG, la administración pondrá a disposición de gestores y productores las siguientes infraestructuras:

a) Puntos de recogida

Como puntos de recogida se determina que se situarán en la red de puntos limpios actuales y previstos de la Isla. Desde los puntos limpios los RAEE serán conducidos a la red de plantas de transferencia con sistema de tratamiento y clasificación de RAEE (ver punto b).

Asimismo, funcionarán como zonas de recogida las plantas de transferencias que no tengan estas zonas de tratamiento: Güímar y La Guancha, ya que estas plantas tienen asociados puntos limpios.

b) Puntos de almacenamiento

Se establecen como puntos de almacenamiento las plantas de transferencia que tendrán una zona de gestión para estos residuos: Adeje, El Rosario, La Orotava y Tacoronte. En estas plantas se realizarán las siguientes tareas:

- Intercambio de RAEE productores- gestores.
- Aprovechamiento de los RAEE reutilizables por parte de asociaciones benéficas.
- Entrega de los RAEE a los gestores finales. Los gestores finales serán los encargados de extraer de los RAEE los diferentes materiales reciclables y dar correcta gestión a los residuos peligrosos contenidos en los mismos.

Además, con objeto de que las empresas dedicadas a la gestión de RAEE, entre otras, puedan disponer de suelo destinado a la implantación de infraestructuras para la gestión de residuos, el PTEOR establece la necesidad de que el planeamiento urbanístico reserve suelo urbano o urbanizable destinado a este fin, que no podrá tener otro destino que el de gestión de residuos.

### *10.7.5 Infraestructuras.*

Serán los correspondientes SIG, los que determinen la gestión de estos residuos.

No obstante, la administración pondrá a disposición de los SIG tres infraestructuras para facilitar la gestión de estos residuos:

Puntos limpios: donde los ciudadanos podrán depositar los RAEE generados en el ámbito doméstico. La justificación de estas infraestructuras se encuentra en el modelo de gestión de residuos urbanos.

Planta de Transferencia: se dispondrán las PT de Adeje, El Rosario, La Orotava y Tacoronte como zonas de gestión primaria de estos residuos. Estas plantas se encuentran ubicadas en zonas que cuentan con mucha población, en las que se genera el 75% del total de RAEE de la Isla, lo cual justifica su elección en detrimento de las otras PT donde la población asociada en menor y la instalación de infraestructuras de intercambio resultaría muy costoso.

Además de poner a disposición de los SIG las infraestructuras públicas antes citadas, con objeto de que estas empresas puedan localizarse adecuadamente, el PTEOR establece la necesidad de que el planeamiento urbanístico reserve con carácter obligatorio suelo urbano y/o urbanizable necesariamente destinado a la implantación de infraestructuras de gestión de residuos.

## *10.8.- MODELO DE GESTIÓN DE SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL NO DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO (SANDACH)*

### *10.8.1 Introducción.*

El Reglamento (CE) n° 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de octubre de 2002 por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano.

Se clasifican en tres categorías según su capacidad infectiva, que de manera resumida serían:

Categoría 1: entre los que están todas las partes del cuerpo de los animales sospechosos de estar infectados por una encefalopatía espongiforme transmisible (EET) y animales de compañía, de zoológico y de circo.

Categoría 2: estiércoles, animales o partes de animales, que no sean de categoría 1, que mueran sin ser sacrificados para el consumo humano,

Categoría 3: partes de animales sacrificados que se consideren aptos para el consumo humano de conformidad con la normativa comunitaria, pero no se destinen a este fin por motivos comerciales o subproductos animales derivados de la elaboración de productos destinados al consumo humano.

Los subproductos de origen animal no destinados al consumo humano constituyen un residuo de diferentes fuentes de generación y peligrosidad potencial. Su generación se localiza principalmente en:

- Mataderos industriales.
- Carnicerías y centros de despiece.
- Explotaciones ganaderas.

La aparición de casos de Encefalopatía Espongiforme Bobina (EEB) en ganado bovino obligó a la adopción de una serie de medidas conducentes a limitar el riesgo de transmisión de la enfermedad, vía cadena alimentaria, al hombre. La EEB se transmite al hombre en forma de enfermedad degenerativa del sistema nervioso denominada Enfermedad de Creutzfeldt-Jakob. Las

actuaciones encaminadas al control de esta enfermedad se han centrado en las siguientes líneas:

- Eliminación de los materiales especificados de riesgo (MER).
- Eliminación y destrucción de los cadáveres en las explotaciones.
- Prohibición temporal del uso de las harinas de carne y hueso en la alimentación de los animales de granja.

Estos ejes de actuación reducen las opciones de tratamiento de los materiales MER a un tratamiento térmico. Por otro lado la prohibición del enterramiento de animales muertos en granja directamente en estos terrenos aconseja proceder a la gestión conjunta de todos los restos animales, sean o no MER.

El Real Decreto 1429/2003 por el que se regulan las condiciones de aplicación de la normativa comunitaria en materia de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano (SANDACH), también, establece los métodos de gestión para cada una de las 3 categorías de restos animales identificadas:

- Los animales de compañía muertos pueden eliminarse directamente como residuos mediante enterramiento.
- Los siguientes subproductos animales procedentes de zonas remotas pueden ser eliminados mediante incineración o enterramiento, realizados in situ en ambos casos:
  - Los cuerpos enteros de animales muertos que contengan MER.
  - Material de la categoría 2.
  - Material de la categoría 3.
- Los subproductos animales pueden ser eliminados como residuos mediante incineración o enterramiento in situ en ambos casos, en el supuesto de brote de enfermedades contenidas en la Lista A.

El Real Decreto 1911/2000 por el que se regula la destrucción de los materiales especificados de riesgo en relación con la EEB transmisibles, establece el método de tratamiento de los residuos animales MER. La destrucción de los MER deberá realizarse mediante inhumación después de someterlos aun tratamiento que cumpla las siguientes condiciones:

- Dimensión máxima de las partículas: 50 milímetros.
- Temperatura: > 133 ºC.
- Presión absoluta producida por vapor saturado mayor o igual a 3 bar.

Cuando fuera posible la utilización de instalaciones de incineración se podrán destruir mediante los siguientes medios:

- Incineración o co-incineración tras un procesamiento previo, reflejados en el Anexo II del RD 2224/1993.
- Mediante incineración sin tratamiento previo.

Las anteriores normativas determinan la alternativa de gestión de los SANDACH.

### *10.8.2 Principios básicos y objetivos*

Los objetivos del modelo de gestión de SANDACH son:

- Asegurar la recogida de los MER generados en la Isla, adecuando los correspondientes sistemas de almacenamiento y control.
- Informar y concienciar para impedir la mezcla de los MER con el resto de los residuos.
- Informar y concienciar para impedir las prácticas tradicionales como enterrar los animales muertos en las propias granjas.
- Asegurar la recogida de los animales muertos generados en las explotaciones ganaderas en la Isla.
- Asegurar la recogida de los animales muertos de origen doméstico.
- Posibilitar la instalación de crematorios de animales domésticos.

- Establecer los correspondientes sistemas de análisis de los restos MER de cara a descartar la presencia de priones.
- Establecer los correspondientes sistemas de eliminación final de estos restos, minimizando el impacto sobre el medio ambiente y las personas.
- Posibilitar la gestión de los SANDACH de categorías 2 y 3 a través de biodigestión y posterior tratamiento, preferiblemente compostaje.
- Establecer el correspondiente registro de cara a contabilizar los SANDACH generados anualmente, identificando los principales productores de cara a mejorar el sistema de recogida.

### *10.8.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis*

La cantidad total de SANDACH generados en Tenerife es:

| | MER | Animales muertos en explotaciones no MER | Otros restos | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| **t/año** | 766 | 934 | 15 | **1715 t/año** |

*Tabla 10.20 Generación anual de SANDACH. (PTEOR)*

Los datos anteriores son aproximaciones establecidas a partir de estimaciones del sector ganadero y los datos obtenidos del Matadero Insular de Tenerife (MIT) para el año en 2004, los cuales deben ser confirmados una vez se cree el Observatorio de los Residuos de Tenerife. Hay que señalar, así mismo, que estos datos van en función de los censos ganaderos que se toman de partida y de las mortalidades estimadas que son volubles en el año y por zonas de la Isla. Por lo que han de tomarse como mera aproximación al volumen que se genera al año. Una vez aprobado el PTEOR se hará necesario un estudio pormenorizado, sobre todo de cara a implantar un sistema de recogida.

En los “MER” se incluyen 603 t/año de animales muertos en granja considerados MER (rumiantes de abasto: vacuno, ovino y caprino) y 163 t/año generadas en el MIT.

En “animales muertos en explotaciones no MER” se incluyen porcino, avícola, cunícola, equino, dromedarios, avestruces y otras aves.

En otros restos se incluyen: restos de carnicerías, animales domésticos muertos y otros animales muertos. De estos últimos no se dispone de estimaciones.

Las estimaciones futuras de generación de SANDACH no pueden ser determinadas en el marco del presente Plan ya que son función de varias variables tales como:

- Número de cabezas de ganado.
- Animales sacrificados en el MIT.

### *10.8.4 Descripción modelo de gestión*

El origen y la generación de este tipo de residuos SANDACH proviene principalmente de:

- Los restos del Matadero Insular de Tenerife.
- Las explotaciones ganaderas.
- Las carnicerías: restos cárnicos procedentes de la limpieza de las piezas en venta.
- Las zonas urbanas: animales muertos generados en el ámbito doméstico.

Ahora bien, debido a que se trata de residuos orgánicos de alta fermentabilidad, el traslado desde los centros productores a las áreas de gestión debe ser lo más rápido posible, sin instalaciones intermedias, por lo que se prescinde del uso de las plantas de transferencia como concentradores de este tipo de residuos. El traslado de estos residuos deberá ser realizado por

transportistas autorizados, máxime cuando una proporción de estos residuos son MER.

Dado que este tipo de residuos tiene una importante tasa de generación en el Matadero Insular de Tenerife, se deberá asegurar que tiene a su disposición los contenedores necesarios para asegurar el correcto almacenaje de estos residuos. En la actualidad el Matadero cuenta con unos contenedores especiales que regularmente son recogidos por gestor autorizado para su traslado al vertedero.

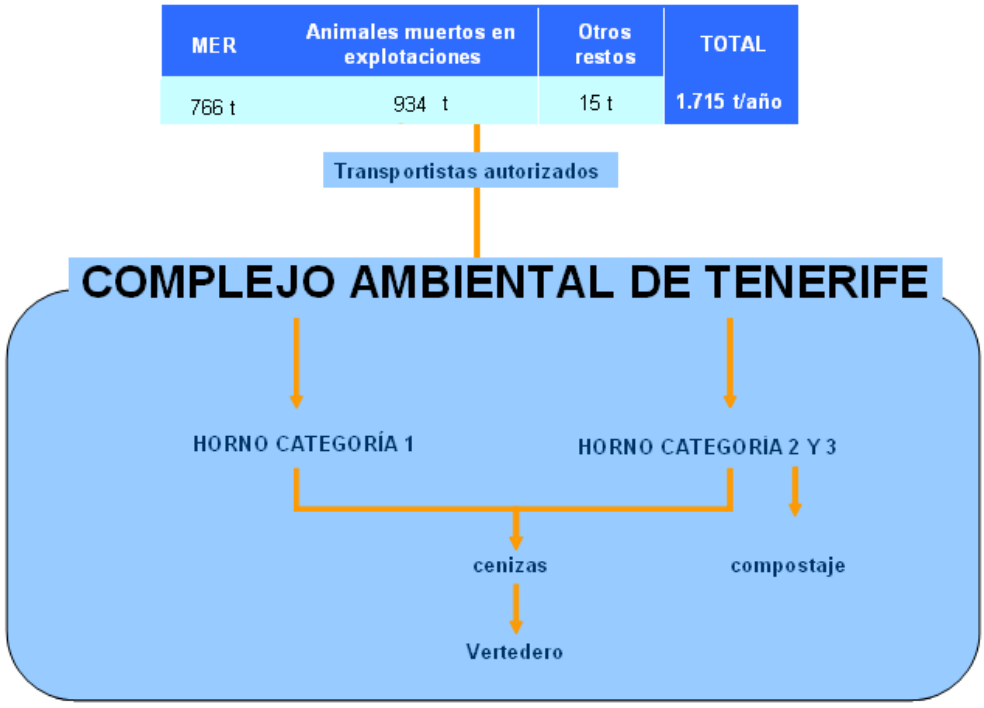



*Figura 10.2 Diagrama gestión MER y animales muertos. (PTEOR)*

### *10.8.5 Infraestructuras*

El PIRCAN establece la obligatoriedad de llevar cabo el tratamiento final de estos residuos en el Complejo Ambiental de Tenerife mediante tratamiento de incineración. En virtud de esta exigencia, el Gobierno de Canarias ha emprendido la instalación de dos hornos incineradores para SANDACH en el Complejo Ambiental de Tenerife.

Se ha contemplado ubicarlos en otros emplazamientos. A priori, una ubicación alternativa sería en terrenos anexos al MIT ya que es en esta infraestructura donde se produce la mayor parte de los SANDACH de la Isla. No obstante, el hecho de que los MER deban ser objeto de análisis veterinario, lo cual requiere la existencia de laboratorios, la generación de cenizas en el proceso de incineración, que deben ser vertidas, y limitaciones relativas a la distancia entre el MIT y las infraestructuras de gestión de los SANDACH, descartan la posibilidad de ubicación en las inmediaciones del MIT.

Las infraestructuras necesarias para la consecución del presente modelo de gestión son sendos hornos a implantar en el Complejo Ambiental de Tenerife.

## *10.9.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS GANADEROS*

### *10.9.1 Introducción.*

A la hora de afrontar la elaboración del modelo de gestión de residuos ganaderos debe tenerse en cuenta que se trata de un sector complejo que genera una amplia tipología de residuos que abarcan excrementos de animales, restos de envases, plásticos e incluso medicamentos. El presente modelo se centra en aquellos residuos con un mayor impacto ambiental, las heces y orines de animales, y más concretamente en los purines y gallinaza.

La opción idónea de gestión para los residuos orgánicos ganaderos es su reintroducción en el “ciclo natural” mediante su empleo como fertilizante agrícola. Los estiércoles de ganado ovino, caprino y bovino tienen, en principio, una elevada demanda en la Isla.

Los estiércoles procedentes del ganado porcino y avícola sí que suponen un problema a la hora de emplearlos como fertilizante debido a que se producen en elevadas cantidades.

Aunque en los datos siguientes nos refiramos, al hablar de purines, exclusivamente a los de cerdo se generan otros purines que pueden llegar a

tener proporciones importantes como son los de vacuno que pueden llegar a 36.500 t en 2009 y de conejos, 220 t en el mismo año.

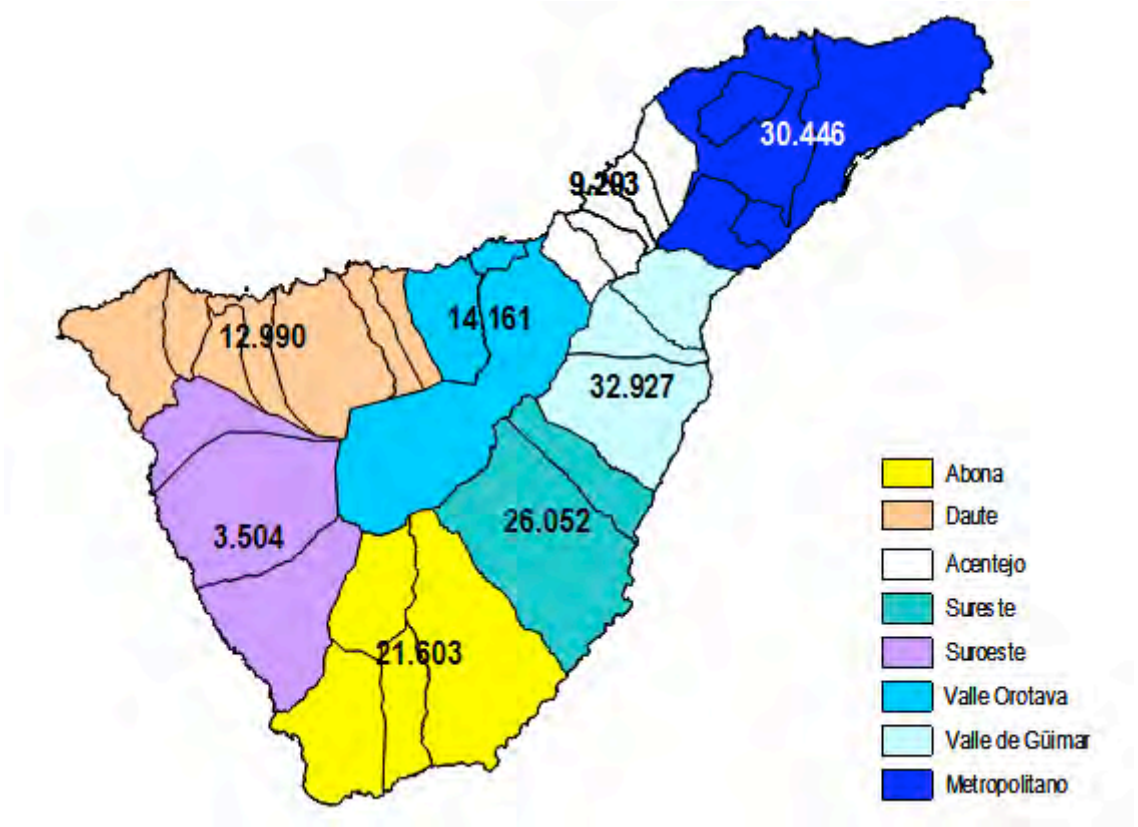



*Figura 10.3 Generación comarcal de purines + gallinaza (Tn/año) 2004. (PTEOR)*

Su elevado porcentaje de nitrógeno dificulta su aplicación directa al terreno como fertilizante, debido a que "queman" las plantas y contribuyen a la contaminación de los acuíferos por nitratos. De hecho existe legislación que limita el vertido de purines en las tierras con el fin de evitar la contaminación por nitratos. El Real Decreto 261/1996 sobre protección de las aguas contra la contaminación de nitratos de fuentes agrarias recoge que hay que hacer un programa de actuación con el objeto de prevenir y reducir la contaminación que originan los nitratos de origen agrario.

Además, su alto contenido en humedad dificulta su manejo y aplicación como fertilizante.

Por otro lado, la progresiva intensificación de las explotaciones ganaderas, unida a la reducción de las tierras agrícolas complica la utilización de los purines y gallinaza como fertilizantes, ya que no se dispone de tierras

que puedan admitir el elevado volumen de purines y gallinaza, máxime cuando tienen que competir con otros abonos, tanto de origen animal, estiércoles de bovino, como fertilizantes químicos. El Real Decreto limita a 170 Kg de nitrógeno por hectárea y año, en zonas agrícolas situadas en Zonas Vulnerables, la cantidad máxima de abono a aplicar con el fin de no contaminar los acuíferos y cursos fluviales. Según la Orden de 27 de Octubre de 2000 (por la que se establece el programa de actuación a que se refiere el artículo 6 del real decreto 261/1996, de 16 de febrero, con el objeto de prevenir y reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario. boca 149, de 13-11-00) se consideran zonas vulnerables La Orotava, Puerto de La Cruz y los Realejos por debajo de los 300 m h.

Antes de continuar, es necesario explicar el significado de dos términos fundamentales: la DQO y la $DBO_5$.

- DBO5: Demanda bioquímica de oxígeno (en mg/l): es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer biológicamente la materia orgánica carbonácea. Se determina en laboratorio a una temperatura de 20° C y en 5 días.
- DQO: Demanda química de oxígeno (en mg/l): cantidad de oxígeno necesario para descomponer químicamente la materia orgánica e inorgánica.

  Se determina en laboratorio por un proceso de digestión en un lapso de 3 horas.

En la actualidad, la gestión de los purines y gallinaza en España se basa en el empleo de alguna de las siguientes alternativas:

- Separación de las fracciones líquida y sólida del purín. Esta separación, realizada dentro de las explotaciones, puede ser realizada mediante diferentes mecanismos, bien manuales, por simple decantación, o introduciendo el uso de centrifugas. Una vez separadas la fracción sólida se mezcla con otros estiércoles para su uso como abono y la líquida se vierte o se emplea como abono líquido.
- Secado de la gallinaza en las explotaciones y posterior uso como abono.

- Sistemas de depuración biológica aeróbica. Dada la elevada DBO5 de los purines y gallinaza su introducción en procesos aeróbicos acarrea dificultades ya que los efluentes resultantes no cumplen los parámetros establecidos en la legislación vigente (Ley de Aguas, Reglamento del Dominio Publico Hidráulico) y por lo tanto plantean dificultades a la hora de su vertido. Esto se soluciona asociándolo a una EDAR.
- Sistemas de digestión anaerobia con generación de energía a partir del gas generado.
- Sistemas de secado térmico: estos sistemas se basan en calentar el purín de modo que se reduzca su contenido en humedad, quedando un residuo seco que puede bien ser vertido o empleado en procesos de fertilización, bien como fertilizante o como uso en compostaje. En estos sistemas se considera adecuado combinarlos con sistemas anaeróbicos, de tal forma que se obtenga un biogás, que al ser introducido en los sistemas contribuya a reducir el consumo energético.

### *10.9.2 Principios básicos y objetivos*

Los objetivos del modelo de gestión de residuos ganaderos son:

- Impulsar la adopción, por parte de los ganaderos, de medidas que contribuyan a minimizar la generación de estos residuos.
- Promover el mantenimiento de la gestión tradicional de los mismos, especialmente su uso como fertilizante agrícola.
- Establecer un registro o bolsa de productores de residuos y de tierras en las que se puedan aplicar.
- Garantizar la correcta gestión de aquellos residuos ganaderos no asumidos por la gestión tradicional.
- Promover la creación de una red de transportistas autorizados que contribuyan a cumplir el objetivo anterior.

- Concienciación y asesoramiento sobre la necesidad de la correcta gestión de los residuos.
- Adecuar las deyecciones ganaderas a la demanda como productos de calidad.

### *10.9.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis*

Los residuos ganaderos producidos en la Isla son generados principalmente por la cabaña bovina, ovina, cunícola, caprina, porcina y avícola.

| Zona | I | II | III | IV | V | Total Tenerife |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Caprino reproducción | 2.981 | 7.453 | 8.205 | 9.520 | 30.109 | **58.268** |
| Caprino engorde | 118 | 295 | 325 | 377 | 1.191 | **2.305** |
| Ovino reproducción | 622 | 451 | 3.458 | 1.102 | 3.609 | **9.242** |
| Ovino engorde | 41 | 29 | 225 | 72 | 235 | **602** |
| Porcino reproducción | 2.274 | 2.661 | 1.935 | 5.778 | 7.541 | **20.188** |
| Porcino engorde | 2.145 | 2.510 | 1.825 | 5.450 | 7.113 | **19.043** |
| Porcino hasta 50 Kg | 2.001 | 2.341 | 1.702 | 5.084 | 6.636 | **17.765** |
| Bovino madres | 1.225 | 23.729 | 1.967 | 35.693 | 3.132 | **65.746** |
| Bovino 12-24 meses | 198 | 3.829 | 317 | 5.760 | 505 | **10.610** |
| Bovino 0-12 meses | 41 | 802 | 66 | 1.206 | 106 | **2.221** |
| Cunícola (total) | 116 | 330 | 161 | 791 | 908 | **2.305** |
| Aves puesta | 5.548 | 9.271 | 1.825 | 23.652 | 25.405 | **65.701** |
| Aves engorde | 0 | 353 | 2.311 | 9.039 | 12.585 | **24.288** |
| **Total estiércol por zona** | **17.310** | **54.054** | **24.322** | **103.484** | **99.075** | **298.245** |

*Tabla 10.21 Generación de Tn de estiércol por zona y cabaña. (PTEOR)*

Debido a que son los purines y gallinaza los residuos ganaderos que originan una mayor problemática en la isla de Tenerife se presentan a continuación los datos de generación por comarcas del PIOT:

| Comarca | t/año |
|---|---|
| Abona | 4.555 |
| Acentejo | 1.309 |
| Daute | 6.420 |
| Área Metropolitana | 15.262 |
| Sureste | 12.562 |
| Suroeste | 3.504 |
| Valle de Güímar | 7.182 |
| Valle de La Orotava | 6.204 |
| **Total** | **56.996** |

*Tabla 10.22 Generación de purines por comarca (T/año). (PTEOR)*

| COMARCA | t/año |
|---|---|
| Abona | 17.048 |
| Acentejo | 6.684 |
| Daute | 6.570 |
| Área Metropolitana | 14.885 |
| Sureste | 13.258 |
| Suroeste | 0 |
| Valle de Güímar | 24.587 |
| Valle de La Orotava | 6.957 |
| **Total** | **89.989** |

*Tabla 10.23 Generación de gallinaza por comarca (T/año). (PTEOR)*

Con carácter previo a la formulación del modelo de gestión de purines, es conveniente comentar algunas características de su gestión actual:

a) Compleja gestión

Los purines constituyen un residuo de compleja gestión debido fundamentalmente a su elevado porcentaje de agua, su elevado contenido en nitrógeno y su alta fermentabilidad, que origina olores en zonas cercanas a los puntos de generación y gestión.

b) Opción prioritaria

La opción prioritaria del modelo de gestión de purines se basa en el principio de aprovechamiento agrícola de los purines, de tal forma que se cierre el círculo de la generación de los purines: la materia vegetal con la que fue alimentada la ganadería, servirá para facilitar el crecimiento de nueva materia vegetal en forma de abono.

No obstante, debido a que la superficie agrícola de la Isla esta experimentando un descenso en los últimos años, la demanda de purín como abono esta amenazada no solo por otros abonos de origen orgánico sino también por los de origen mineral.

Debido a lo anterior, el presente modelo de gestión debe asegurar la gestión final de los purines en caso de que la iniciativa privada no se haga cargo de la totalidad de los purines generados.

c) Sistemas de gestión en desarrollo en otras zonas de España

En la actualidad la gestión final de los purines se basa en tratarlos como un efluente mediante tratamientos anaerobios o aerobios existiendo la posibilidad de secar las diferentes fracciones resultantes del proceso mediante secado térmico, cogeneración, etc., o de emplearlas como abono, bien directo, en el caso de efluentes líquidos del proceso, o mezclado con otros estiércoles, como en el caso de la fracción sólida.

d) Cantidad total de purín a sistemas finales de tratamiento

Como paso previo a la implantación del modelo de gestión de purines se hace necesario conocer cual es la cantidad de purín que representa un problema ambiental. Se han estimado las generaciones anuales en granja de purines, sin embargo no existe un control sobre la cantidad de purín que se emplea en usos tradicionales, como abono líquido, en compostaje, por lo que se desconoce la cantidad final de purín que iría destinada a las instalaciones finales de tratamiento. Por ello, como primer paso, es necesario crear, al igual que se ha expuesto en otros flujos de residuos, un registro de generación de

purines donde se haga un seguimiento de las zonas de generación de purines, cantidad de purín generada por explotación y destino del purín. Este Registro estaría englobado en el Observatorio de Residuos de Tenerife, explicado en el modelo de residuos urbanos.

### *10.9.4 Descripción modelo de gestión*

El modelo de gestión de purines y estiércoles abarca 3 tipos de gestión:

1.- Gestión en las explotaciones ganaderas.

2.- Gestión tradicional de los estiércoles y purines

3.- Implantación de plantas de tratamiento de purines

El primer ámbito de aplicación corresponde a la iniciativa privada, en forma de actuaciones dentro de las explotaciones. El segundo ámbito corresponde también a la iniciativa privada, gracias a la actuación conjunta de ganaderos y agricultores. Por último, el tercer ámbito será competencia de la administración en forma de implantación de plantas encargadas de aquellos purines de los que la gestión tradicional no se encargue.

### *10.9.5 Infraestructuras*

La gestión de la gallinaza se centra principalmente en la promoción de los usos tradicionales, incluyendo el compostaje en finca y compostaje en las plantas de los excedentes de residuos biodegradables de origen agrícola, ganadero y forestal. No obstante, en caso de que no exista la posibilidad de gestión por estas vías y de manera excepcional podrá incorporarse a las plantas compostadoras supramunicipales de compostaje de la fracción orgánica recogida selectivamente procedente de los residuos domiciliarios.

Con respecto a la gestión de los purines se llevará a cabo un uso directo en tierra de cultivo o previo compostaje. En caso de no poder tener una correcta gestión por esta vía, se tratarán en dos plantas de tratamiento.

## *10.10.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS*

### *10.10.1 Introducción.*

Al igual que los residuos ganaderos, los residuos agrícolas están constituidos por varios flujos de residuos, algunos de los cuales son comunes a otras corrientes objeto del presente modelo de gestión.

Se pueden diferenciar los siguientes flujos:

| Residuo | Gestión actual |
|---|---|
| Material vegetal | • Incorporación al terreno.<br>• Compostaje.<br>• Alimento y cama para el ganado.<br>• Quema<br>• Vertido |
| Restos de envases peligrosos | • Entrega a SIGFITO.<br>• Asimilación a residuos urbanos. |
| Plásticos agrícolas: de invernadero y de envases no peligrosos. | • Entrega a gestor.<br>• Asimilación a residuos urbanos.<br>• Quema |
| Envases con producto caducado o retirado | • Entrega a gestor.<br>• Asimilación a residuos urbanos. |
| Alambres y metal procedente de invernaderos | • Entrega a gestor.<br>• Asimilación a residuos urbanos. |
| Substratos: lana de roca, etc. | • vertido |

*Tabla 10.24 Gestión actual de los principales residuos agrícolas. (PTEOR)*

Tenerife, debido a su situación geográfica y su orografía, presenta algunas diferencias respecto a los tipos de cultivos implantados, no sólo entre las diferentes vertientes, norte-sur, sino también dentro de las mismas, variando el tipo de cultivo en función de la altitud. Un esquema general sería el siguiente:

En la zona Norte, destacan los cultivos de platanera de las zonas costeras, aprovechando la zonas más llanas y de mayor insolación; en el piso

superior, en la zona de medianías, se situarían las parcelas de cultivo de viña y en los estratos superiores se situarían los cultivos de papa.

En el Sur-Oeste de la Isla destacan los cultivos de plátano en las zonas costeras y de tomate en las zonas medianías.

En la zona Sur-Este se sitúan viñedos en las zonas de medianía y cultivos de papa en los pisos superiores.

La reducción de la superficie cultivada lleva aparejada una serie de consecuencias tales como:

- Reducción de la población dedicada al sector agrícola
- Pérdida de territorio en el que gestionar los residuos orgánicos ganaderos, en concreto, estiércoles. Tradicionalmente los estiércoles ganaderos se empleaban para el abonado de tierras de cultivo y a su vez los restos vegetales se utilizaban como alimentación y cama del ganado. Los cambios en las técnicas de cultivo y la reducción de superficie agrícola ha originado la ruptura de este equilibrio encontrándose actualmente en la Isla problemas de gestión de purines y gallinaza.

### *10.10.2 Principios básicos y objetivos*

Los principios básicos del modelo de gestión de residuos agrícolas son:

- Responsabilidad del productor. El productor del residuo es quien debe prever y hacer frente a la responsabilidad de su correcta gestión ambiental.
- La gestión de los residuos vegetales se orientará a “cerrar” el ciclo biológico, potenciando sus características fertilizantes bien mediante su introducción en procesos de compostaje, integración al terreno en las propias explotaciones o uso como alimento y cama para el ganado.
- Se propiciará la instalación en la Isla de gestores autorizados de residuos agrícolas, especialmente de plásticos, substratos y envases. No

obstante, el substrato en aumento, la lana de roca, es de muy difícil reciclado. Hasta en zonas de gran generación de este substrato, no se recicla.

- Internalización de costes. Todos los costes relativos al proceso de gestión de los residuos agrícolas deberán ser trasladados al productor. No obstante la existencia de sistemas integrados de gestión posibilitará que los costes de diferentes flujos sean asumidos por el SIG y trasladados al comprador en el precio de venta.

Los objetivos del modelo de gestión de residuos agrícolas son:

- Promoción del compostaje de restos vegetales y su uso en agricultura.
- Asegurar la correcta gestión de los envases fitosanitarios, publicitando el acuerdo con SIGFITO.
- Asegurar la correcta gestión a través del correspondiente SIG (CICLOAGRO) de los plásticos, no de envases, procedentes de las técnicas de plasticultura.
- Creación de un registro que compute anualmente la generación de residuos agrícolas, así como su gestión.
- Reforzar la vinculación agricultura-ganadería

Existen, además, varios tipos de residuos de la actividad agrícola no reciclables, que están adquiriendo cada vez una importancia mayor, como la lana de roca, los distintos tipos de malla, la rafia, etc. Corresponderá al Observatorio de Residuos de Tenerife (ORT) evaluar el alcance de estos residuos, la cuantía en que se generan y su distribución territorial, para proponer alternativas de tratamiento a los mismos con el fin de recuperar los materiales o la energía que contienen o disminuir su peligrosidad, en su caso, con carácter previo a su vertido. A falta de información de mayor calidad, desde el PTEOR se establece el vertido de estos residuos, en tanto en cuanto no se evalúen los aspectos mencionados, en el Complejo Ambiental de Tenerife.

### *10.10.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis*

| Tipo residuo | t/año |
|---|---|
| Residuos vegetales | 232.356 |
| Restos de plástico de invernadero y embolsado de plátanos | 1.759 |
| Envases peligrosos | 116 |
| **TOTAL** | **234.231 t/año** |

*Tabla 10.25 Generación actual de los principales residuos agrícolas. (PTEOR)*

Según encuesta (2006), realizada por el Área de Agricultura del Cabildo, la estimación de la generación de residuos ligados a la actividad agrícola en Tenerife en el año 2005, era como sigue:

- Restos vegetales: 175.300 toneladas.
- Plásticos, incluidos cubiertas, sistemas de riego, bolsas de plátano: 2.097 toneladas.
- La cifra de envases vacíos se corresponde con la cifra de los vacíos estimada por SIGFITO. Pero para los envases con producto de la tabla anterior no existe ninguna estimación.

De estas cifras se deduce que las estimaciones realizadas por el PTEOR y las de la última encuesta realizada por el Área de Agricultura del Cabildo son del mismo orden de magnitud, lo que implica una concordancia suficiente en las cifras como para acotar la dimensión del problema.

Estos residuos son, por cantidad generada, los más relevantes. No obstante, existen otros residuos agrícolas, aparte de los ya mencionados en el apartado anterior, cuya estimación no ha sido posible realizar en el marco del presente modelo de gestión, tales como restos metálicos, productos caducados, etc., pero que con la implantación del Observatorio de Residuos de Tenerife, es previsible contar a medio plazo con datos que reflejen la realidad en cuanto a la generación de las diferentes corrientes de residuos agrícolas y

también la gestión dada a los mismos.

### *10.10.4 Descripción modelo de gestión*

Los residuos agrícolas se emplearán como fuente de carbono en la mezcla de residuos a compostar. Será el encargado de la planta de compostaje el que determine la cantidad de restos vegetales a añadir a la mezcla a compostar. Dado que los restos vegetales constituyen un residuo homogéneo, el cual no está mezclado con otros residuos originará un compost de gran calidad.

Con objeto de dar servicio a las pequeñas plantas de compostaje que necesiten de una materia orgánica rica en carbono en condiciones adecuadas de tamaño y preparación para un adecuado proceso de producción de compost a partir de los residuos agrícolas, forestales, ganaderos y lodos de EDAR en su caso, se procederá a crear un pequeño parque de trituradoras itinerantes que den este servicio a unos costes razonables a este tipo de instalaciones, sin que tengan que realizar inversiones no necesarias respecto a lo que es núcleo central de su actividad.

El compost elaborado previsiblemente tendrá mercado. La creciente competencia de productos agrícolas de otras regiones ha presionado los precios a la baja, por lo que la competitividad de los productos agrarios de la Isla decrece rápidamente. La solución pasa por reconvertir la agricultura tradicional a agricultura ecológica dando un valor añadido al producto con el consiguiente aumento del precio de venta. El consumidor deberá entender que un producto obtenido a través de técnicas ecológicas puede suponer un aumento del coste del mismo. El compost se presenta como el abono ecológico más viable dado que a su elevada capacidad fertilizante se une su bajo coste, así como su facilidad de manejo.

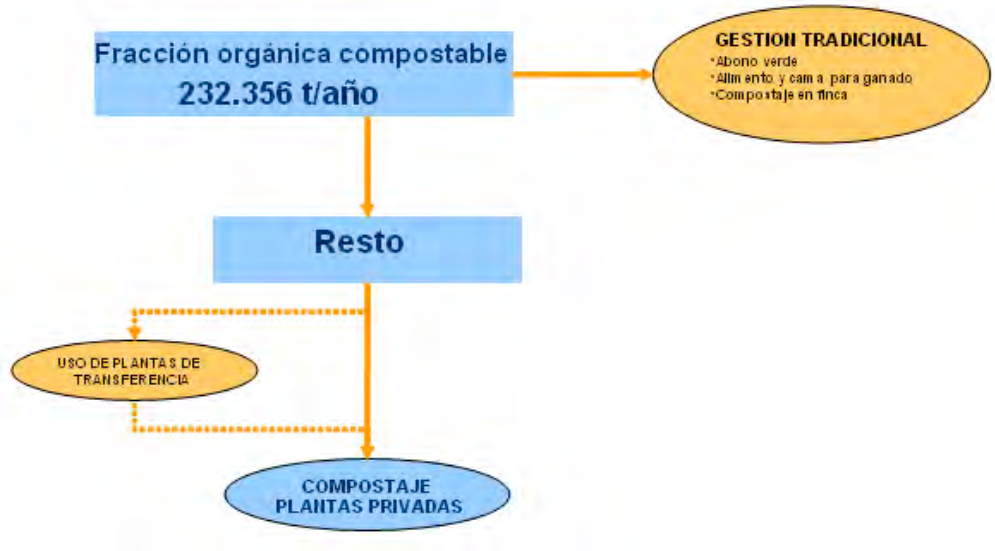



*Figura 10.4 Diagrama gestión fracción orgánica compostable. (PTEOR)*

La gestión de los residuos vegetales es responsabilidad de los productores y agricultores, los cuales deberán realizar una correcta gestión de los mismos.

No obstante, las cualidades fertilizantes de este residuo lo hacen idóneo para su empleo en compostaje; no sólo en compostaje en finca sino también como residuo a incorporar en la red de plantas compostadoras de compostaje de los excedentes de residuos biodegradables de origen agrícola, ganadero y forestal y de manera excepcional en las plantas de compostaje de la fracción orgánica recogida selectivamente procedente de los residuos domiciliarios. Las plantas descritas formarán la red insular de infraestructuras de compostaje de Tenerife, que estará integrada en la red insular de infraestructuras de gestión de residuos. Los restos vegetales pueden constituir una fuente de calidad de carbono, necesario para crear una relación carbono/ nitrógeno adecuada para el proceso de compostaje.

Por lo tanto, aquellos residuos vegetales no empleados en las labores tradicionales serán susceptibles de emplearse en las plantas compostadoras.

Existe también la posibilidad de emplear los residuos biodegradables, junto a otros residuos ganaderos, en biodigestión para la obtención de biogás.

Esta opción, aunque no es la elegida por el PTEOR dentro del modelo de gestión es perfectamente compatible con el mismo.

### *10.10.5 Infraestructuras*

La gestión de los residuos vegetales se realizará principalmente mediante la gestión tradicional, reincorporación al terreno y alimento para animales y compostaje por parte de gestores privados.

La iniciativa privada podrá implantar plantas de compostaje siempre y cuando la calificación del suelo así lo permita. Estas plantas obtendrán materia orgánica no solo de la agricultura, sino, también, del sector ganadero, de los residuos forestales y materia orgánica compostable (MOC) de los residuos urbanos (RU) recogida selectivamente.

Las infraestructuras de gestión de plásticos de invernadero y envases serán determinadas con los SIG correspondientes según criterios de eficiencia logística y costes de gestión.

## *10.11.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS FORESTALES*

### *10.11.1 Introducción.*

Los residuos forestales han tenido tradicionalmente una gestión adecuada ya que los habitantes de la Isla han empleado estos residuos en usos muy diversos tales como cama para el ganado, compostaje junto con otros restos agrarios, leña, uso de horqueta y horquetillas para la agriculturas, etc. De la misma manera, el aprovechamiento de estos materiales ha contribuido tradicionalmente a la limpieza de los bosques reduciendo el riesgo de incendios debidos a la acumulación de materia vegetal en los mismos.

Al margen de estos aprovechamientos, gran parte de los restos forestales quedan esparcidos por el monte contribuyendo a la fertilización del mismo y a la sostenibilidad de un ecosistema tan frágil como éste.

Los residuos que se incluyen en este modelo de gestión se corresponden con los residuos relacionados con la Silvicultura, que se recogen en la Lista Europea de Residuos con el código LER 02 01 07.

### *10.11.2 Principios básicos y objetivos*

Los principios básicos a la hora de establecer el modelo de gestión de los residuos forestales son:

**-Contribuir a la mejora de las condiciones del monte**: el aprovechamiento de los residuos silvícolas produce una mejora sanitaria de los bosques, así como una reducción del peligro de incendios.

**-Mantenimiento de la gestión tradicional**.

**-Empleo de los residuos no gestionados de manera tradicional en el compostaje.** En los casos en que no sea necesario el tratamiento de los residuos forestales in situ, como pueda ser las entresacas y limpiezas de monte, término que quedará definido en cada actuación forestal por la administración competente, se favorecerá su gestión a través del compostaje.

**-Control de la generación anual de estos residuos**.

**-Empleo de infraestructuras públicas**. En caso de que la gestión tradicional no sea capaz de absorber la totalidad de los residuos silvícolas generados, la Administración intervendrá, bien poniendo a disposición de los gestores instalaciones públicas o realizando una gestión final sobre los mismos.

### *10.11.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis*

En función de las hectáreas a tratar en el Plan Forestal de Canarias se establecen los residuos forestales generados en las labores silvícolas durante el Plan de Desarrollo Forestal actualmente en vigor:

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **t** | 3.175 | 4.200 | 4.200 | 4.825 | 5.350 | 5.550 | 5.625 |

*Tabla 10.26 Restos forestales originados en el marco del actual Plan de Desarrollo Forestal (Tn/año). (PTEOR)*

No es posible establecer generaciones futuras de residuos silvícolas ya que para ello se deben conocer las superficies afectadas anualmente por los correspondientes planes de desarrollo. No obstante, en caso de que no varíen decisivamente los criterios de tratamiento, la tendencia respecto a las hectáreas de zona de bosque tratadas anualmente seguirá una suave tendencia alcista durante los próximos años.

### *10.11.4 Descripción modelo de gestión*

El esquema básico del flujo de residuos forestales que sigue este modelo de gestión se basa en el aprovechamiento de los residuos bien a través de la gestión tradicional o bien a través del compostaje de los mismos. Para ello, todos aquellos residuos forestales que no pudieran ser aprovechados de forma tradicional, esto es para la obtención de pinocha, para el ganado y uso agrícola, horquetas, etc., se depositarán, cuando sea necesario, en las plantas de transferencia y desde estas plantas pasarían a las plantas de compostaje para la elaboración de compost.

*Figura 10.5 Diagrama gestión residuos forestales. (PTEOR)*

### *10.11.5 Infraestructuras*

Aquellos residuos forestales que no reciban gestión tradicional podrán emplearse en las plantas de compostaje, especialmente en las plantas compostadoras supramunicipales de compostaje de los excedentes de residuos biodegradables de origen agrícola, ganadero y forestal.

## *10.12.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES*

### *10.12.1 Introducción.*

El modelo de gestión de residuos industriales introduce una nueva visión en la gestión de los residuos respecto a los planteamientos desarrollados hasta el momento actual. Hasta ahora el enfoque se ha orientado hacia los aspectos cuantitativos, asegurando la gestión controlada de algunos de los residuos peligrosos industriales, impulsando, en la medida de lo posible, la reducción de su generación y el incremento del reciclaje, cuando la tecnología lo permitía.

A partir de ahora, la atención se debe centrar en aspectos cualitativos, logrando una mayor calidad en el tratamiento. Con ello se logrará reducir el

impacto ambiental y mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos contenidos en los residuos.

### *10.12.2 Principios básicos y objetivos*

En línea con los principios establecidos en la Ley 10/98, en los que prima la reducción de la cantidad y peligrosidad de los residuos y su valorización frente a cualquier forma de eliminación, se debe considerar que una vez generados los residuos deben ser observados como recursos, por lo que es muy importante considerar los siguientes aspectos que se detallan a continuación:

- SEGREGACIÓN DE MÁS FRACCIONES DE RESIDUOS

  - Separar los residuos peligrosos de las otras corrientes de residuos, con objeto de:

    - Reducir la cantidad de los mismos, al limitar esta calificación a la fracción que realmente presenta esta característica

    - Evitar que los residuos no peligrosos sean clasificados como peligrosos y quede limitado por este motivo su potencial de aprovechamiento.

  - Valorizar las corrientes de residuos industriales, gran parte de los cuales pueden ser reciclados o poseen un alto contenido energético que los hace susceptibles de valorización. También, incrementar el reciclaje de los residuos no peligrosos, a lo que una buena gestión de los peligrosos puede ayudar.

- CORREGIR LA TENDENCIA DE INCREMENTO PROGRESIVO EN LA GENERACIÓN

  Los retos que se tienen por delante son básicamente:

  - Cambiar la tendencia de progresivo crecimiento en la cantidad de residuos peligrosos que se genera.

- Mejorar la calidad en el tratamiento de estos residuos.

Es por tanto, objetivo prioritario la minimización y mejora continua en la gestión de los residuos peligrosos.

• ATENCIÓN A LAS CORRIENTES PRIORITARIAS DE RESIDUOS

Este modelo de gestión está teniendo en cuenta los cambios adoptados por la Comisión Europea y el Consejo en la Lista Europea de Residuos (LER), con nuevas inclusiones de diferentes residuos peligrosos y entradas "especulares" para algunos residuos que hasta ahora no estaban identificados como peligrosos: el mismo residuo será o no peligroso, en función de la presencia de determinadas concentraciones de sustancias peligrosas. Concretamente, se ha prestado especial atención a los residuos peligrosos presentes en las corrientes prioritarias de residuos de la construcción, aparatos eléctricos y electrónicos y vehículos fuera de uso. La mayoría de estos residuos son generados de forma más dispersa y fuera del ámbito industrial, y pueden representar cantidades significativas, exigiendo, por tanto, nuevas formas de gestión.

La generación de residuos peligrosos es, sin duda, una consecuencia de la actividad productiva que maneja y transforma materiales y materias primas siguiendo los requerimientos y especificaciones de los productos demandados por el mercado. Una política integral de producto que recoja todos los aspectos de su ciclo de vida, desde su producción y uso hasta su eliminación como residuo, debe ser tenida en cuenta, en línea con la política de producción integrada que la Unión Europea ha comenzado a abordar recientemente en el contexto del VI Programa Comunitario de Acción en materia de medio ambiente.

La gestión medioambiental está consolidándose en las empresas, lo cual está suponiendo una minimización y mejora en el tratamiento de los residuos peligrosos, y en especial de las fracciones minoritarias, una gestión controlada a través de gestor autorizado y finalmente una mayor sensibilización por los problemas ambientales, tanto a nivel colectivo como a nivel individual, lo que favorece la colaboración y el interés en el tratamiento correcto de los residuos

peligrosos. El crecimiento económico todavía tiene un efecto relativo sobre la generación de residuos. El gran reto, a medio/largo plazo, se encuentra en desacoplar en términos absolutos la generación de residuos del crecimiento económico.

Por último, es necesaria la participación en el debate y aprobación de políticas por parte de todos los agentes implicados –administraciones públicas, instituciones, organizaciones empresariales y sindicales, organizaciones ambientalistas y ciudadanos. Además, es necesario un esfuerzo compartido en los cambios de hábitos que favorezcan la toma de conciencia a todos los niveles para que el problema de los residuos se aborde desde la prevención, a través del diseño (de productos y procesos), y se incremente su reciclaje y otras formas de valorización.

El cumplimiento de los objetivos de gestión controlada, minimización de residuos y valorización no se fundamentaba únicamente en el desarrollo de nuevas infraestructuras de gestión. Hasta ahora, se han articulado otros instrumentos que debían impulsar la consecución de los objetivos siguientes:

- Incremento de las labores de inspección y control de los productores y de los gestores.
- Organización de la recogida de aceites usados y los establecimientos donde se realiza la pre-recogida de los mismos.
- Sensibilización de los pequeños productores de aceites usados.
- Implantación de buenas prácticas y sustitución de productos en las industrias para la minimización de los residuos y su peligrosidad.

### *10.12.3 Descripción modelo de gestión*

El presente modelo de gestión incorpora los principios medioambientales establecidos en el Tratado de Amsterdam y en el Sexto Programa Europeo de Acción Comunitaria en materia de Medio Ambiente:

• PRINCIPIOS DE ACCIÓN EN LÍNEA CON LOS PRINCIPIOS EUROPEOS.

- Principio de cautela y acción preventiva, que exige la toma de medidas antes de que se produzca el daño al medio ambiente.
- Principio de corrección de la afección al medio ambiente, preferentemente en la fuente, que implica que los problemas medioambientales hay que resolverlos en su origen, y no aplicar únicamente instrumentos de remediación.
- Principio de quien contamina paga, que supone que el que más contamina debe tener unos costes mayores.

Las políticas y planes de las administraciones, en colaboración con todos los agentes implicados, deben reforzar la implantación de herramientas que permitan una aplicación equilibrada de los principios anteriores.

• MINIMIZACIÓN DE LAS CANTIDADES GENERADAS Y VALORIZACIÓN DE LOS RECURSOS CONTENIDOS EN LOS RESIDUOS.

En cuanto a la gestión de los residuos industriales, el modelo de gestión se basa en los siguientes principios:

- Prevención a través de la minimización de la generación de residuos.
- Utilización de los recursos contenidos en los residuos, manteniendo una alta calidad en la gestión. Aquellos residuos potencialmente valorizables deberán ser destinados a tal fin en las instalaciones disponibles en la isla de Tenerife.

• INTERNALIZACIÓN DE LOS COSTES MEDIOAMBIENTALES.

- Principio de proximidad y autosuficiencia:

Aquellos residuos generados en la isla de Tenerife, para los cuales se disponga de instalaciones de tratamiento autorizadas, deberán ser gestionados prioritariamente en dichas instalaciones. En consonancia con el principio de proximidad se dotará de las instalaciones necesarias que le permitan alcanzar la autosuficiencia máxima posible.

• APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS ECONÓMICOS (IMPUESTOS Y GRAVÁMENES SOBRE EL VERTIDO), CONTRATACIÓN PÚBLICA, NORMALIZACIÓN DE LOS MATERIALES RECICLADOS.

- Principio de quien contamina paga, con una asunción plena de todos los costes medioambientales por parte de los productores de residuos (internalización de los costes medioambientales).
- Intervención pública equilibrada y necesaria, dirigida a conseguir una correcta competencia en la gestión de residuos garantizando al mismo tiempo una alta protección del medio ambiente.
- Aplicación de los instrumentos económicos, tales como impuestos y gravámenes sobre eliminación en vertederos, e incentivos fiscales de estímulos a conductas más ecológicas por parte de los productores.
- Aplicación de criterios medioambientales de contratación pública, favoreciendo la compra de materiales reciclados.
- Colaboración en la normalización, cooperando activamente en los procesos de normalización que está llevando a cabo el Comité Europeo de Normalización (CEN), en relación con los materiales reciclados.
- Principio de subsidiariedad y corrección de problemas en la fuente, maximizando la separación en origen, especialmente en las corrientes emergentes, de los materiales recuperables y de las sustancias peligrosas, con una responsabilidad del productor o promotor y una participación activa de los municipios en la separación en origen y en la recogida selectiva de los residuos peligrosos municipales y los residuos de construcción y demolición.

Hasta la fecha la gestión de residuos peligrosos ha estado orientada a la prevención, al incremento del reciclaje y a la reducción de la eliminación en vertedero. Estos conceptos siguen siendo válidos, pero a partir de ahora se debe mejorar sensiblemente la calidad del tratamiento de los residuos. De esta manera se reducirán los impactos de ciertas sustancias y se aprovecharán mejor los recursos contenidos en los residuos.

• ESTABILIZACIÓN (MINIMIZACIÓN) DE LA CANTIDAD Y MEJORA DE LA CALIDAD DE GESTIÓN.

La estrategia que debe impulsarse en la isla de Tenerife, en cuanto a gestión de los residuos peligrosos, debe orientarse hacia la consecución de los siguientes objetivos:

### *10.12.4 Infraestructuras*

Las instalaciones de gestión de residuos son una pieza necesaria en la estrategia, requiriendo la aplicación de principios de participación y transparencia en el diseño e implantación de dichos sistemas de gestión.

En este sentido, y desde el reconocimiento de la validez de los principios de autosuficiencia y proximidad que informan de la normativa comunitaria en materia de gestión de residuos, este modelo aboga por la futura implantación de aquellas infraestructuras de gestión necesarias para tratar la mayoría de los residuos peligrosos generados en la isla de Tenerife.

# 11.- TECNOLOGÍA DE CONVERSIÓN TÉRMICA

La biomasa agrícola y forestal han constituido el combustible tradicional de la humanidad hasta bien avanzado el siglo XIX. Por ello, cuando la gestión de los residuos generados por la sociedades modernas comenzó a convertirse en un problema, se valoró que la forma más directa de deshacerse de ellos podría ser quemándolos, pudiendo recuperar sus valores energéticos.

La valoración energética de un residuo combustible pasa por la transformación en calor de su energía química (poder calorífico), o bien en otro combustible limpio y directamente utilizable (por ejemplo biogás), para la generación de otro tipo de energía, generalmente electricidad.

Hay tres procesos básicos para la transformación térmica de un residuo combustible:

**A).- Combustión**.

Es un proceso exotérmico durante el cual se precisa suministrar al combustible oxigeno para que tenga lugar la combustión del mismo, quedando como principales productos resultantes de la combustión el CO2 y el H2O. El rango de temperaturas a las que tiene lugar la combustión de los residuos se sitúa en torno a 850-1.500 ºC, dependiendo del combustible y de la configuración física del combustor.

El aire de combustión se regula para que quede siempre un cierto exceso de oxígeno de manera que se permita asegurar la oxidación de los

compuestos del combustible. El exceso de aire depende asimismo del tipo de combustible, pudiéndose citar como valores típicos un 3% de oxigeno en combustibles líquidos o gaseosos, un 6% para carbón y valores superiores para combustibles especiales como es el caso de los residuos urbanos.

**B).- Gasificación**.

La gasificación consiste en una oxidación parcial del combustible que se produce al someterlo a temperaturas elevadas (dependiendo del proceso puede situarse entre 800 y 1.100 ºC), en una atmósfera con menos oxigeno del necesario para alcanzar la combustión completa y con adición de agua o vapor de agua.

La gasificación consiste en la conversión del residuo en un gas combustible y reductor por medio de la adición de gases reactivos, generalmente, vapor de agua, $CO_2$, oxígeno o aire. Es la continuación del proceso de pirolisis a temperaturas por encima de los 800 ºC transformando el residuo carbonoso en productos gaseosos en condiciones subestequiométricas de oxígeno.

Los productos que se obtienen en la gasificación son:

- Gas de síntesis, que contiene productos de oxidación parcial del combustible; el carbono pasa a CO y el hidrógeno a $H_2$. El contenido de oxígeno en la gasificación se regula para evitar la oxidación completa a $CO_2$ y $H_2O$. El gas de síntesis tiene un potencial energético que puede alcanzar hasta las 5.000 Kcal. / $Nm^3$.

- Escorias (sin potencial energético). La forma en que se obtienen dependen de la tecnología del proceso, si la temperatura es lo suficientemente alta se obtienen en forma fundida y se vitrifican.

En el proceso de gasificación los gases de síntesis, una vez depurados, pueden ser posteriormente utilizados en turbinas de gas o motores que aumentan el rendimiento de transformación.

La gasificación de los residuos urbanos, tanto atmosférica como a presión, debe considerarse una alternativa de futuro a medio y largo plazo, cuando se hayan resuelto sus actuales incertidumbres y el escenario socioeconómico prime fuertemente el rendimiento de la valoración y transformación energética.

**C).- Pirólisis.**

La pirólisis tiene por objeto fraccionar las moléculas largas de combustible cracking térmico, evitando cualquier oxidación de los componentes del mismo. Por tanto, la pirólisis consiste en la descomposición térmica de la materia orgánica en ausencia de oxigeno u otros agentes gasificantes, generándose cantidades variables de gases, líquidos y residuos carbonosos o char. La temperatura que normalmente se emplea en el proceso es del orden de 400-600 ºC durante un tiempo prolongado (aproximadamente 30 minutos), en ausencia de oxigeno. El proceso se realiza generalmente a presión atmosférica, aunque en ocasiones se realiza en vacío. Los productos de pirólisis a temperatura ambiente son:

- Un gas de síntesis, que contiene los hidrocarburos que son gaseosos a temperatura ambiente (los de cadena más corta).

- Un líquido de síntesis, compuesto por los hidrocarburos que a temperatura ambiente son líquidos (los de cadena larga). Este líquido de síntesis tiene un elevado potencial energético.

- Un residuo sólido que contiene el carbono fijo y los inertes del combustible. Este residuo sólido contiene potencial energético. $C_{30}H_{48}O_{19}N_{0,5}$ Líquidos (alquitranes+aceites), gases (CO, $CO_2$, $H_2$, $CH_4$, $NH_3$, $H_2S$, HCl), residuo carbonoso (char).

Se presenta los productos de descomposición pirolítica en función de la temperatura:

| **Temperatura (rango ºC)** | **Reacción química** |
|---|---|
| 100-120 | Deshidratación |
| 250 | Desoxigenación y desulfuración, disociación molecular del agua y dióxido de carbono, comienza la liberación de sulfuro de hidrógeno ($SH_2$) |
| 340 | Rotura de enlaces en compuestos alifáticos, comienza la liberación de metano ($CH_4$) y otros compuestos alifáticos ligeros). |
| 380 | Fase de carbonización, concentración de carbono en el residuo |
| 400 | Rotura de enlaces C-O y C-N. |
| 400-600 | Descomposición de los materiales bituminosos generación de aceites y alquitranes. |
| 600 | Cracking de los materiales bituminosos, generación de hidrocarburos gaseosos de cadena cota e hidrocarburos aromáticos (derivados del benceno). |
| >600 | Demerización de las olefinas (etileno) y α butileno; reacción de etileno a ciclohexano; generación de compuestos volátiles. |

Tabla 11.1 Productos de descomposición pirolítica en función de la temperatura

El proceso de pirólisis es siempre endotérmico, precisando de una determinada cantidad de energía para mantener la temperatura y realizar el crákina de las moléculas largas. El objetivo de todas las tecnologías es que no se produzca ninguna oxidación del combustible, por lo que esta energía debe ser aportada externamente, ya sea por calentamiento con los propios productos de pirólisis o mediante resistencias eléctricas.

La pirólisis de combustibles relativamente homogéneos produce aceites y gases pirolíticos cuya composición es asimismo homogénea. Si éstos se utilizan en motores de explosión, el rendimiento de transformación eléctrica es notablemente superior al que se obtiene en un proceso de combustión y ciclo de vapor. Sin embargo no hay experiencias de motores funcionando con estos aceites y gases pirolíticos durante largos períodos, por lo que los fabricantes de motores no se pronuncian claramente en cuanto a la incidencia que produciría en la disponibilidad y coste de mantenimiento de los vehículos.

En el caso de combustibles heterogéneos, entre los que se hallan los residuos urbanos, la composición de los gases y aceites pirolíticos es variable e incierta, con lo que la utilización en motores de explosión aparece como muy dudosa. En cualquier caso no se tienen referencias de ninguna experiencia de este tipo.

### *11.1.- INCINERACIÓN*

La incineración puede definirse como el procesamiento térmico de los residuos sólidos mediante oxidación química con cantidades estequiométricas

La eliminación de residuos sólidos constituye uno de los problemas más graves a los que se enfrentan las zonas urbanas en este momento. La

evolución en las prácticas de embalaje y las mejoras de las normativas de calidad de vida han dado lugar a un aumento significativo de los volúmenes de residuos sólidos generados durante los últimos cuarenta años. Además, se han producido nuevos problemas con respecto a la disposición en vertederos de los residuos químicos tóxicos y peligrosos, así como9 de los residuos procedentes de zonas comerciales e industriales.

Uno de los métodos empleados para atenuar estos problemas consiste en someter los residuos sólidos a un proceso de incineración antes de disponerlos en un vertedero. En un proceso de incineración, cuando éste está adecuadamente diseñado y operativo, se produce la combustión del material combustible presente en los residuos sólidos, produciéndose un residuo esencialmente libre de material orgánico. Los beneficios conseguidos por este proceso incluyen una reducción de volumen de los residuos sólidos, así como una disminución del potencial de contaminación de las aguas subterráneas debido a residuos orgánicos o peligrosos. Además, es una forma de aprovechar el potencial existente para la extracción y reutilización de los componentes minerales presentes en los residuos, la obtención de materiales básicos para pavimentaciones, y el uso beneficioso de la energía generada en el proceso de combustión. Los problemas que se presentan a la hora del diseño y funcionamiento de estas unidades vienen dados por el mantenimiento de un nivel de combustión adecuado y por la consecución de un tratamiento adecuado de las emisiones para limitar al máximo el posible impacto ambiental.

Mediante la incineración de los RSU se logran los siguientes objetivos básicos:

- Reducción de volumen
- Destrucción de gérmenes patógenos
- En ciertos casos, recuperación de energía

Este método de tratamiento se presenta como una alternativa interesante cuando no hay disponibilidad de terrenos para sitios de disposición final, o bien éstos se encuentran localizados a distancias considerables de las fuentes generadoras.

La incineración fue el primer procedimiento que se utilizó y se planteó como un simple método de eliminación de los RSU, por lo menos en la mayor parte de su volumen, ya que un resto (cenizas, escorias y materiales inertes) siempre queda y se necesita un vertedero donde depositar este residuo.

El objeto de la combustión es la conversión de los distintos componentes de los residuos sólidos urbanos (papel, cartón, plásticos, fracción orgánica, madera, textiles, etc.), en gases y en residuos inertes, cenizas y escorias, con el objetivo principal de reducir el volumen. Los productos principales de una combustión son el CO2-anhídrido carbónico-, agua, SO2 -anhídrido sulfuroso- y óxidos de nitrógeno.

Los cuatro factores que determinan o condicionan la adopción del sistema de incineración para la eliminación de los residuos son:

- Volumen de residuos a incinerar.
- Toneladas/día, que determinan la capacidad de la planta.
- Poder calorífico inferior de las basuras.
- Gastos de inversión.
- Gastos de explotación.

En cualquier caso, hay que señalar que el sistema de eliminación de residuos por incineración es costoso.

En el proceso de combustión podemos hacer un balance de materiales y un balance de energía.

En el balance de materiales tenemos unas entradas constituidas por los residuos sólidos (que son el combustible) y por el aire (cuyo oxígeno es el comburente). Los productos de salida son los gases de combustión y el residuo que queda de escorias y material inerte.

En el balance de energía el calor liberado por la combustión de los residuos se reparte. entre los gases de salida, las pérdidas de calor por el horno y las pérdidas de calor en las escorias.

Un parámetro clave en la combustión es la relación entre el combustible y el comburente, de modo que ambos deben tener una proporción adecuada, pero en la incineración de residuos hay que tener en cuenta que se trata de sustancias de muy difícil combustión, por sus propias propiedades físicas y químicas y por la constante variación de las mismas, por lo que la combustión se realiza con un gran exceso de aire.

La relación aire-residuo suele estar entre 2,5 y 3, o sea 2,5 ó 3 kg/aire por kg. de residuo.

El parámetro más importante en este sistema de incineración es, naturalmente, el poder calorífico inferior de los residuos sólidos, puesto que es el dato fundamental a la hora de estudiar la posibilidad de incineración de las basuras.

El poder calorífico (PCI) de las basuras es muy variable, pero no suele ser difícil conseguir unos desperdicios que tengan un poder calorífico inferior de unas 4.184,1 KJ/kg, que es el valor límite mínimo aconsejable para adoptar un sistema de incineración.

En los países europeos el PCI de los residuos urbanos oscila entre 4.184,1 y 8.368,2 KJ/kg. y en España, en las zonas urbanas entre 4.184,1 y 6.276,15 KJ/kg.

En los grandes incineradores y contando con basuras con un poder calorífico inferior como mínimo de 4.184,1 KJ/kg., es posible quemar los residuos sin necesidad de combustible adicional, puesto que el proceso de combustión puede autosostenerse. Este es un punto importante porque si no los costos serían aún más elevados.

En cambio en los incineradores pequeños, hay que incorporar una parte de combustible adicional, que suele ser fuel-oil o propano.

### *11.1.1 INCINERACIÓN SIMPLE SIN RECUPERACIÓN DE ENERGÍA*

Este procedimiento es el primero que se utilizó y se planteó como un simple método de eliminación de las basuras, por lo menos en la mayor parte de su volumen, ya que un resto (cenizas, escorias y materiales inertes) siempre queda y se necesita un vertedero donde depositarlo.

Con respecto a la incineración de los residuos sólidos urbanos hay que señalar, en primer lugar, que son sustancias de combustión difícil. El objeto de la combustión es la conversión de los distintos componentes (papel, cartón, plásticos, fracción orgánica, madera, textiles, etc.), en gases y en residuos

inertes, cenizas y escorias, con el objetivo principal de reducir el volumen. Los productos principales de una combustión son el CO2 –anhídrido carbónico- agua, SO2 -anhídrido sulfuroso- y óxidos de nitrógeno.

Los cuatro factores que determinan o condicionan la adopción del sistema de incineración para la eliminación de los residuos son:

- Volumen de residuos a incinerar.
- Toneladas/día, que determinan la capacidad de la planta.
- Poder calorífico inferior de las basuras.
- Gastos de inversión.
- Gastos de explotación.

En el proceso de combustión podemos hacer un balance de materiales y un balance de energía. En el balance de materiales tenemos unas entradas constituidas por los residuos sólidos (que son el combustible) y por el aire (cuyo oxígeno es el comburente). Los productos de salida son los gases de combustión y el residuo que queda de escorias y material inerte.

En el balance de energía el calor liberado por la combustión de los residuos se reparte entre los gases de salida, las pérdidas de calor por el horno y las pérdidas de calor en las escorias. Un parámetro clave en la combustión es la relación entre el combustible y el comburente, de modo que ambos deben tener una proporción adecuada, pero en la incineración de residuos hay que tener en cuenta que se trata de sustancias de muy difícil combustión, por sus propias propiedades físicas y químicas y por su constante variación, por lo que la combustión se realiza con un gran exceso de aire.

El parámetro más importante en este sistema de incineración es, naturalmente, el poder calorífico inferior de los residuos sólidos, puesto que es

el dato fundamental a la hora de estudiar la posibilidad de incineración de las basuras. El poder calorífico inferior (PCI) de las basuras es muy variable, pero suele ser difícil conseguir unos desperdicios que tengan un poder calorífico inferior (P.C.I), superior a las 1.000 Kcal./kg., que es el valor límite mínimo aconsejable para adoptar un sistema de incineración.

### *11.1.2 DESCRIPCIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.*

En una instalación o planta de incineración hay que distinguir tres fases, que son las siguientes:

a. Recepción de los residuos, preparación y carga.
b. Combustión y extracción de escorias.
c. Depuración de los gases de combustión y emisión o vertido de los mismos.

La parte básica de la instalación es la correspondiente a la fase (b) o sea el horno incinerador.

En los incineradores hay que distinguir cuatro tipos, aunque dentro de cada uno de ellos hay muchas variantes:

- Incineradores domésticos individuales.
- Pequeños incineradores centralizados, hasta una capacidad de 50 toneladas/día.
- Grandes o medianos incineradores, a partir de 50 toneladas; día.
- Incineradores mixtos, diseñados para quemar residuos urbanos e industriales.

De estos cuatro tipos, sólo describiremos el tercero, que es el que tiene relación con los sistemas de eliminación de basuras que puede adoptar un Ayuntamiento o una Mancomunidad de municipios normalmente, ya que los señalados en primer lugar, que son los equipos que hace algunos años se instalaron en viviendas particulares o en casas de bloques de pisos, hoy están prohibidos porque daban lugar a gran número de penachos contaminantes, ya que son equipos en los que la combustión era difícil y tenían más inconvenientes que ventajas.

Los pequeños incineradores se adoptan para funcionar intermitentemente pues son equipos que pueden funcionar en discontinuo. Suelen ser de poca capacidad. Estos hornos tienen generalmente un hogar de combustión con su quemador y una cámara de postcombustión con su correspondiente quemador.

En el primer hogar se insufla una cantidad de aire suficiente para producir la combustión completa de una parte de los residuos con desprendimiento de calor, que produce una pirólisis de los residuos no quemados, que son transformados en gases combustibles. En la cámara de post-combustión se añade aire para la combustión de los gases combustibles y la temperatura se mantiene por la propia combustión de estos gases o por la puesta en marcha del quemador de post-combustión, si es preciso.

Estos equipos pueden ser adecuados para Urbanizaciones que tengan que eliminar "in situ" sus desperdicios o para usos complementarios urbanos o usos industriales específicos.

Centrándonos pues en los incineradores medianos y grandes, con capacidades superiores a 60 Toneladas/horas, veamos cómo se opera en las

distintas fases.

### *11.1.3 RECEPCIÓN DE LOS RESIDUOS, PREPARACIÓN Y CARGA.*

En primer lugar en estas plantas, y a la entrada de las mismas, hay una báscula para pesar los camiones, con dos objetos, el primero conocer el volumen de basuras que se tratan y el segundo y más importante controlar el tonelaje eliminado a efectos de percibir el canon establecido en el contrato o presupuesto fijado. Este canon de explotación suele ser bastante alto.

Como estas instalaciones son modernas, las básculas suelen ser automáticas, con unidades de procesamiento que funcionan con tarjetas de identificación, que recogen datos de los productos recibidos, control de camiones y de personal. Estos controles son muy rápidos ya que los camiones que recogen la basura operan a las mismas horas y en las primeras horas de la mañana llegan varios simultáneamente.

Los residuos sólidos transportados por los camiones de recogida se descargan en el foso de almacenamiento. La descarga debe hacerse rápidamente para no tener inmovilizados los camiones de recogida, por lo que una vez conocida la secuencia de llegada de los camiones se determina el número de puntos de descarga al foso precisos, así como la longitud y profundidad del mismo para que cubra holgadamente las necesidades de almacenamiento.

El foso de recogida de basuras debe calcularse para un volumen de almacenamiento algo superior a la producción de un día. El foso se diseña para que funcione en depresión con objeto de evitar que salga al exterior aire del interior. Con ello se eliminan los posibles malos olores.

La carga de los residuos en el horno se realiza mediante puentes-grúa, si se emplean hornos de parrillas móviles. Si son incineradores diseñados para quemar el combustible en suspensión –los residuos triturados- la carga se realiza mediante sistemas neumáticos de alimentación continua.

Como las basuras contenidas en las bolsas son muy heterogéneas, es preciso que al cargar el horno el combustible esté un poco mezclado, ya que si no el proceso de combustión -que en este caso ya es difícil- resulta aún más complejo al ser muy poco uniforme y producirse grandes variaciones de la temperatura (por las diferencias de poder calorífico de las distintas sustancias componentes de las basuras) y una excesiva variación en el volumen de gases que han de tratar los depuradores de los humos antes de su vertido a la atmósfera. Para evitar estas dificultades se suele cargar el horno tomando basuras de distintas zonas del foso e incluso alguna de las cucharas de carga se ocupa en voltear y mover las basuras almacenándolas para lograr una mejor mezcla.

En los nuevos sistemas de incineración se suele realizar una preparación previa de los residuos (como sucede también en los vertederos, aunque con fines distintos). Esta preparación consiste en triturar y secar los residuos.

La intensidad y el tamaño de la trituración dependerán de que se empleen hornos de parrillas móviles o fijas y en que la carga sea intermitente o continua, en este caso empleando un procedimiento de transporte neumático para incinerar los residuos en una corriente de fluido en suspensión. También pueden mejorarse los rendimientos secando los residuos y pulverizándolos antes de su combustión.

De todos modos conviene señalar que cuanta más tecnología se añada al sistema, cuantas más operaciones se realicen en la combustión, más costoso resulta el proceso, si bien puede ser adecuado en instalaciones que recuperen energía.

### *11.1.4 COMBUSTIÓN Y EXTRACCIÓN DE ESCORIA*

Los hornos pueden ser de funcionamiento discontinuo o continuo. Los primeros son hornos pequeños a los que ya nos hemos referido. Los hornos grandes son de funcionamiento continuo y en ellos tanto la carga como la extracción de escorias se pueden realizar mediante los tres sistemas siguientes:

- Hornos con parrillas móviles, que pueden ser basculantes, vibratorios, inclinados.
- Hornos rotatorios.
- Hornos que realizan la combustión de los residuos en suspensión.

Si el horno es de parrillas móviles, los desechos avanzan desplazándose al tiempo que se queman, de modo que al final del recorrido sólo quedan las cenizas y escorias, que caen al foso de escorias y de allí se extraen para depositarlas en un vertedero, previa recuperación de productos -como los férricos- si se desea. En este tipo de hornos suele haber tres parrillas móviles; la primera para secar los desperdicios y comenzar la ignición; en la segunda se produce la combustión propiamente dicha y en la tercera se completa ésta y se descarga el residuo quemado.

Las parrillas móviles forman el fondo o base del hogar de combustión, el resto del horno lo forman los laterales de chapa, revestido por el interior de material refractario. Las basuras se introducen por la parte superior del

conjunto de parrillas y las escorias se descargan al final de la tercera parrilla. Los gases de combustión salen por la parte superior del horno desde donde pasan al sistema de depuración de gases y de allí a la chimenea por donde se vierten al exterior.

El aire preciso para la combustión se suministra por la parte inferior de las parrillas, aire primario, que están perforadas para dejar pasar el aire. Pero como ya hemos dicho que la combustión de las basuras es difícil para que no falte oxígeno y se pueda formar CO, se inyecta aire en exceso también por la parte superior, que es el denominado aire secundario.

Los residuos que se queman en hornos rotativos están girando constantemente, lo que permite una buena mezcla de los mismos y avanzan hacia el interior a lo largo de la combustión.

Estos hornos son semejantes a los hornos empleados en la industria para procesos de combustión industriales de diversas sustancias y constan de un cilindro metálico revestido por el interior de material refractario, que gira constantemente apoyado en rodillos.

Cuando se incineran los residuos en suspensión las basuras, previamente trituradas a un tamaño de 2 o 3 cm., empleando cualquier sistema de trituración como puede ser martillos, molinos de bolas. discos o cualquier otro, se transportan neumáticamente y se inyectan en el horno por la parte superior. Al inyectar los residuos se produce un torbellino y los desechos se queman conforme van descendiendo. Los trozos que quedan sin quemar, arden en las parrillas del fondo.

Este sistema de incineración es más completo y por consiguiente, tiene un mayor rendimiento (aconsejable cuando se pretende recuperar energía),

pero si lo que se desea es simplemente eliminar las basuras, estas tecnologías son bastante más costosas de inversión y explotación.

Una vez quemadas las basuras es preciso extraer las cenizas y escorias, en las que quedan los restos de material inerte (como los metales, cerámica, tierras, vidrio).

Las escorias se suelen apagar con agua y una vez extinguidas se extraen del foso de descarga con cucharas o transportadores continuos.

Parte del contenido de las escorias se puede aprovechar (como la fracción metálica férrica) directamente o con tecnologías complejas todos los metales y el resto puede emplearse en el relleno de carreteras o bien depositar todo ello en un vertedero. Evidentemente aunque siempre queda un resto, la disminución de volumen es enorme y sobre todo se elimina la fracción orgánica, que es la que puede contaminar el suelo y los acuíferos subterráneos.

### *11.1.5 DEPURACIÓN DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN Y EMISIÓN O VERTIDO DE LOS MISMOS*

Se ha hablado mucho de lo que pueden contaminar la atmósfera los efluentes gaseosos procedentes de los incineradores de basuras, pero estas opiniones no parecen rigurosas. Vamos a ver qué contaminantes se producen y cuáles son los sistemas de depuración de los gases de combustión que se requieren.

Los contaminantes que se pueden emitir son:

- Partículas sólidas, sedimentables y en suspensión.
- Monóxido de carbono, CO.
- Óxidos de nitrógeno, NOx.
- Hidrocarburos, CnHm.
- Aldehídos, H-CHO.
- Acidos orgánicos, CH3-COOH.
- Amoniaco, NH3
- Oxidos de azufre, SO2.
- Cloruro de hidrógeno, CIH.

De todos ellos, los más significativos son los polvos, las partículas sólidas.

Los polvos están constituidos por partículas sólidas de distintos tamaños. Cuando el diámetro equivalente de las partículas es superior a 10 micras, se depositan rápidamente y se llaman partículas sedimentables. Las partículas de tamaño inferior permanecen en suspensión en el aire y son las llamadas partículas en suspensión. Son estas partículas, sobre todo las submicrónicas, las de tamaño inferior a 1 micra, las que resultan nocivas porque son las que penetran con más facilidad en las vías respiratorias de los seres vivos.

La composición de las partículas en suspensión de los incineradores es aproximadamente la siguiente: materia orgánica entre un 5 y un 20%, y materia inorgánica, entre un 70-90%.

En la fracción inorgánica se pueden encontrar óxidos metálicos como óxido de hierro, de aluminio, de calcio, de magnesio, de cobre, etc.

Las cantidades de amoniaco, aldehídos, ácidos orgánicos, monóxido de carbono y los otros compuestos no son importantes. El problema se centra en los polvos, que están presentes en los gases de combustión en concentraciones notables por lo que es necesario captarlos antes de que los gases se viertan a la atmósfera.

¿Cuáles son los sistemas de control de contaminantes idóneos en el caso de los incineradores de basuras?

La tecnología existente para reducir la contaminación atmosférica puede englobarse en ocho sistemas, cuatro destinados a la captación de polvos y otros cuatro a la depuración de gases.

Estos sistemas son:

Control de partículas.

- Separadores mecánicos por fuerza de gravedad o centrífuga.
- Cámaras de sedimentación.
- Ciclones.
- Multiciclones.
- Precipitadores electrostáticos, denominados corrientemente
- electrofiltros.
- Filtros de tejido o filtros de mangas.
- Lavadores húmedos.

Control de gases.

- Lavadores húmedos.

- Incineradores.
- Oxidación o combustión catalítica.
- Absorción.

Como en este sector lo importante es el control de partículas nos referimos sólo a los sistemas señalados en el primer grupo.

Los procesos unitarios para captación de polvos son conocidos desde hace más de 70 años y en esencia, hoy se siguen los mismos principios.

### *11.1.6 SEPARADORES MECÁNICOS*

Los métodos mecánicos de recuperación de metales no ferrosos vienen dados por operaciones de flotación (según densidad), separación electromagnética, separación electroestática y pre-concentración y separación manual.

A continuación se ofrece una breve descripción de cada método.

**Flotación.**

Los sistemas de flotación están constituidos por varias etapas de elutriación controlada con agua (para pesos específicos eficaces de entre 1,1 y 2,0), o con líquidos densos (para pesos específicos de entre 1,5 y 3,0), y con medios densos (lodos acuosos de magnetita, galena, o ferrosílice para pesos específicos eficaces de 2,5, 3,3 y 3,5, respectivamente). En sistemas aplicados a MSW, se emplean varias etapas de flotación, distribuidas con pesos específicos entre 1,2 y 3,0, para separar vidrio, aluminio y otros metales no

ferrosos por diferencia de densidad entre los diferentes materiales.

Normalmente, se combinan los procesos de flotación y separación de pesados con líquidos densos, precedidos de reducción de tamaño, clasificación neumática, separación magnética y tamizado. Con el fin de controlar el tamaño y la forma de los metales, así como para minimizar los niveles de impurezas de materiales orgánicos e inorgánicos, se requiere llevar a cabo una preparación apropiada de los residuos sólidos que se van a alimentar a estos procesos. Cuando se trabaja con aluminio fragmentado, es posible la presencia de pliegues o bolsas en el material, las cuales facilitan una suspensión de las partículas cuando se somete a una corriente de aire, o pueden atrapar sólidos densos que aumentan su peso, generando tanto pérdidas como la contaminación del producto. Los materiales orgánicos pueden adsorber líquidos o medios densos, dando lugar a un aumento de los costes de operación, mientras que la presencia de finos orgánicos e inorgánicos puede modificar tanto el peso especifico, como la viscosidad de los materiales, dando lugar a una disminución de la eficacia de separación del proceso.

Los procesos de separación mediante elutriación con agua y medios pesados, junto con las operaciones de tamizado y separación magnética, también se han empleado en la recuperación de metales no ferrosos procedentes de los residuos sólidos de incineración, a través de programas experimentales e instalaciones de planta piloto. Debido a que, durante el proceso de incineración, los metales no ferrosos, como el aluminio, puede oxidarse, fundirse y perder calidad, o formar aleaciones con otros materiales, se hace complicado justificar aplicaciones industriales de recuperación, ya que es difícil encontrar mercado para dichos materiales.

**Separación electromagnética**.

Las unidades de separación electromagnética están basadas en la aplicación del principio de inducción electromagnética para separar los metales

conductores no ferrosos. El empleo de campos electromagnéticos modulados o el movimiento de los metales sometidos a un campo magnético, generado mediante una serie de imanes permanentes, dan lugar a la aparición de corrientes en las partículas integrantes de los metales conductores que, a su vez actúan recíprocamente sobre el campo magnético y causan una desviación de la trayectoria de las partículas hacia el exterior del separador.

Este sistema, en particular, utiliza dos separadores electromagnético, situados en paralelo, cuyo alimento procede de una serie de unidades de tamizado, de clasificación, e imágenes diseñados para preconcentrar la corriente de aluminio a tratar. Los resultados obtenidos en esta aplicación indican la importancia de preconcentración eficaz. Aunque la eficacia de los separadores electromagnéticos, para obtener aluminio, resultó ser de hasta un 85 o 90%, la eficacia global del proceso de recuperación resultó ser de un 35 o 40%, debido a las pérdidas de aluminio en los procesos previos de tamizado y clasificación.

Cada separador electromagnético está provisto de cuatro juegos de imanes, cada uno de los cuales va fijado en la parte superior e inferior de una cinta transportadora del orden de 22 in (0,56 m) de anchura. La distancia nominal entre el imán superior e inferior se establece en 3,5 in (90 mm). La cinta transporta de 1 a 3 t/h (0,9 a 2,7 Mg/h) de residuos sólidos, con una velocidad de la cinta de entre 250 y 500 ft/min. (75 y 150 m/min.). Los metales conductores, no ferrosos, concentrados en la corriente de alimentación entorno al 5%, se rechazan hacia los laterales de la cinta por acción de los electroimanes. Los imanes operan a 480 V y 60 ciclos, con un consumo de aproximadamente 7,5 kW para cada juego de imanes.

En la siguiente tabla se muestra el efecto de la forma de las partículas de aluminio y de la velocidad de la cinta sobre la eficacia de separación del electroimán.

| Velocidad de cinta, m/mm | Porcentaje de latas recuperadas | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aplastadas | Deformadas | Enteras | Total |
| 91 | 97,7 | 98,4 | 100 | 98,4 |
| 122 | 92,9 | 98,4 | 100 | 98,0 |
| 152 | 90,7 | 95,0 | 86,6 | 94,5 |

Tabla.11.2 Efecto de la forma de la lata de aluminio y de la velocidad de la cinta transportadora sobre el funcionamiento de un separador electromagnético.

Para una operación nominal, cada separador recupera entre el 85 y el 90% del aluminio de una corriente de alimentación de 1 t/h (0,9 Mg/h), con una velocidad de la cinta de 350 ft/min. (105 m/min.).

**Separación electrostática**.

Los separadores electrostáticos usan un campo de entre 30 y 50 kV, generando por electrodos localizados sobre una corriente de partículas que fluyen hacia un tambor metálico conectado a tierra. El tambor, normalmente, presenta unas dimensiones de 10 a 30 in (0,25 a 0,75 m) de profundidad y de 1,5 a 3 ft (0,5 a 1 m) de diámetro. Los materiales no conductores (normalmente vidrio y orgánicos) retienen la carga estática durante un tiempo lo suficientemente grande como para ser atraídos hacia las paredes del tambor, mientras que los materiales conductores (metales) disipan su carga rápidamente y son rechazados por las paredes del tambor, siendo éste el fundamento de la separación. La necesidad de un pretratamiento cuidadoso de la alimentación de una unidad electrostática es superior que el de un separador electromagnético. El material alimentado debe ser de un tamaño bastante

pequeño (< 1 in [25 mm]) y muy seco (< 1% de humedad), y el nivel de orgánicos (papel) debe mantenerse en un mínimo, para evitar las interferencias y minimizar la carga volumétrica del separador. Estos requisitos limitan la aplicación de separadores electrostáticos a la recuperación de metales no ferrosos.

Dependiendo, principalmente, de las especificaciones de mercado para los metales, el producto obtenido con un separador electromagnético o un separador electrostático puede necesitar un proceso adicional de separación de vidrio y contaminantes orgánicos dispersos en el producto metálico, así como otra unidad de separación de otros materiales no ferrosos diferentes al aluminio. En la instalación de Nueva Orleáns, dichos contaminantes constituyen un 14% del producto obtenido en la unidad de separación. Esta separación adicional puede lograrse empleando una corriente de aire, tamizado, y/o etapas electromagnéticas adicionales (o medios pesados) de separación. El aluminio contenido en el producto puede requerir también una reducción de tamaño o un embalado para aumentar la densidad, y hacer más económico su transporte. La unidad de reducción de tamaño de la planta de Nueva Orleáns consigue un aumento de densidad de 130 a 520 lb./$yd^3$ (60 a 240 kg/$m^3$ ).

**Separación por fricción de deslizamiento.**

Los primeros sistemas industriales de preconcentración y separación manual de aluminio a partir de residuos sólidos municipales, MSW, homogeneizados se localizan en Houston, Texas.

La planta está diseñada para procesar 60 t/h (56 x $10^3$ kg/h) de residuos

sólidos municipales, MSW.

En la planta de Houston se emplea una unidad de separación por fricción de deslizamiento, basada en la diferencia de adherencia y resistencia a la fricción sobre una cinta transportadora plana e inclinada, a la cual se alimentan los residuos por la parte más baja (baja). Las partículas más rígidas o redondas (metales, orgánicos densos) botarán, se deslizarán, o rodarán hacia la base de la cinta deslizante, conduciéndose a un separador neumático o a un sistema de separación manual, mientras que el material más flexible y húmedo (papel, material textil, orgánicos) asciende por la cinta, se transporta y descarga de superficie de la cinta, como residuo. Para recoger el aluminio que se encuentra sobre la cinta transportadora se emplean operarios que llevan a cabo la separación manual en una cinta lenta y, posteriormente, el producto se aplasta y embala, dejándolo listo para su comercialización.

La recuperación mecánica de metales no ferrosos procedente de MSW está desapareciendo en varias plantas de proceso y no se aplica en las instalaciones más recientes por varias razones: presencia de concentraciones relativamente bajas y muy variables en los residuos sólidos, ausencia actual de tecnología eficaz y fiable para la separación y clasificación mixta de metales y falta de mercados interesados.

**Separación por flotación de espuma.**

El proceso de flotación de espuma se desarrolló en la industria de minerales para llevar a cabo la separación de partículas de tamaño fino (0,002 a 0,35 in [0,05 a 9 mm.]) mediante la flotación selectiva hacia la superficie de una suspensión mediante burbujas de aire. Para ello se emplea un tensioactivo (por ejemplo una amina de coco), que es selectivo para partículas de vidrio y

genera superficies hidrófobas (repelentes de agua); el tensioactivo se mezcla con el agua y se añade a un volumen preconcentrado, finamente dividido y clasificado según tamaño (inferior a una malla 20), estando dicho volumen constituido por vidrio y contaminantes inorgánicos (cerámica, piedras y metales). Dicha suspensión se introduce en una cámara de separación donde se somete a una corriente de burbujas ascendentes de aire, consiguiendo una ascensión de las partículas de vidrio, ayudadas por las burbujas de aire adheridas y por el agente de superficie que se encarga de repeler los contaminantes, los cuales se concentran en el fondo de la cámara de separación (rechazo). Tambien pueden acoplarse etapas posteriores de flotación para enriquecer el producto obtenido, sometiéndolo a nuevas flotaciones, o para agotar el residuo de la primera flotación.

También se recogen datos del balance de materia para la separación de vidrio, basándose en un alimento de residuos sólidos municipales de 100 tons/h (90 tons/h métricas) o para una capacidad de diseño de, aproximadamente, un 160%.

En la siguiente tabla, se proporcionan características técnicas para los principales equipos.

| **Equipo** | **Descripción** |
|---|---|
| Tamiz de dos pasos | Modelo CE Tyler F-800; 3 m largo por 1,5 m ancho; 5º inclinación; sistema electromecánico de 1,5 kW; tamiz de luz de malla de 114 y 57 mm. |
| Tamiz de un paso | Vibratorio; 3 m longitud por 0,6 m ancho; sistema electromecánico de 0,38 kW; luz de malla constituida por orificios de 26 mm. x 75 mm. |
| Desbaste del mineral | Mesa tamizadota WEMCO Remer; 4,9 m largo por 1,5 m ancho; tableros con tamiz de 6 mm de luz de |

| | |
|---|---|
| | malla: intervalo de 9,5 m a 13 mm; 5º inclinación; potencias de 1,5 y 5,6 kW. |
| Molino de barras | Marcy Mfg., 1,2 m diámetro por 2,4 m longitud; descarga central tipo vertedero; 37 barras dentadas (típico); 25 r/min; potencia de 37,5 kW. |
| Tamizado | Modelo CE Tyler 1F-800; 3 m largo por 1,5 m ancho; sistema electromecánico de 1,5 kW; tamiz de luz de malla de 6 mm y malla número 20. |
| Hidrociclones (2) | Modelo Krebs D10B y D6B (modificado); 254 y 152 mm diámetro, eje ajustable. |
| Unidades de flotación | Equipo Denver modelo 18-especial, Tipo A; células de 0,67 $m^3$ con dos unidades de preflotación, tres de predesbaste y tres limpiadores. |
| Agente de flotación | Sherex MG 83 A, agente de flotación de espumas de aceite de pino con concentraciones del 5% y 1% (en peso). |
| Filtro de vació | Dorr Oliver; 1,2 m de diámetro; vacío de 430 mm Hg. |
| Secador | Industrias Joy Holoflite modelo 1-D-2410; caldera con gasoil de 1,25 MBtu/h para 650 ºF de temperatura; rodillos rotatorios para mezcla. |

Tabla 11.3. Descripción de los equipos de una planta de recuperación de vidrio, sita en Nueva Orleáns.

Mediante la realización de varias pruebas y ensayos en el sistema de recuperación de la planta de reciclaje de vidrio de Nueva Orleáns, se obtuvieron las siguientes características de operación.

- Las pérdidas de vidrio en la zona seca del sistema de proceso (anterior al tratamiento de flotación) son fuertemente dependientes del nivel y de la variación de la velocidad de alimentación, y constituyen entre un 40 y un 50%.

- La capacidad del sistema de recuperación de vidrio en las zonas húmedas del proceso (tratamiento del residuo mediante flotación) es de 4 tons/h (3,6 toneladas métricas por hora). Un aumento o una variación de la corriente de alimentación resulta ser perjudicial para el funcionamiento del sistema y reduce la calidad del vidrio obtenido.

- La recuperación de vidrio, en las zonas húmedas del sistema, se estudio empleando una alimentación con un 80% de contenido en vidrio.

- En las etapas de preflotación, cargadas con agua y reactivos, fue necesario llevar a cabo una flotación para eliminar grasas, aceites y otros materiales orgánicos que acompañan a los materiales de partida.

- Son necesarios filtros de vació para disminuir el contenido de humedad del vidrio recuperado hasta un nivel de 5%; y posteriormente se realiza una operación de secado para reducir el contenido en humedad por debajo del 1%, a fin de adaptarse a las especificaciones del producto.

La siguiente tabla recoge las especificaciones del vidrio producido, tal y como se establece en ASTM E708-79, *Standard Specification for Waste Glass as a Raw Material for Manufacturer of Glass Containers*, así como los resultados más relevantes del análisis del vidrio producido en la planta de Nueva Orleáns.

| Parámetro | Valor de la especificación ASTM | Resultado promedio de la recuperación I |
|---|---|---|
| % de humedad, peso en base húmeda | < 0,5% | 1,0 |
| % superior a 6 mm, peso en base seca | 0% | 0 |
| % inferior al U.S. std. # 140, peso en base seca | ≤ 5% | 15,8 |
| % materiales orgánicos, peso en base seca | ≤0,2% ó ≤ 0,4% ± 0,05% | 0,16 |
| % $Fe_2O_3$ vidrio de color, mezclado | > 0,1 y/o 0,16% | --- |
| % $Cr_2O_3$ vidrio de color, mezclado | > 0,0015% | Trazas |
| % $SiO_2$ | 65-75% | 73,4 |
| % $Al_2O_3$, en material calizo | 1-7% | 2,0 |
| % CaO + MgO en vidrio | 9-13% | 10,3 |
| % $Na_2O$ | 12-16% | 13,5% |
| Total material magnético, vidrio color, mezclado | ≤ 0,14% | --- |
| % total material inorgánico no magnético | ≤ 0,6% | 0,59 |
| Refractarios: n.º partículas por libra Mallas inferior # 20, superior # 40. | ≤ 2 | 0 |
| Refractarios: n.º partículas por libra Mallas inferior # 40, superior # 60. | ≤ 20 | 12 |
| Metales no magnéticos: n.º | ≤ 1 | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| partículas por libra<br><br>Malla superior # 20 | | |

Tabla 11.4. Especificación para vidrio recuperado y resultados del vidrio producido en una planta de reciclaje de Nueva Orleáns.

La comparación muestra que el producto obtenido se encuentra dentro de las especificaciones, excepto en el caso de los niveles de humedad y del contenido en finos inferiores a un tamiz 140.

También se han encontrado datos de procesos de flotación de espumas a escala de planta piloto para el tratamiento de residuos procedentes de sistemas de incineración, pero ninguno de estos procesos se ha desarrollado a escala industrial.

**Separación óptica.**

En un clasificador óptico, se mide la intensidad de la luz que atraviesa una partícula situada dentro de un dispositivo, donde el foro receptor de luz es una célula fotoeléctrica. Mediante la comparación de la intensidad con un sistema patrón, puede identificarse la partícula como opaca (diferente al vidrio) o pedernal, verde, o ámbar y aceptada o desviada por un sistema eyector localizado debajo del sensor. Debido a que la mayoría de los clasificadores son dispositivos binarios, es necesario operar en varias etapas o llevar a cabo separaciones múltiples.

La clasificación óptica también precisa un considerable proceso de preparación o acondicionamiento del alimento. Una vez se dispone de una corriente limpia y seca, es preciso clasificar las partículas, según tamaño, en un

intervalo de 0,25 a 2 in (6 a 50 mm) y que dichas partículas estén libres de metales u otros contaminantes. Las partículas más pequeñas, inferiores a 0,25 in (6 mm), no pueden recuperarse con este equipo, por lo que deben eliminarse los trituradores en la preparación de alimento. Los sistemas de reducción de tamaños de partícula deben someterse a posteriores sistemas de tamizado primario, cortadoras clasificadoras, o sistemas de clasificación por elutriación. Las posteriores concentraciones del vidrio pueden llevarse a cabo mediante clasificación neumática, tamizado, separación de orgánicos, lavado por flotación, separación de metales por flotación, o separación electrostática y secado. En la siguiente figura se muestra el diagrama de flujo completo de un sistema industrial de clasificación u separación óptica implantado en Hempstead, Nueva Cork.

### *11.1.7 PRECIPITADORES ELECTROESTATICO O ELECTROFILTROS*

El precipitador electrostático es un dispositivo utilizado para la descontaminación del aire que utiliza las fuerzas eléctricas para la remonición de la fracción sólida de un efluente, dirigiendo las partículas hacia las placas del colector. Las partículas se cargan mediante el choque con iones gaseosos creados por la ionización del aire creado entre los electrodos, tras la carga las partículas siguen las líneas de campo producidas por el alto voltaje hasta la superficie del electrodo colector. Las partículas deben ser eliminadas de las placas y recolectadas en una tolva, evitando que se reencaucen en la corriente gaseosa.

Tipos de precipitadores:

**Precipitador de placa-alambre.**

Consta de placas paralelas y alambres entre las placas. Esta disposición permite muchas líneas de flujo operando en paralelo, y a su vez pueden ser

muy altas, lo que permite a este tipo de precipitador tratar grandes volúmenes de flujo. Las placas son el electrodo colector, que deben ser golpeteadas periódicamente para desprender el material recolectado. Hay que tener en cuenta la resistividad del material recolectado, ya que altas resistividades provocan la situación de corona invertida (se inyectan iones de polaridad contraria que disminuyen la eficiencia de recolección), si la resistividad es muy baja, las partículas se mantienen en la placa muy disgregadas, lo que provoca fenómenos de resuspensión, lo que también disminuye la eficiencia. En el cálculo de la resistividad del material influyen muchos factores como: naturaleza del gas y del material recolectado, temperatura, humedad, características de la superficie recolectora, etc.

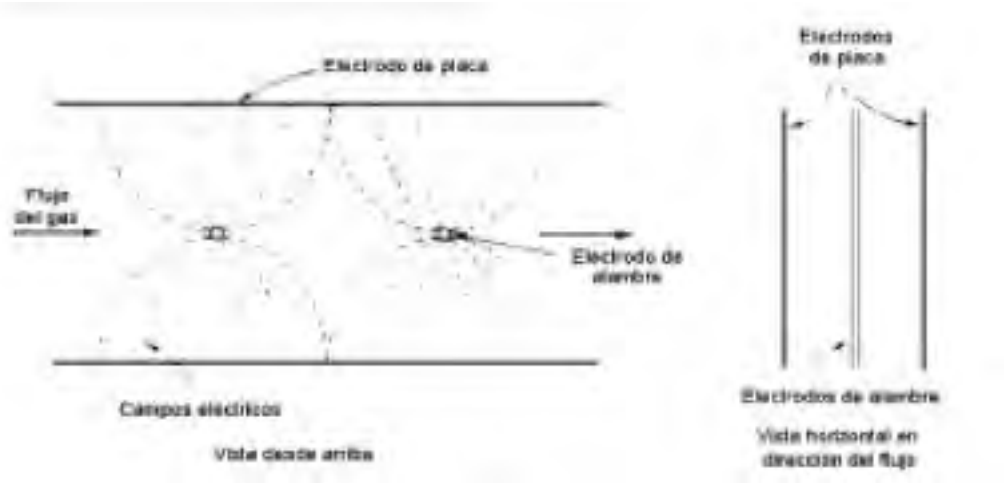



Figura 11.1 Precipitador de placa-alambre.

**Precipitador de placas planas.**

En este tipo de precipitadores electrostáticos, de menor tamaño, se sustituyen los alambres por placas planas para los electrodos de alto voltaje. Esto incrementa el campo eléctrico promedio usado para recolectar partículas y proporciona una mayor área superficial. Las coronas no pueden formarse entre placas planas, por lo que hay que incorporar electrodos adicionales a la entrada de las placas que generen las coronas. Los precipitadores de placas planas son menos susceptibles a la formación de corona invertida, siendo

especialmente útiles para la recolección de material con gran resistividad. Además, son menos propensos a la formación de chispas, por lo que suelen ser de polaridad positiva, para minimizar la formación de ozono.

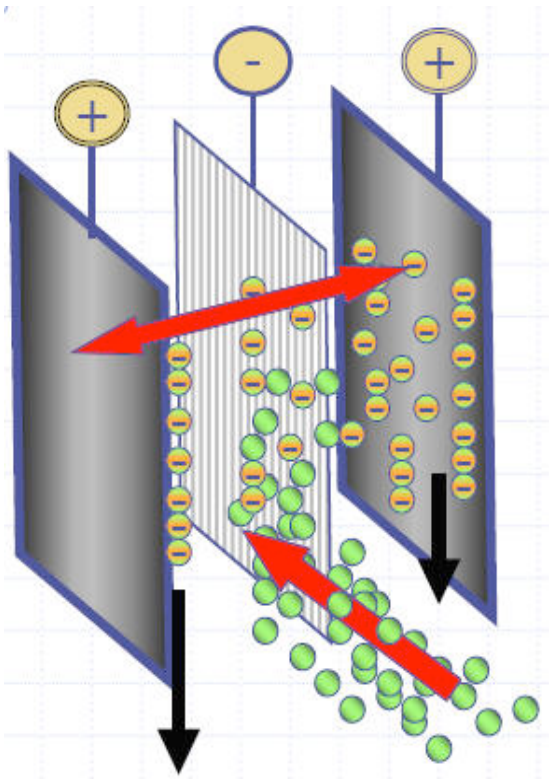



Figura 11.2 Precipitador de placas planas.

**Precipitador tubular.**

Los precipitadores tubulares tienen forma de tubo, o tubos en paralelo con forma de panal, con el electrodo de alto voltaje en forma de alambres. Normalmente son lavados con agua, por lo que son más utilizados con particulados húmedos o pegajosos.

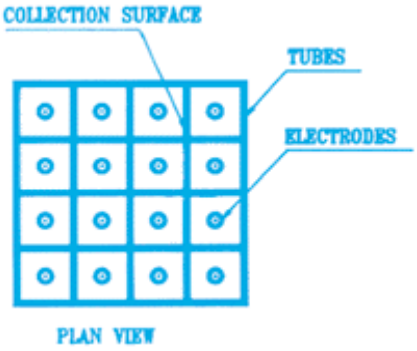



Figura 11.3 Precipitador tubular.

**El electrofiltro**.

Es un sistema colector de partículas también bastante utilizado, junto con los filtros de mangas. La precipitación electrostática implica la separación de partículas o de un aerosol líquido de una corriente de gas mediante la fuerza resultante de una carga eléctrica en presencia de un campo eléctrico. Los gases portadores de partículas se hacen circular a baja velocidad (aproximadamente a 1 m/s) entre placas verticales dispuestas a una distancia de 200 mm a 500 mm. Las partículas se cargan eléctricamente y se depositan sobre las paredes, las cuales se pueden limpiar mediante golpes que las hacen caer en una zona de evacuación. Los electrofiltros permiten separar las partículas de manera selectiva mediante el ajuste de ciertos parámetros: temperatura, velocidad y diferencia de potencial de los electrodos del precipitador; ya que estos parámetros influyen en el tamaño o masa de las partículas. Algunos métodos emplean una limpieza de gases previa de tipo Venturi para facilitar la carga eléctrica de las partículas con agua y poder separarlas con más eficacia. También se facilita la captación de otros contaminantes solubles en agua.

Las partículas se cargan eléctricamente mediante la circulación del gas entre una serie de electrodos. Esta carga se consigue por adición o extracción de electrones del material o por la unión con moléculas de gas ionizadas. Las partículas permanecen enganchadas hasta que se retiran mediante una limpieza mecánica. El electrodo de tierra, además de recoger las partículas, también tiene la función de descargarlas para evitar que vuelvan a la corriente de gas.

El rendimiento es inversamente proporcional a la velocidad de circulación del gas y a la distancia entre los dos electrodos. El rendimiento máximo de estos equipos es de un 99,9% para partículas de medida comprendida entre 0,5 y 10 mm, y del 95% y superior para partículas de medida inferior o igual a 0,01mm.

Existen varias etapas fundamentales en los mecanismos de captación de las partículas contenidas en una corriente gaseosa mediante precipitación electrostática:

1. Debido al elevado potencial eléctrico se producen iones alrededor del electrodo de descarga (cable), por el llamado efecto corona.
2. Las partículas líquidas o sólidas se cargan por bombardeo de los iones de gas o electrones creados en el electrodo de descarga.
3. Una vez están las partículas en el electrodo colector (placa) conectado a tierra, su carga es neutralizada.
4. La limpieza del electrodo colector, por medios mecánicos (golpe en los colectores) o por inyección de agua, transfiere las partículas del electrodo colector a la tolva donde son descargadas.

Las principales características son:

- Pueden alcanzar muy altas eficacias.
- Costo inicial muy elevado.
- Gastos de operación y mantenimiento bajos.
- Pueden operar a altas temperaturas.
- Gases cuyos caudales son importantes.

### *11.1.8 FILTROS DE TEJIDOS*

Hoy la protección del aire que respiramos es una preocupación mundial. Los primeros dispositivos para control de la contaminación del aire industrial surgieron el 1913, entre ellos el *"Captador de Polvo Americano"* que, con sus cedazos de tejido, parecidas con las telas de ventanas, captaba el polvo emanado de las operaciones de limpieza de fundidos. En el 1932 fue desarrollado el primer filtro de tejido en la forma tubular. Esa innovación sustituyó rápidamente los colectores tipo cedazo y, dos años después, el sistema fue perfeccionado para remoción automática del polvo retenido en los elementos filtrantes, a través de la agitación de los filtros de tejido, en un método que pasó a ser conocido como sistema "shaker". En los años siguientes, fueron desarrollados varios filtros de tejido resistentes a altas temperaturas y corrosión, bien como nuevos métodos de limpieza de los mismos. los primeros filtros de tejido tipo "chorro pulsante", que utilizan chorro de aire para limpiar el material recogido del tubo de tejido, fueron introducidos al final de la década de 60 y actualmente son anchamente empleados en diversa aplicaciones. En los años siguientes, fueron desarrollados varios filtros de tejido resistentes a altas temperaturas y corrosión, bien como nuevos métodos de limpieza de los mismos. los primeros filtros de tejido tipo "chorro pulsante", que utilizan chorro de aire para limpiar el material recogido del tubo de tejido, fueron introducidos al final de la década de 60 y actualmente son anchamente empleados en diversa aplicaciones.

Más concretamente, la invención se refiere, a las características físicas y

químicas de un filtro para líquidos y aire para retener las bacterias y eliminarlas, fabricado con un tejido de los llamados tejidos no tejidos, y/o de láminas o estructuras inyectadas filtrantes, es decir que han sido obtenidos por la manipulación de fibras artificiales y sintéticas, o bien por estructuras inyectadas filtrantes mediante procesos tendentes a formar una capa que después de otras operaciones fabriles que se detallarán más delante de acabado, se convertirá en el tejido no-tejido y alternativamente mediante procesos de inyección en las citadas láminas o estructuras inyectadas. Otro de los objetos es las características de las fibras que intervienen en dicho no-tejido, así como del tratamiento que las mismas incorporan, con el fin de fijar los compuestos químicos necesarios directamente sobre las fibras, que permite una vez que el no- tejido se ha fabricado, el que actúe como un filtro capaz de evitar que la legionella pueda continuar circulando por el interior de las torres de refrigeración, intercambiadores de calor, aireadores, depósitos o cualquiera de los dispositivos enumerados con anterioridad, alcanzando concentraciones peligrosas para las personas.

### *11.1.9 SEPARADORAS POR VIA HUMEDA O LAVADORES.*

Los separadores por vía húmeda (scrubbers) emplean un líquido, generalmente agua, para separar las partículas en forma de lodo. Sirven también para separar gases como el cloro y vapores como el de tricloruro de fósforo. Son los equipos más empleados para controlar las emisiones inorgánicas. Normalmente, los separadores vía húmeda alcanzan rendimientos del 90 al 99.99 por 100.

El principio básico de todos los lavadores es adherir la partícula sólida a un vehículo líquido para su mayor facilidad de separación. El mecanismo principal de funcionamiento es la absorción.

El rendimiento de un sistema de lavado vía húmeda es proporcional a la pérdida de carga. Al aumentar la turbulencia (mejora la difusión y la mezcla) pero también aumenta la pérdida de carga. Los dos grandes grupos son:

Torres de lavado: Es el sistema más usado. El gas atraviesa a contraflujo una serie de bandejas o bandejas de cuerpos rellenos con el líquido de lavado.

La baja velocidad del gas restringe la aplicación a partículas superiores a 30 µm. Su eficacia es limitada pero la inversión y el consumo es bajo.

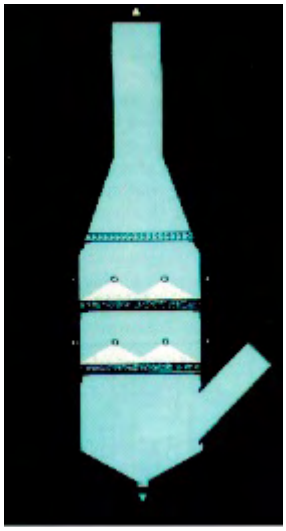


Fig. 11.4 Torres de lavado

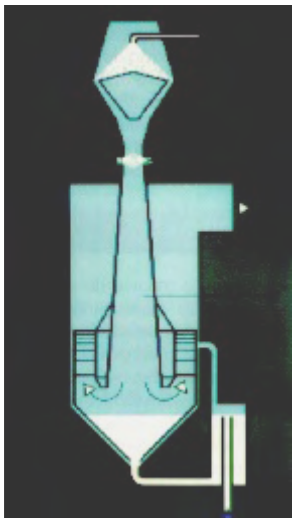


Fig. 11.5 Lavadores Venturi o scrubbers

Lavadores Venturi o scrubbers: (derecha) La primera parte es la zona de saturación del gas. El cuello del Venturi, 3, (máxima velocidad de gas y mínima presión). La velocidad relativa partícula/agua es muy elevada lo que permite la transferencia de partículas contaminantes al agua.

En la trompeta de deceleración se forman gotas que luego caen en el

decantador inercial y en la decantación centrífuga. A la salida se instala un demister (separador de gotas).

Los rendimientos de los venturis son muy buenos para partículas sólidas e incluso pueden usarse como absorbedores de gases cuando la solubilidad de estos es elevada. No obstante para obtener buenos rendimientos en la captación de partículas finas (0,2 – 1 µm), se requieren velocidades del orden de 50-150 m/s en la corriente lo que conlleva un elevado consumo de energía.

### *11.1.10 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL*

Para alcanzar los estándares de emisiones establecidos en las NOM o por programas específicos (el Proaire de la ZMVM, por ejemplo) se están aplicando y/o desarrollando varias técnicas para el tratamiento de gases emitidos. Los métodos para el control de compuestos orgánicos volátiles (COV) en emisiones de fuentes fijas se pueden clasificar en dos grandes grupos: los métodos fisicoquímicos y los métodos biológicos. En algunos casos, la opción para el control de emisiones de COV involucrará a más de uno de estos métodos de acuerdo con las características de la emisión.

En la selección del equipo adecuado para el control de la contaminación del aire se deben contemplar los aspectos que aparecen a continuación. Todas estas consideraciones permitirán realizar una adecuada evaluación técnico-económica de la tecnología propuesta, en donde la elección del método adecuado para el control de compuestos volátiles depende de la ponderación de los siguientes aspectos:

- Características del contaminante a remover (concentración, propiedades físicas y químicas como corrosividad, abrasividad, toxicidad y combustibilidad).
- Las características de la corriente contaminada (temperatura, presión, humedad, flujo, presencia de partículas).
- La eficiencia de remoción requerida (dictada por las normas de emisión vigentes o por la meta a alcanzar).
- Posibilidad de recuperar y reutilizar el contaminante así como identificar y cuantificar los subproductos que se puedan generar con el proceso y el costo de su disposición.
- Los requerimientos de potencia, de suministros y de mantenimiento deberán ser calculados al igual que los costos de inversión inicial.

**Métodos fisicoquímicos**

Estos métodos se utilizan para el control de contaminantes particulados (sólidos o líquidos) como polvo y aerosoles mediante el uso de un sedimentador gravitacional, separador centrífugo, ciclón, filtro de tela y precipitador electrostático.

Para el control de compuestos gaseosos tales como SO 2 , NOx, ozono (O3), CO y COV se encuentran los procesos como la absorción, la adsorción, la condensación y la oxidación catalítica y/o la incineración térmica. Estos métodos tienen desventajas inherentes. Los oxidantes químicos son costosos y en algunos casos peligrosos. En ciertas ocasiones el contaminante solo se transfiere de una fase a otra y queda el problema de disposición del agua o del carbón activado (este último requiere regeneración periódica). En varios de ellos se necesita un elevado consumo de agua, energía y combustibles, lo que lleva asociado altos costos de instalación y mantenimiento. No obstante, son técnicas rápidas y altamente eficientes y en algunos casos, constituyen la única opción para el control de ciertas emisiones.

### Incineración u oxidación

La incineración, también llamada incineración de vapores, es un proceso en el cual el gas que contiene el contaminante es capturado por un sistema industrial de ventilación, precalentado, mezclado y oxidado a altas temperaturas que da como resultado otros compuestos. En el caso de los hidrocarburos orgánicos cuya composición es sólo carbono e hidrógeno, los compuestos resultantes son dióxido de carbono y agua (CO 2 y H 2 O). Sin embargo, si los compuestos orgánicos contienen cloro, fluoro o azufre, entonces los productos que se pueden formar serán vapores de ácido clorhídrico, de ácido fluorhídrico o dióxido de azufre y en algunos casos la formación de dioxinas. La formación de óxidos de nitrógeno es también posible durante la incineración. En general, los sistemas de oxidación tienen eficiencias de destrucción mayores al 99 %. Los sistemas de oxidación o incineración pueden dividirse, a su vez, en dos tipos principalmente: oxidación térmica y oxidación catalítica. La eficiencia de un incinerador puede verse afectada por la concentración de los compuestos orgánicos, la temperatura de ignición y el tiempo de residencia o el volumen del catalizador (EPA 2002).

### Oxidación térmica

La oxidación térmica es uno de los métodos de control de emisiones más frecuentemente utilizados cuando la concentración de vapores orgánicos es generalmente 50% menor al límite inferior de explosividad. El sistema consiste en una cámara (recubierta en su interior por material refractario) en la que se encuentran algunos quemadores, los cuales son utilizados para calentar la corriente gaseosa hasta la temperatura necesaria para la oxidación de los compuestos, generalmente entre 700 ºC y 1,000 ºC. En algunos casos una porción del gas a tratar se utiliza en dichos quemadores para proporcionar el oxígeno necesario para la combustión. El combustible utilizado puede ser gas natural, propano o butano y su consumo puede ser disminuido mediante la utilización de sistemas de recuperación o generación de calor. El proceso de oxidación térmica es generalmente rápido (ocurre en menos de un segundo) aunque puede variar dependiendo de la temperatura y de las condiciones de mezclado en cámara.

### Oxidación catalítica

La oxidación catalítica es similar a la oxidación térmica, sin embargo, un catalizador dentro del sistema disminuye la energía de activación requerida para la oxidación total, por lo que ésta ocurre a temperaturas menores. Estos sistemas se utilizan cuando la concentración de los vapores orgánicos es menor del 25% de su límite inferior de explosividad, ya que con concentraciones mayores se pueden alcanzar altas temperaturas y dañar el catalizador. Las temperaturas de operación se encuentran entre los 300-450 ºC. Comúnmente, los cataliza-dores utilizados en la oxidación de este tipo incluyen óxidos metálicos de platino, paladio o rodio. También pueden ser utilizados materiales como el pentóxido de vanadio, el dióxido de titanio o el dióxido de manganeso. Los costos del combustible en estos sistemas son más bajos y en algunos casos es posible operar sin combustible, excepto durante el arranque; sin embargo, el catalizador tiene un precio elevado y una vida útil que debe considerarse (EPA 2002).

### Absorción

Los procesos de absorción son métodos de transferencia de masa desde la corriente de aire que contiene la carga de COV hasta un líquido absorbente, impulsados por un gradiente de concentración. Las soluciones absorbentes incluyen agua, sosa cáustica, aminas y algunos hidrocarburos. El absorbente empleado dependerá de las características de solubilidad del COV a remover. Todos los sistemas de absorción buscan mejorar la transferencia de masa, forzando el contacto de la fase líquida con la fase gaseosa, ya sea en paralelo o a contra corriente. Estos sistemas están diseñados para operar en un amplio rango de eficiencias de remoción entre 70 y 99 %. El factor más importante que afecta la eficiencia de remoción es la solubilidad del contaminante en el líquido, seguido por la temperatura y el pH. Algunos sistemas que operan bajo este principio incluyen configuraciones tales como las torres de aspersión, torres empacadas o lavadores húmedos (EPA 2002). La adsorción se refiere a procesos donde las moléculas de COV son removidas de la corriente gaseosa al transferirse a la superficie sólida del adsorbente.

Existen dos tipos de procesos de adsorción: adsorción química y adsorción física. La adsorción química no es utilizada en sistemas de control de contaminantes gaseosos por la dificultad que implica su regeneración. En la adsorción física, la molécula del contaminante es ligeramente retenida en la superficie del adsorbente por débiles fuerzas electrostáticas, de manera que el material puede ser fácilmente regenerado. El carbón activado es el adsorbente más usado hoy en día para retirar COV, existen tres tipos comunes: granular activado, polvo activado y fibra de carbono. También la silicagel, zeolita, alumina y polímeros pueden ser empleados como adsorbentes. Estos sistemas alcanzan eficiencias de remoción altas, entre 95 y 98% para carbón activado. La regeneración del adsorbente puede ocurrir *in situ* o *ex situ* . La regeneración involucra el tratamiento de los contaminantes desorbidos, ya sea por incineración o en algunos casos para su recuperación. En casos en los que no se considere la regeneración del adsorbente, se deberá disponer del mismo de acuerdo a la legislación, y en la mayoría de los casos como residuo peligroso. La retención de los contaminantes en el adsorbente puede verse afectada por factores tales como la temperatura, la presión, la concentración de los contaminantes, el peso molecular de los contaminantes, la humedad y la presencia de partículas. Estos sistemas también pueden presentar problemas de explosividad de acuerdo con la concentración y tipo de contaminantes adsorbidos (EPA 2002, Cooper y Alley 2002).

**Condensación**

En este proceso, los contaminantes gaseosos son removidos de la corriente gaseosa mediante el cambio de fase a líquido. Esto se logra incrementando la presión o reduciendo la temperatura o la combinación de ambas, sin embargo considerando los costos de operación y mantenimiento de los equipos de compresión, la mayoría de los sistemas de condensación para tratamiento de aire operan bajo el principio de reducción de temperatura. La eficiencia de remoción de un condensador es generalmente del 90% y radica principalmente en el punto de rocío y en la temperatura de operación. Existen tres tipos de condensadores: los convencionales, los criogénicos y los de refrigeración. Este sistema es frecuentemente utilizado cuando el contaminante

puede ser rehusado en el proceso, evitando así el costo de materiales nuevos en el proceso (EPA 2002).

**Métodos biológicos**

Estas tecnologías se basan en la degradación o transformación de los contaminantes en compuestos menos dañinos. En términos generales, la purificación biológica es un proceso en el cual los gases contaminados son tratados al entrar en contacto con un medio biológicamente activo. El límite de estos procesos es la biodegradabilidad de los contaminantes, en donde los compuestos biogénicos (generados por procesos biológicos) son fácilmente biodegradables, mientras que aquellos con estructuras químicas no naturales (xenobióticos) pueden ser más recalcitrantes.

Los sistemas biológicos de tratamiento de aire, son considerados como tecnologías limpias (tecnologías verdes) con base en los siguientes aspectos:

- Requieren de menor uso intensivo en energía (menor impacto ambiental y costo de operación).
- No utilizan sustancias peligrosas para su operación.
- No requieren condiciones extremas de trabajo.
- Al igual que la oxidación térmica y la catalítica, el contaminante es destruido en lugar de sólo transferirse de fase.
- El CO2 producido asociado con esta tecnología es mucho menor al generado por la incineración térmica al no usar combustibles suplementarios.

Para la selección adecuada de una tecnología para el control de compuestos volátiles suele ser útil la figura 1 en la que se muestran los rangos de concentración y de flujos de aire, en los cuales cada una de las tecnologías de control son las óptimas para cada caso particular (Kosteltz *et al.* 1996). De esta figura, se observa que los métodos biológicos son eficientes para grandes volúmenes de aire con bajas concentraciones. En la siguiente sección se presenta a detalle información sobre los métodos biológicos para el control de

emisiones de fuentes fijas de compuestos volátiles.

### *11.1.11 CAUDAL DE GASES*

La destrucción o degradación de los residuos, puede distinguir entre procesos no oxidativos como los microbiológicos, la decloración reductiva y las microondas, y los procesos oxidativos de *tratamiento térmico,* que tienen por objetivo común la eliminación del carácter peligroso del residuo mediante el empleo de temperaturas suficientemente altas. Entre estos procesos se encuentran:

Incineración:

Destrucción de los contaminantes orgánicos de un residuo por combustión en atmósfera oxidante a altas temperaturas. El resultado es la conversión del residuo en otro material de menor volumen y peligrosidad (cenizas).

Pirólisis:

Proceso térmico de ruptura molecular de los contaminantes orgánicos del residuo, en ausencia de aire, y su recombinación en otros más simples.

Vitrificación:

Tratamiento térmico de residuos formados mayoritariamente por

constituyentes inorgánicos de elevada peligrosidad. La materia orgánica presente en el residuo se destruye vía pirólisis y combustión. El resultado final es un método de inmovilización de residuos (solidificación / inertización).

Desorción térmica:

Eliminación de constituyentes orgánicos peligrosos volátiles y semi-volátiles del residuo, vía evaporación por arrastre con aire caliente o vapor de agua. Esta técnica no conduce a la destrucción de los contaminantes orgánicos, sino su transferencia a la fase gaseosa, que será posteriormente tratada antes de su emisión a la atmósfera.

Gasificación:

Tratamiento térmico en atmósfera pobre de oxígeno.

Oxidación catalítica en húmedo u Oxidación húmeda:

Detoxificación de sustancias disueltas en agua por oxidación con oxígeno, a altas temperaturas.

Y otros no térmicos como la: Ozonización, Descomposición fotoquímica, Oxidación química, Oxidación electroquímica

La incineración ha sido objeto de críticas desde el punto de vista medioambiental debido a la formación de sustancias muy tóxicas, dioxinas y furanos, que junto a diferentes metales pesados pueden ser emitidos por estas instalaciones. Las disposiciones y normas legales que limitan las emisiones de

las incineradoras son cada vez más estrictas de modo que para conseguir su cumplimiento ha sido necesario desarrollar nuevas tecnologías para el sistema de combustión y para los sistemas de depuración de gases.

Es preciso la medición en continuo y registro de los parámetros de funcionamiento, tales como, la temperatura del horno de combustión, y $O_2$, P, T en gases de escape. En cuanto a las exigencias legales para asegurar la eficacia de destrucción de los contaminantes más críticos:

La temperatura de los gases derivados de la incineración, tras la última inyección de aire de combustión, se elevará por encima de 850ºC, durante al menos 2 segundos con presencia mínima de 6 % oxígeno. No obstante, si el residuo peligroso contiene más del 1 % de sustancias orgánicas halogenadas (como cloro), la temperatura deberá elevarse hasta un mínimo de 1100ºC, para asegurar la destrucción de dioxinas y furanos productos de reacciones secundarias.

El calor generado en el proceso de incineración deberá recuperarse en la medida de lo posible.

Deben instalarse quemadores que se activen automáticamente cuando la temperatura de los gases de combustión descienda por debajo de la temperatura legalmente exigible.

Disponer de un sistema que impida la alimentación del residuo cuando las medidas de control continuo de las emisiones sobrepasen los valores límites, por fallos en los dispositivos de depuración.

Y otras referentes a obligaciones de control por parte de los estados:

reducir las repercusiones de los fallos y averías, establecer sanciones, instalación obligatoria de sistemas para vigilar los parámetros y los límites de emisión, reducir al mínimo la cantidad y nocividad de residuos, autorizar todos los vertidos de aguas utilizadas y obligar a su análisis, etc.

La instalación dispondrá de sistemas analíticos para las medidas en continuo de las emisiones de CO, partículas totales, sustancias orgánicas en estado gaseoso, HCl, HF, $SO_2$. Para metales pesados, dioxinas y furanos sólo son precisos controles periódicos.

- Monóxido de carbono en los gases de combustión: 50 mg/$Nm^3$ como valor medio diario y 150 mg/$Nm^3$ en el 95% de todas las mediciones, calculado a partir de los valores medios obtenidos cada 10 minutos.

- Productos de combustión incompleta: 10 mg/$Nm^3$ como media diaria y hasta 50 mg/$Nm^3$ como valor medio semihorario, expresado como carbono orgánico total (COT).

- $SO_2$: 50 mg/$Nm^3$ como valor medio diario y hasta 200 mg/$Nm^3$ como valor medio semihorario.

- Partículas totales: 10 mg/$Nm^3$ como media diaria y hasta 30 mg/$Nm^3$ de media semihoraria.

- HCl: 10 mg/$Nm^3$ como media diaria y hasta 60 mg/$Nm^3$ como valor medio semihorario.

- Metales pesados (formas gaseosas y vapor): 0.05 mg/$Nm^3$ para Cd, Tl y Hg y sus compuestos; 0.5 mg/$Nm^3$ para Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni,

V, Sn y sus compuestos. Los valores se refieren a la media de los muestreos tomados entre 30 minutos y 8 horas como máximo.

- Dioxinas y furanos: no sobrepasarán el valor límite de 0.1 ng/$Nm^3$ en los gases de chimenea, como media de los muestreos realizados entre 6 y 8 horas. Este valor se define como suma de las concentraciones individuales de cada una de las dioxinas y furanos presentes, multiplicadas por los respectivos factores de equivalencia tóxica.

Recientemente se ha promulgado la Directiva 2000/76/CE, relativa a la Incineración de Residuos, que modifica a la actual directiva para las nuevas plantas incineradoras. cuyo objetivo es establecer valores límites de emisión más restrictivos, con incidencia especial para el vertido de las aguas residuales de la depuración de los gases. Otras novedades que introduce son: extensión de su ámbito de aplicación a determinados residuos excluidos en la actual directiva (aceites usados, residuos municipales no peligrosos, disolventes...) y su aplicabilidad a las instalaciones de "coincineración" (concebidas fundamentalmente para la producción de energía a partir de residuos como combustible habitual o complementario). Esta Directiva, que aún no se ha traspuesto al derecho español, regulará las incineradoras en explotación a partir del 2005.

La incineración de residuos peligrosos con contenidos de PCB's y PCT's está regulada por una normativa específica que impone condiciones más estrictas de funcionamiento para asegurar rendimientos de eliminación superiores al 99,99%. Concretamente, el mantenimiento a 1200ºC, durante al menos 2 segundos y mínimo 3% de oxígeno en los gases de salida de la combustión.

### *11.1.12 PROPIEDADES DEL GAS EFLUENTE.*

En la tecnología SCR el catalizador es la parte fundamental del proceso, sin embargo las claves y criterios del proceso total vienen determinadas según los siguientes factores: conversión requerida de óxidos de nitrógeno, pérdida de carga, vida media del catalizador, coste y mínima capacidad de oxidación de SO2 a SO3 en el caso de combustibles con altos contenidos en azufre.

Tres tipos básicos de catalizadores han sido considerados para su uso comercial en los sistemas SCR: metales preciosos, operativos a temperaturas entre 175-290ºC, sistemas basados en metales de transición, los cuales operan entre 260-450ºC y zeolitas, operativas a altas temperaturas. Los catalizadores a base de metales nobles (Pt y Pd/Rh) soportados sobre materiales de elevada área superficial, desarrollados por la industria automovilística en los años 70, son más efectivos o activos que los metales de transición, pero menos selectivos, debido a que presentan mayor tendencia a oxidar el amoníaco y el SO2. Por ello, hoy en día, los sistemas comúnmente utilizados en los procesos SCR son los sistemas basados en óxidos metálicos. Esta fue la contribución más importante de la investigación japonesa en los años 70, pasando de sistemas basados en metales nobles a sistemas basados en óxidos metálicos.

De este modo, catalizadores basados en óxidos de Cr, Cu, Fe y V no soportados o soportados sobre alúmina, silica o dióxido de titanio han sido estudiados y se ha demostrado que son efectivos en la reducción de los óxidos de nitrógeno con amoníaco.

Los primeros catalizadores SCR se utilizaban en forma de pastillas o esferas y se empleaban en aplicaciones limpias o de bajo contenido en partículas (low dust). Actualmente, los catalizadores comerciales se utilizan en forma de monolitos cerámicos, con estructura de canales paralelos o metálicos

con estructura laminar, debido a las grandes ventajas que presentan estos sistemas de flujo paralelo con respecto a los catalizadores convencionales como son la mayor superficie externa catalítica que presentan al contacto con los gases, la uniformidad del flujo de gases a su través y baja dispersión axial y finalmente minimizan la pérdida de carga permitiendo el tratamiento de elevados volúmenes de gas.

Los primeros sistemas de NOx desarrollados para el proceso SCR fueron utilizados industrialmente en plantas de ácido nítrico y a continuación en centrales térmicas. La presencia de altas concentraciones de NO2 en las emisiones de las plantas de ácido nítrico (relación molar (NO2/NO ¡Ö 1), y la ausencia de SOx y partículas en suspensión, permiten utilizar para esta aplicación catalizadores monolíticos basados en alúmina con una elevada densidad de celdas (> 30 celdascm-2).

Sin embargo, la presencia de trazas de óxidos de azufre en los efluentes a tratar en las Centrales Térmicas convencionales que utilizan combustibles con contenidos altos en azufre, ha obligado a prescindir de catalizadores soportados en alúmina u óxido de hierro ya que los óxidos de azufre pueden reaccionar fácilmente con estos soportes a las temperaturas de operación, 200-400ºC, formando sulfato de aluminio o de hierro respectivamente, desactivando y destruyendo de este modo el catalizador.

Los catalizadores SCR instalados en las Centrales Térmicas, generalmente están constituidos por una mezcla homogénea de dióxido de titanio, pentóxido de vanadio y óxido de tungsteno (o trioxido de molybdeno). TiO2 en forma de anatasa se utiliza como soporte de alta área superficial para soportar los componentes activos. El V2O5 es el responsable de la actividad del catalizador en la reducción de los óxidos de nitrógeno y de la oxidación no deseable del SO2 a SO3 también.

Por tanto, el contenido del V2O5 se mantiene generalmente en valores bajos (alrededor de un 2 % en peso), reduciéndose alrededor del 1 % en peso en aplicaciones de alto contenido en azufre. El WO3 se emplea en cantidades mayores, alrededor de un 10 % en peso, para aumentar la acidez del catalizador y limitar o inhibir la oxidación del SO2. El óxido de tungsteno también confiere al catalizador elevadas propiedades mecánicas y superior estabilidad térmica.

También se utilizan silico-aluminatos y fibras de vidrio como aditivos cerámicos o aglomerantes inorgánicos para conferir mayor resistencia mecánica al catalizador final.

Actualmente otros tipos de catalizadores SCR están comenzando a desarrollarse en Europa, los denominados sistemas de segunda y tercera generación. Como consecuencia de la mayor demanda y el fuerte empuje en el mercado europeo de catalizadores para el control de la contaminación atmosférica, se ha impulsado el desarrollo de sistemas de menor coste y mayor vida media que los inicialmente desarrollados en Japón.

En los últimos años se ha profundizado tanto en el estudio fundamental del proceso SCR (conversión de NOx y amoníaco, oxidación de SO2, sensibilidad al envenenamiento) como en las condiciones de operación (temperatura, caudal y condiciones de alimentación de los gases reaccionantes), como en las propiedades del catalizador, y el diseño ingenieril del proceso completo. Como resultado de todos estos estudios se planteó una sustancial reconfiguración de la estructura porosa del catalizador la cual conducirá a un incremento considerable de la conversión catalítica de NOx mientras simultáneamente se aumentaban la resistencia al envenenamiento y como consecuencia su vida media. Los distintos modelos de poros descritos para la optimización de estos catalizadores, muestran que un óptimo balance entre actividad catalítica superficial y difusividad viene dado por una estructura

porosa bimodal con un sustancial porcentaje de macroporos.

Aunque los principales elementos utilizados para el tratamiento de los gases son siempre los mismos, su disposición relativa y, especialmente, la situación del reactor SCR permite distinguir tres configuraciones básicas que pueden distinguirse en la Figura:

a. Configuración High Dust (alto contenido en partículas y cenizas)
b. Configuración Low Dust (bajo contenido en partículas)
c. Configuración Tail Gas (configuración de gas de cola)

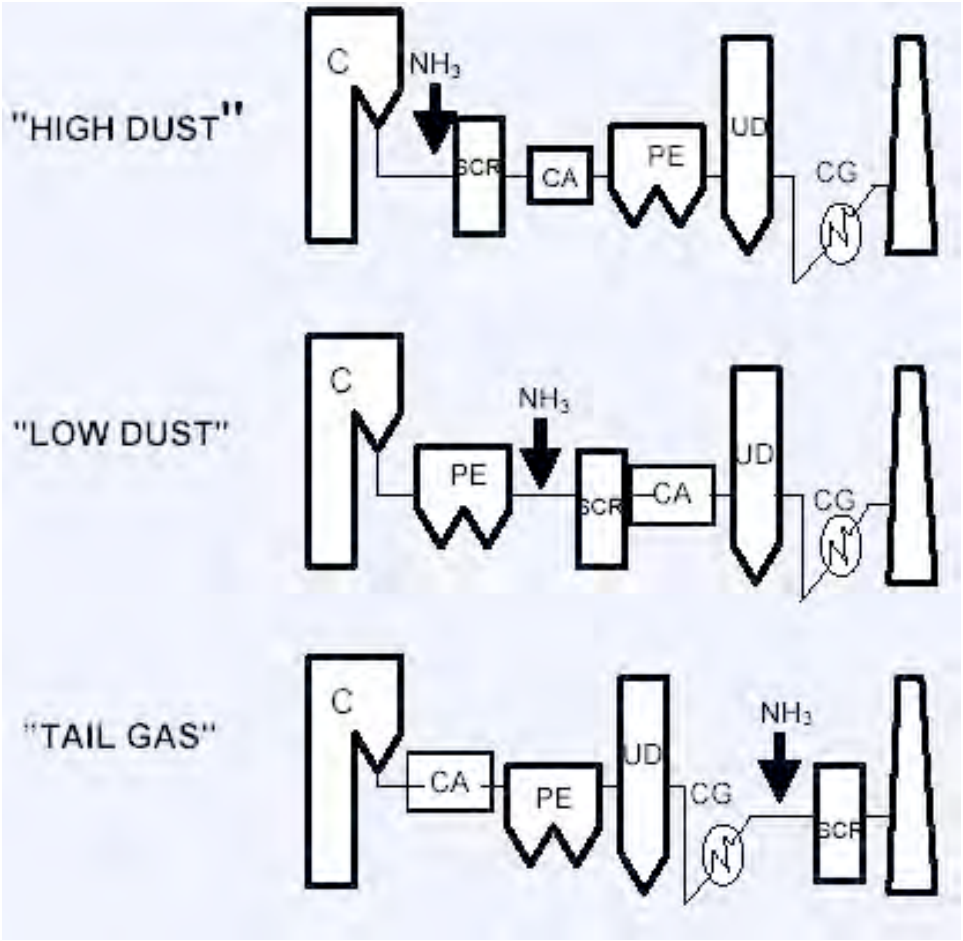



Figura 11.6 Configuraciones básicas de la Unidad SCR

## NUEVAS APLICACIONES Y PROCESOS SCR EN DESARROLLO

Las aplicaciones más comunes y más extendidas de este proceso en todo el mundo corresponden a las centrales térmicas de carbón, fuel o gas natural, calderas industriales y plantas de cogeneración. Hoy en día la tecnología SCR se está extendiendo a otra serie de aplicaciones como las incineradoras, tanto de residuos industriales como municipales, y en la industria del vidrio, el hierro y del acero entre otras, donde a veces es necesario operar a temperaturas distintas de las utilizadas habitualmente en centrales térmicas (300-350ºC).

En las instalaciones de producción de energía de ciclo combinado, más respetuosas con el medio ambiente que las centrales térmicas convencionales, se debe operar a baja temperatura (180ºC-200ºC), sistemas SCR a baja temperatura.

A pesar de que los valores de emisión de NOx cumplen con lo establecido en las legislaciones existentes, se prevé la introducción de cambios a corto plazo, que impongan limites más restrictivos que los actualmente vigentes para emisiones de NOx y SOx, con lo que es previsible que estas nuevas instalaciones necesiten medidas secundarias

En aplicaciones a baja temperatura, una posibilidad es la inyección de un oxidante para llevar a cabo la oxidación parcial de NO a NO2, en una etapa previa al proceso SCR, y así acelerar la reacción de reducción de NOx con NH3 a bajas temperaturas. Los últimos sistemas catalíticos desarrollados a nivel comercial para aplicaciones de baja temperatura están basados en vanadio como fase activa soportados sobre titanio o alúmina. Por otra parte, en esta última década están comenzando a implantarse sistemas catalíticos SCR que son operativos a altas temperaturas (400-800ºC), sistemas SCR a alta temperatura, cuya principal aplicación consiste en el tratamiento directo de los gases provenientes de las turbinas. Los catalizadores desarrollados para

trabajar en estas condiciones están compuestos generalmente por una mezcla de óxidos de titanio, wolframio, vanadio o hierro, que presentan una alta actividad y estabilidad térmica. Por otra parte, se han propuestos sistemas SCR basados en materiales zeolíticos, como las mordienitas, las cuales sin embargo tienden a desactivarse debido a la de-aluminación de su estructura cristalina a altas temperaturas y en presencia de vapor de agua.

Actualmente las nuevas líneas de investigación se dirigen hacia el desarrollo de sistemas combinados (en los que se lleva a cabo simultáneamente la eliminación de NOx y algún otro compuesto contaminante presente en la corriente gaseosa). Así por ejemplo el proceso DeNOx-DeSOx es un proceso innovador que permite eliminar simultáneamente los NOx mediante el proceso SCR, y los SOx, recuperando los óxidos de azufre como ácido sulfúrico que puede posteriormente ser utilizado por la industria química. En este proceso de eliminación simultánea de los óxidos de nitrógeno y azufre, es necesario trabajar a temperaturas superiores a 430ºC. La mayor innovación dentro de esta línea consiste en el desarrollo de un sistema monolítico multilecho DeNOx-DeSOx en un único reactor, que opera a 450ºC con sistemas catalíticos monolíticos basados en óxidos de titanio, vanadio y wolframio en el caso del catalizador DeNOx y en óxidos de vanadio y pirosufatos de potasio soportados sobre tierras de diatomeas en el caso del catalizador DeSOx.

Otra tecnología recientemente relacionada con el proceso SCR consiste en un sistema catalítico de doble función para reducir los NOx con amoníaco y oxidar el CO. Se utilizan combinaciones de sistemas clásicos SCR junto con sistemas basados en metales nobles que son muy activos y ampliamente utilizados para oxidar el CO.

En los últimos años una vez reconocido el posible impacto medioambiental a largo plazo de las emisiones de N2O, como compuesto que

contribuye al efecto invernadero, se han desarrollado diferentes catalizadores con suficiente actividad y estabilidad para su aplicación.

Los catalizadores con mayor potencial comercial para la descomposición catalítica de N2O son Pd/Al2O3, zeolitas intercambiadas con diferentes metales y NiO-CoO-ZrO2. Además en los procesos clásicos SCR puede formarse como subproducto no deseado N2O, por lo que es fundamental obtener catalizadores altamente selectivos hacia la formación de nitrógeno y agua evitando así la formación de óxido nitroso. La continua evolución y desarrollo de sistemas catalíticos de descontaminación ambiental, y su posterior implantación industria, están demostrando que la tecnología catalítica es el mejor método de depuración para la eliminación no sólo de los óxidos de nitrógeno sino también de otros contaminantes atmosféricos.

### *11.1.13 CARGA CONTAMINANTE. TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTICULAS.*

La eficiencia de un separador húmedo va a depender de forma directa de la distribución del tamaño de partícula. Los colectores húmedos van a tener una buena eficiencia para partículas grandes, de 5 a 10 µm con pérdidas de presión no muy elevadas. Para conseguir eficiencias elevadas en distribuciones de partícula menores, se requerirán de equipos de venturi con separador ciclónico, y altas pérdidas de presión. El aumento de la carga contaminante (mayor masa de partículas en el mismo volumen de aire) se compensará con una mayor relación líquido-gas para mantener la eficiencia de recolección. El instrumento que usualmente se usa para calcular la distribución del tamaño de partículas es el impactador en cascada, que separa las partículas por tamaños, pudiendo medirse posteriormente la masa de cada placa de impacto.

$$\eta_d = \sum_0^j \eta_j m_j$$

ηd = eficiencia de recolección total

ηj = eficiencia fraccional para el rango de diámetro de partícula j

mj = fracción masa para el rango de diámetro de partícula j

j = el número de rangos de diámetros de partícula

Ptd = penetración total del dispositivo de colección

ηd = eficiencia de recolección total

## *11.2.- INCINERACIÓN CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA*

Al principio de la instalación de los incineradores (antes de la crisis de energía de 1973), se planteó el aprovechar el calor obtenido en la combustión de los residuos sólidos con objeto de reducir el costo de explotación de este sistema de eliminación de basuras. Pero desde 1973 y mucho más en el momento actual, el fin perseguido es aprovechar todo lo posible cualquier recurso energético. Esta tendencia es creciente, puesto que cada vez se ve más difícil y costoso el abastecimiento energético en los próximos diez años. Posiblemente después se irán incorporando nuevas fuentes de energía (como los reactores nucleares rápidos, o la energía nuclear de fusión o la solar) pero entretanto va a ser preciso aprovechar todos los recursos disponibles, aunque sean de tan bajo poder calorífico como las basuras urbanas.

Por consiguiente, los residuos sólidos tienen un gran potencial de recuperación de materias primas, pero también son una fuente de energía.

El principal inconveniente es su bajo poder calorífico, que oscila alrededor de las 1.000 Kcal/kg. en los núcleos de población objeto de estudio en este trabajo, pero este parámetro básico tiende a aumentar debido al incremento de papel, cartón y plásticos que se vienen produciendo en las basuras.

Queremos insistir, una vez más, en que este valor del Poder Calorífico Inferior de las basuras es el factor clave para decidir si se adopta o no este sistema de incineración y es necesario conocerlo bien antes de embarcarse en construir este tipo de plantas y ello, tanto si la incineración es con recuperación de energía o sin ella, puesto que no hay que olvidar Que para conseguir la combustión de los desperdicios es conveniente que sea autosostenida sin necesidad de inyectarle combustible adicional.

Para conocer el PD es necesario realizar ensayos que permitan realizar balances térmicos y mejor aún, realizar los mismos en plantas que estén en funcionamiento y que queman residuos de características semejantes. La determinación del P.C.I. de las basuras a través de un balance térmico exige conocer los siguientes factores: agua de alimentación y vapor producido; aire primario, aire secundario, y aire terciario; calor generado y humos, pérdidas de calor por radiación, convección y escorias.

La recuperación o aprovechamiento de energía contenida en los residuos sólidos se puede lograr a través de los siguientes procedimientos:

- Incineradores de basuras, cuyo calor es aprovechado para calentar agua que después se distribuye a los usuarios como agua caliente o calefacción; para producir vapor de agua de baja presión, que se distribuye como tal o para producir vapor de agua

de alta presión que se lleva a un turboalternador para producir energía eléctrica.

- Incorporación de desperdicios, acondicionados, en calderas, como combustible complementario (es el caso de las briquetas).
- Empleo de turbinas de gas movidas por gases de combustión de la incineración de los residuos sólidos.
- Obtención de combustibles por pirólisis.
- Hidrogenación.
- Obtención de metano por vía anaerobia.

Hasta la fecha, las experiencias más numerosas se han realizado con plantas incineradoras acopladas a un generador de energía eléctrica.

Es difícil establecer el límite entre una planta sin y con aprovechamiento de energía, ya que depende del precio de venta de la energía eléctrica y del poder calorífico de las basuras. Sin embargo, una capacidad razonable para el poder calorífico de las basuras y el precio de la energía eléctrica en España, podría ser una planta de 500 toneladas/día de desperdicios incinerados.

Hasta ahora la producción de vapor para distribuirlo como tal o la de agua caliente no son frecuentes porque es difícil el suministro constante y regular durante todo el año y sobre todo por el altísimo costo de la infraestructura precisa.

Lo que más se viene realizando es aprovechar la energía calorífica para producir vapor, y con él generar energía eléctrica, que se distribuye por la red de alguna compañía eléctrica, como es el caso de la Incineración de San Adrián del Besos, del Ayuntamiento de Barcelona. Este caso es sencillo porque aunque haya alguna variación en la producción de energía eléctrica, como consecuencia de la marcha del Incinerador, esta condición se prevé en el contrato y no plantea las dificultades que se crearían si se tratara del suministro

de agua caliente o vapor.

La recaudación obtenida por la venta de la energía eléctrica no cubre, en modo alguno, el costo de la instalación, pero reduce algo los gastos.

Si los desperdicios se secan previamente y se trituran se aumenta notablemente su poder calorífico y resultan mucho más aptos para la recuperación de energía. En Düsseldorf se ha pasado a basuras de 6.276,15 Kj/kg. y en EE.UU. a 11.715,5 Kj/kg.

En la alternativa de inyectar los residuos urbanos en calderas que emplean otro combustible, como complemento del mismo, ya sea pulverizados o en forma de briquetas, se han logrado notables avances. Por este sistema se están eliminando grandes cantidades de basuras (y aprovechando su potencia calorífica). En Rotterdan hay una instalación de este tipo que absorbe 1.540 toneladas/día de basuras, en París otra de 1.800 T./día y en Amsterdam, otra de 2.000 T/día por ejemplo. En este sentido, el país más adelantado es Alemania, en sus instalaciones de Düsseldorf y especialmente en tres de Munich. En España se están estudiando estas posibilidades en el Centro de Estudios de la Energía.

### *11.2.1 La Caldera.*

El calor liberado en el horno por la combustión de los residuos, se utiliza para generar vapor sobrecalentado a la máxima temperatura que sea posible. Este tipo de caldera se denomina de recuperación, en contraposición a las calderas en las que en su interior se produce la fuente de liberación de energía (combustión). El esquema básico del ciclo se reproduce en la Figura 1.15.

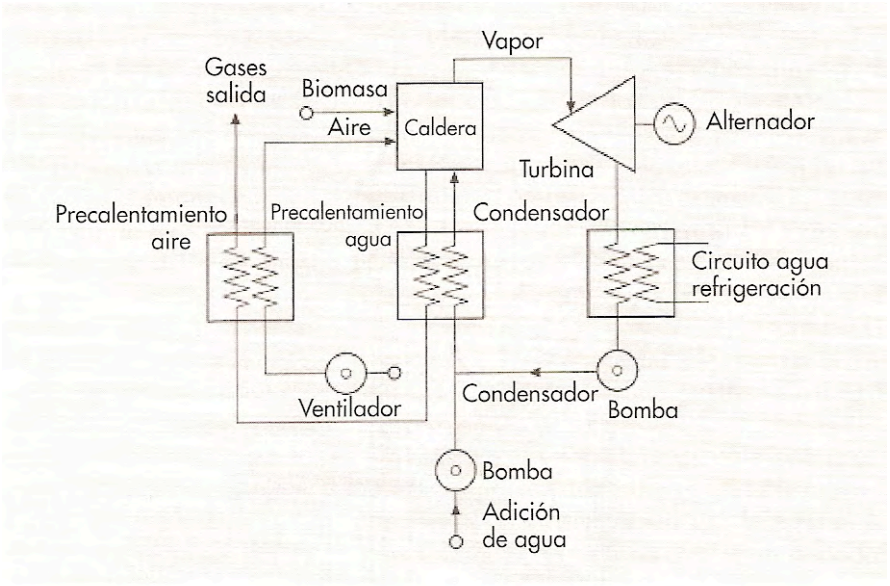



Figura 11.7 Esquema general de los circuitos de energía.

En el esquema se aprecia que el economizador se usa para precalentar el agua antes de su ingreso en la caldera.

**Tipos de calderas.**

Los tipos de calderas más usados son:

- *Pirotubulares.* Donde los gases calientes circulan por el interior de los tubos y, a su vez estos están sumergidos en agua.
- *Acuotubulares.* En los que es el agua la que circula por el interior de los tubos y los gases circundan los tubos. Estos pueden adquirir cualquier configuración: vertical, horizontal o diversas combinaciones. La figura muestra la disposición general de una caldera de este tipo.

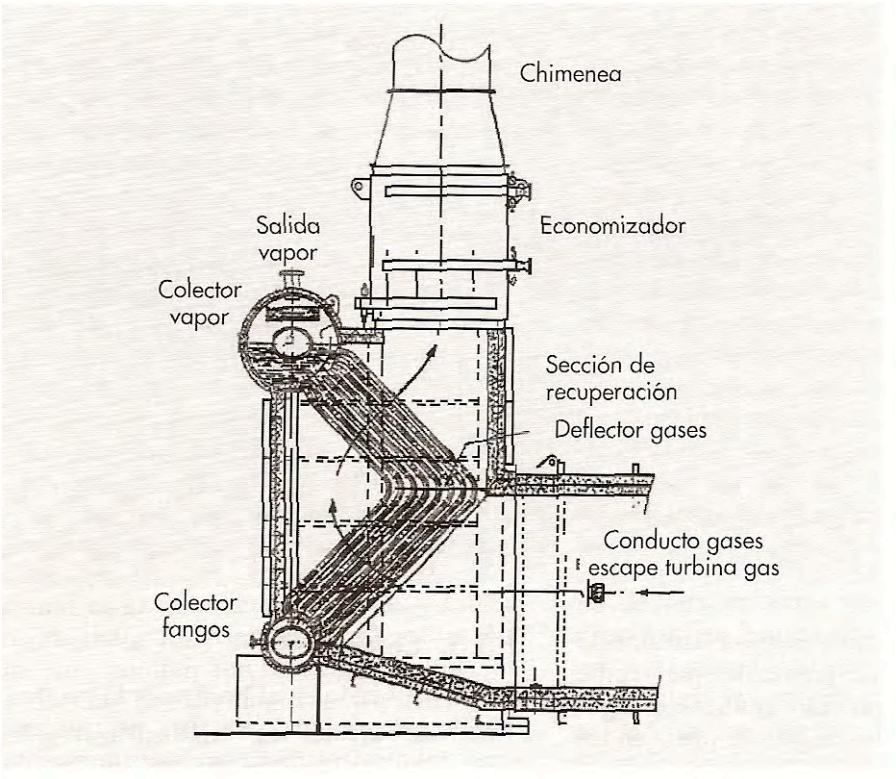



Figura 11.8 Caldera de recuperación para incineradora.

En líneas generales las calderas acuotubulares son las usadas para trabajar a mayores temperaturas y también con mayores niveles de potencia, por ello son las empleadas, como calderas de recuperación, en las instalaciones de incineración.

**Prestaciones de la caldera para incineración**

Las calderas de recuperación utilizadas en la incineración, se componen de tres zonas bien diferenciadas:

- *El economizador:* o parte final de la caldera donde los gases ceden parte del calor sensible para calentar el agua.
- *El evaporador:* o parte fundamental de la caldera donde el agua pasa del

estado líquido a la fase de vapor.

- *El sobrecalentador:* donde aumenta la temperatura del vapor de agua.

Desde el punto de vista de la transferencia de calor, la denominación sería:

- *Zona radiante:* la que corresponde la alta temperatura, o sea el sobrecalentador y parte del evaporador.
- *Zona convectiva,* parte del evaporador y el economizador.

Lógicamente los gases calientes primero entran en el recalentador (o sobrecalentador), siguen por el evaporador y finalmente penetran en el economizador. Por regla general, en las calderas usadas para la recuperación de calor en las incineradoras de RSU, los tubos de la caldera forman parte del propio horno.

Las siguientes características se consideran importantes durante el diseño de un generador de vapor para una instalación de incineración de residuos:

- El generador de vapor y el horno están integrados al objeto de que la refrigeración de las paredes del horno impida las incrustaciones de cenizas fundidas.
- Se dimensionan generosamente los pasos radiantes tanto en sección como en superficie al objeto de tener bajas velocidades de gas y una reducción adecuada de la temperatura de los gases antes de la entrada a la sección horizontal convectiva.
- Las superficies de intercambio de calor convectivas disponen de un sistema de limpieza por golpeo que debe ser muy efectivo.

- Establecer el *«pinch point»,* que se define como la diferencia de temperaturas entre la temperatura de los gases calientes en el evaporador y la temperatura del vapor saturado. De hecho tampoco hay mucho margen de maniobra ya que lo habitual es que este rango oscile entre 5 y 25°C.
- Temperatura de salida de gases por la chimenea.

La caldera de recuperación se diseña generalmente con la parte de convección en horizontal. En el mercado existen calderas con la parte de convección vertical, pero en los últimos años se están imponiendo las horizontales por su mejor facilidad para el mantenimiento y por las ventajas de los sistemas de limpieza por golpeo. La parte de radiación se proyecta en varios pasos.

La velocidad de circulación de los gases debe ser muy baja para evitar el arrastre de partículas y la erosión de los tubos. Como máximo se admiten velocidades entre tres y seis metros por segundo.

La circulación del agua es natural y las paredes externas de los tubos son en todo el recorrido de los gases por la zona convectiva de tubos con aletas soldadas formando una membrana completamente estanca a los gases.

Las zonas de intercambio de calor por convección están situadas en lugares donde la temperatura de los gases es inferior en todo momento a los 650°C y la separación entre los ejes de los tubos es tal que se evita la acumulación de cenizas que puedan obstruir el paso de los gases.

La parte convectiva (horizontal) de la caldera está dotada de medios de limpieza por el procedimiento de golpeo que aseguran un funcionamiento continuo por largos períodos, sin necesidad de paradas del horno-caldera para

limpieza.

Se diseña la caldera para obtener el máximo rendimiento de intercambio del calor de los gases, para ello se dota de un economizador suficiente para que la temperatura de los gases de salida sea la más baja posible sin provocar condensaciones ácidas sobre los tubos de los economizadores.

UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Departamento de Ingeniería de Procesos

**Tesis Doctoral**

# PLANIFICACIÓN INTEGRAL DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN UN TERRITORIO INSULAR

## TOMO II

**Alejandro F. Molowny López-Peñalver**
**Las Palmas de Gran Canaria, 2011**

## *INDICE:*

**0.- INTRODUCCIÓN ..... 1**

**1.- ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA CIENCIA RESPECTO A LOS MODELOS DE GESTIÓN DEL FLUJO DE RESIDUOS URBANOS EN OTROS PAÍSES. ..... 4**

1.1.- MATERIA ORGÁNICA EN LA UNIÓN EUROPEA (UE). ..... 4

*1.1.1 Dinamarca. ..... 4*

*1.1.2 Holanda ..... 6*

*1.1.3 La Coruña ..... 7*

*1.1.4 Irlanda. ..... 13*

*1.1.5 Cataluña. ..... 22*

*1.1.6 La Palma. ..... 25*

**2.- FUNDAMENTOS, PRINCIPIOS Y OBJETIVOS DE LA ORDENACIÓN. FUNDAMENTOS JURÍDICOS Y ESTRATÉGICOS. ..... 30**

2.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 30

2.2.- LA AGENDA 21: CONFERENCIA NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE. RIO DE JANEIRO 1992. ..... 30

2.3.- EL V PROGRAMA DE ACCIÓN COMUNITARIO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. ..... 33

2.4.- EL VI PROGRAMA DE ACCIÓN COMUNITARIO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE. ..... 34

2.5.- LA PROPUESTA DEL VI PROGRAMA DE ACCIÓN: MEDIO AMBIENTE 2010. ..... 34

2.6.- EL VI PROGRAMA DE ACCIÓN. ..... 37

2.7.- LA ESTRATEGIA COMUNITARIA PARA LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Y OTRAS ESTRATEGIAS CONEXAS. ..... 38

*2.7.1 La estrategia comunitaria de 1989 para la gestión de los residuos. Resolución del consejo de 7 de mayo de 1990 ..... 38*

*2.7.2 Revisión de la estrategia de 1996 para la gestión de los residuos. Resolución del Consejo, 11 de Diciembre de 1996. La estrategia comunitaria de gestión de residuos. Resolución del consejo, 24 de Febrero de 1997. ..... 39*

*2.7.3 Estrategias para reducir las emisiones de metano. Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. 1996 ..... 41*

*2.7.4 Política de Productos Integrada. ..... 42*

*2.7.5 Estrategia temática sobre prevención y reciclaje de residuos. Comunicación de la Comisión 2005. ..... 44*

*2.7.6 Estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos naturales. Comunicación de la Comisión. 2005 ..... 50*

2.8.- PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS Y ASPECTOS NORMATIVOS EN LAS DIRECTIVAS EUROPEAS. ..... 50

*2.8.1 La directiva 75/442/CEE de 15 de Julio de 1975, relativa a los residuos (modificada por la directiva 2006/12/CEE, directiva marco) ..... 50*

*2.8.2 La Directiva 94/62/CE, de 20 de Diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases. ..... 51*

*2.8.3 Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004 y Directiva 2005/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2005, por las que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases. ..... 53*

*2.8.4 La Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de Abril de 1999, relativa al vertido de residuos (Decisión 2003/33/CE del Consejo de 19 de diciembre de 2002 por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva*

*1999/31/CEE [Diario Oficial L 11 de 16.1.2003]).* ..... *55*
*2.8.5 La Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de Diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos* ..... *57*
*2.8.6 Tratamiento biológico de los residuos biodegradables. Comisión Europea. Documento de trabajo. 2001.* *59*
*2.8.7 Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad* ..... *63*

**3.- PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS PARA UNA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.** ..... **65**

3.1.- PRINCIPIOS DE GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RESIDUOS ..... 65
3.2.- PRINCIPIO DE JERARQUÍA COMUNITARIA DE GESTIÓN ..... 66
3.3.- PRINCIPIO DE GESTIÓN INTEGRADA ..... 67
3.4.- PRINCIPIO DE PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN ..... 67
3.5.- PRINCIPIO DE MAXIMIZACIÓN DE LA VALORIZACIÓN ..... 67
3.6.- PRINCIPIO DE MINIMIZACIÓN DEL VERTIDO ..... 68
3.7.- PRINCIPIO DE AUTOSUFICIENCIA ..... 69
3.8.- PRINCIPIO DE PROXIMIDAD ..... 69
3.9.- PRINCIPIO DE TRANSPARENCIA INFORMATIVA ..... 70

**4.- PROGNOSIS EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS** ..... **71**

4.1.- RESIDUOS URBANOS (-) GENERADOS EN 2004 ..... 71

**5.- RECOGIDAS SELECTIVAS DE RD Y RICIA.** ..... **75**

5.1.- PROPORCIÓN RD/RICIA GENERADOS. ..... 76
5.2.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS. ..... 78
5.3.- EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PROGNOSIS DE LA POBLACIÓN. ..... 83
5.4.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN FUTURA DE RESIDUOS URBANOS. ..... 86
5.5.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RD 2005-2016. ..... 87
5.6.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RICIA 2005-2016. ..... 92
5.7.- PROGNOSIS DE LA GENERACIÓN DE RU (-) 2005-2016. ..... 96

**6.- EVOLUCIÓN GENERACIÓN Y RECOGIDA DE RESIDUOS** ..... **98**

6.1.- DATOS DE LOS RESIDUOS URBANOS ..... 98
6.2.- ANÁLISIS DE RESIDUOS EN LOS PUNTOS LIMPIOS ..... 109
6.3.- ANÁLISIS DE RESIDUOS DE ENVASES. ..... 113
6.4.- ANÁLISIS DE VIDRIO. ..... 123

**7.- SUPERFICIE OCUPADA Y CELDAS DE VERTIDO CONSTRUIDAS A LO LARGO DEL TIEMPO** ..... **133**

**8.- CARACTERIZAZIÓN DE RESIDUOS** ..... **136**

8.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 136
8.2.- OBJETO ..... 136
8.3.- MARCO LEGAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN. ..... 137
*8.3.1 Marco Legal.* ..... *137*

8.4.- METODOLOGÍA DE TRABAJO. ..... 137
*8.4.1 Verificación de báscula.* ..... *137*
*8.4.2 Caracterización de entrada.* ..... *138*
*8.4.3 Medios técnicos.* ..... *138*
8.5.- DATOS OBTENIDOS EN PLANTA. ..... 139
*8.5.1 Caracterizaciones de entrada de RSU.* ..... *139*
8.6.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO. ..... 140
**9.- DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE LA GESTIÓN DE LOS DIFERENTES FLUJOS DE RESIDUOS EN LA ISLA DE TENERIFE ..... 149**
9.1.- DIFERENTES GRADOS DE FIABILIDAD RESPECTO A LA GENERACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE LAS DIFERENTES CORRIENTES DE RESIDUOS. ..... 149
9.2.- DIFERENTES GRADOS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE EN CUANTO A LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS. ..... 156
9.3.- EXISTENCIA DE UN AMPLIO CUERPO NORMATIVO QUE LIMITA LAS OPCIONES DE GESTIÓN PARA LOS DIFERENTES FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 161
9.4.- IMPLANTACIÓN PROGRESIVA DE SISTEMAS INTEGRALES DE GESTIÓN (SIG) PARA LA GESTIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 170
9.5.- ELEVADA INTERRELACIÓN ENTRE LA POBLACIÓN Y LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y GENERACIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 173
9.6.- ELEVADA INTERRELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA Y LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y GENERACIÓN DE VARIOS FLUJOS DE RESIDUOS. ..... 176
9.7.- EXISTENCIA DE UNA RED INCIPIENTE PARA LA GESTIÓN DE ALGUNAS CORRIENTES DE RESIDUOS. ..... 179
9.8.- GRAVES CARENCIAS EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE GESTIÓN DE ALGUNOS RESIDUOS. ..... 179
9.9.- COMPETENCIAS Y JERARQUÍAS EN EL ORDENAMIENTO JURÍDICO ESPAÑOL Y CANARIO. ..... 180
9.10.- EL SISTEMA DE PLANEAMIENTO TERRITORIAL Y URBANÍSTICO ..... 182
9.11.- EL ESTABLECIMIENTO DEL MODELO DE ORDENACIÓN ..... 183
**10.- MODELOS DE GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 186**
10.1.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS URBANOS (RU) ..... 186
*10.1.1 Introducción.* ..... *186*
*10.1.2 Los residuos urbanos.* ..... *187*
*10.1.3 Composición de los RU.* ..... *188*
*10.1.4 Objetivos de gestión integrada de residuos urbanos* ..... *191*
*10.1.5 Descripción del modelo de gestión.* ..... *195*
*10.1.6 Infraestructuras.* ..... *200*
10.2.- MODELO DE GESTIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO (N.F.U). ..... 201
*10.2.1 Introducción.* ..... *201*
*10.2.2 Principios Básicos.* ..... *202*
*10.2.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *203*
*10.2.4 Descripción del modelo de gestión* ..... *204*
*10.2.5 Infraestructuras* ..... *206*
10.3.- MODELO DE GESTIÓN DE VEHÍCULOS FUERA DE USO (V.F.U.) ..... 207

*10.3.1 Introducción.* ..... *207*
*10.3.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *210*
*10.3.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *211*
*10.3.4 Descripción del modelo de gestión.* ..... *211*
*10.3.5 Infraestructuras.* ..... *215*
10.4.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (R.C.D.) Y RESTOS DE DESMONTE. ..... 215
*10.4.1 Introducción.* ..... *215*
*10.4.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *217*
*10.4.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *224*
*10.4.4 Descripción del modelo de gestión.* ..... *226*
*10.4.5 Infraestructuras.* ..... *227*
10.5.- MODELO DE GESTIÓN DE LODOS DE DEPURADORA EDAR ..... 230
*10.5.1 Introducción.* ..... *230*
*10.5.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *230*
*10.5.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *232*
*10.5.4 Descripción modelo de gestión* ..... *233*
*10.5.5 Infraestructuras* ..... *235*
10.6.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS VOLUMINOSOS (RV) ..... 236
*10.6.1 Introducción.* ..... *236*
*10.6.2 Principios básicos y objetivos* ..... *238*
*10.6.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *240*
*10.6.4 Descripción modelo de gestión.* ..... *241*
*10.6.5 Infraestructuras* ..... *242*
10.7.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS (RAEE). ..... 243
*10.7.1 Introducción.* ..... *243*
*10.7.2 Principios básicos y objetivos.* ..... *246*
*10.7.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis.* ..... *247*
*10.7.4 Descripción modelo de gestión.* ..... *248*
*10.7.5 Infraestructuras.* ..... *250*
10.8.- MODELO DE GESTIÓN DE SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL NO DESTINADOS AL CONSUMO HUMANO (SANDACH) ..... 251
*10.8.1 Introducción.* ..... *251*
*10.8.2 Principios básicos y objetivos* ..... *253*
*10.8.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *254*
*10.8.4 Descripción modelo de gestión* ..... *255*
*10.8.5 Infraestructuras* ..... *256*
10.9.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS GANADEROS ..... 257
*10.9.1 Introducción.* ..... *257*
*10.9.2 Principios básicos y objetivos* ..... *260*
*10.9.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis* ..... *261*
*10.9.4 Descripción modelo de gestión* ..... *264*
*10.9.5 Infraestructuras* ..... *264*
10.10.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS ..... 265
*10.10.1 Introducción.* ..... *265*
*10.10.2 Principios básicos y objetivos* ..... *266*

*10.10.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis ... 268*
*10.10.4 Descripción modelo de gestión ... 269*
*10.10.5 Infraestructuras ... 271*
10.11.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS FORESTALES ... 271
*10.11.1 Introducción. ... 271*
*10.11.2 Principios básicos y objetivos ... 272*
*10.11.3 Generación de residuos: antecedentes y prognosis ... 272*
*10.11.4 Descripción modelo de gestión ... 273*
*10.11.5 Infraestructuras ... 274*
10.12.- MODELO DE GESTIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES ... 274
*10.12.1 Introducción. ... 274*
*10.12.2 Principios básicos y objetivos ... 275*
*10.12.3 Descripción modelo de gestión ... 277*
*10.12.4 Infraestructuras ... 280*
**11.- TECNOLOGÍA DE CONVERSIÓN TÉRMICA ... 281**
11.1.- INCINERACIÓN ... 285
*11.1.1 INCINERACIÓN SIMPLE SIN RECUPERACIÓN DE ENERGÍA ... 289*
*11.1.2 DESCRIPCIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE INCINERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. . 291*
*11.1.3 RECEPCIÓN DE LOS RESIDUOS, PREPARACIÓN Y CARGA. ... 293*
*11.1.4 COMBUSTIÓN Y EXTRACCIÓN DE ESCORIA ... 295*
*11.1.5 DEPURACIÓN DE LOS GASES DE COMBUSTIÓN Y EMISIÓN O VERTIDO DE LOS MISMOS ... 297*
*11.1.6 SEPARADORES MECÁNICOS ... 300*
*11.1.7 PRECIPITADORES ELECTROESTATICO O ELECTROFILTROS ... 311*
*11.1.8 FILTROS DE TEJIDOS ... 316*
*11.1.9 SEPARADORAS POR VIA HUMEDA O LAVADORES. ... 317*
*11.1.10 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL ... 319*
*11.1.11 CAUDAL DE GASES ... 325*
*11.1.12 PROPIEDADES DEL GAS EFLUENTE. ... 330*
*11.1.13 CARGA CONTAMINANTE. TAMAÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTICULAS. ... 336*
11.2.- INCINERACIÓN CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA ... 337
*11.2.1 La Caldera ... 340*
**12.- TRATAMIENTO DE LOS RECHAZOS DE PLANTAS DE CLASIFICACIÓN MEDIANTE INCINERACIÓN CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA. ... 346**
12.1.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. BINOMIO INCINERACIÓN-VERTIDO. ... 346
**13.- EL PODER CALORÍFICO DE LOS COMBUSTIBLES ... 349**
13.1.- COMBUSTIBLES SÓLIDOS ... 350
13.2.- COMBUSTIBLES LÍQUIDOS. ... 350
13.3.- COMBUSTIBLES GASEOSOS. ... 352
13.4.- PODER CALORÍFICO Y TEMPERATURA DE LLAMA. ... 353
13.5.- FACTORES FÍSICOS RELATIVOS AL COMBUSTIBLE. ... 354
13.6.- ANÁLISIS INMEDIATO Y ELEMENTAL DE UN COMBUSTIBLE. ... 356
**14.- EL PROCESO DE OXIDACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS ... 361**
14.1.- EL CICLO ENERGÉTICO DE LOS RSU ... 362
14.2.- EL PODER CALORÍFICO DE LOS RSU ... 364

*14.2.1 La variación del poder calorífico de los RSU con la recogida selectiva.* ... *368*
14.3.- CARACTERIZACIÓN DEL RDF ... 370
14.4.- CONTAMINANTES DEL RDF ... 372
14.5.- EL FANGO DE EDAR COMO COMBUSTIBLE ... 372
*14.5.1 Conversión energética de fangos de EDAR* ... *374*
**15.- APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA. ... 380**
15.1.- CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA ... 381
15.2.- TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS DE LA BIOMASA. ... 383
15.3.- LA CALIDAD DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE ... 384
15.4.- CONSUMO DE BIOMASA ... 385
**16.- COMBUSTIBLES RENOVABLES GASEOSOS ... 391**
16.1.- EL BIOGÁS. ... 391
16.2.- FERMENTACIÓN METÁNICA DE LA BIOMASA ... 393
16.3.- SISTEMA DE TRATAMIENTO TÉRMICO: LA INCINERACIÓN. ... 394
*16.3.1 Principios químicos de las conversiones energéticas.* ... *400*
*16.3.2 El proceso de incineración sobre la parrilla* ... *402*
*16.3.3 La adición de aire en la incineración* ... *413*
*16.3.4 Aire de combustión y turbulencia* ... *415*
*16.3.5 Incineración de residuos en masa* ... *419*
*16.3.6 Estudio de una planta incineradora de RSU* ... *423*
*16.3.7 Balance de materia y energía típico de una incineradora* ... *425*
*16.3.8 El perfil de temperaturas en una incineradora* ... *432*
*16.3.9 Evolución en la eficacia de la incineración de los RSU* ... *434*
*16.3.10 Previsiones sobre la incineración de RSU* ... *437*
*16.3.11 Aspectos legales y criterios* ... *439*
*16.3.12 El marco legal de la incineración* ... *439*
*16.3.13 La coincineración.* ... *442*
*16.3.14 Parámetros a evaluar en la incineración de residuos* ... *444*
**17.- PLAN DE CONTENERIZACIÓN ... 450**
17.1.- INTRODUCCIÓN ... 450
*17.1.1 Marco.* ... *450*
*17.1.2 Objetivo.* ... *450*
*17.1.3 Situación de partida.* ... *451*
*17.1.4 Soluciones.* ... *451*
17.2.- METODOLOGÍA. ... 452
*17.2.1 Información previa.* ... *453*
*17.2.2 Trabajo de campo.* ... *453*
*17.2.3 Análisis SIG* ... *454*
17.3.- SITUACIÓN DE RECOGIDA SELECTIVA EN LA MATANZA DE ACENTEJO ... 456
*17.3.1 Análisis de la situación actual.* ... *457*
*17.3.2 Análisis SIG* ... *457*
17.4.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN SANTA ÚRSULA ... 461
*17.4.1 Análisis de la situación actual.* ... *462*
*17.4.2 Análisis SIG* ... *463*

17.5.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN EL SAUZAL. ..... 465
*17.5.1 Análisis de la situación actual* ..... *466*
*17.5.2 Análisis SIG* ..... *466*
17.6.- SERVICIO PUERTA A PUERTA DE TACORONTE. ..... 468
*17.6.1 Análisis SIG* ..... *470*
*17.6.2 Propuesta* ..... *471*
*17.6.3 La recogida selectiva en Tacoronte* ..... *473*
*17.6.4 Análisis de la situación actual* ..... *474*
*17.6.5 Análisis SIG* ..... *475*
17.7.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN LA VICTORIA DE ACENTEJO ..... 477
*17.7.1 Análisis de la situación actual* ..... *478*
*17.7.2 Análisis SIG* ..... *479*
**18.- ESTUDIO DE RUTAS PARA LAS RECOGIDAS SELECTIVAS ..... 481**
18.1.- MODELO DE DISEÑO DE RUTAS ..... 481
18.2.- DEFINICIÓN DE TIEMPOS. ..... 482
18.3.- ESCENARIOS DE ANÁLISIS. ..... 484
18.4.- ESTRUCTURA DE LOS CUADERNILLOS. ..... 485
18.5.- DATOS DE ENTRADA ..... 486
18.6.- FICHAS DE PARÁMETROS POR RUTA ..... 486
18.7.- MAPAS DE RUTAS Y LEYENDAS. ..... 488
18.8.- MAPA DE UBICACIÓN ISLA DE TENERIFE. ..... 490
18.9.- FICHA RESUMEN DE PARÁMETROS ISLA DE TENERIFE. ..... 491
**19.- CONTENEDORES VACRI (VOLTEO PARA LA ASISTENCIA DE CONTENEDORES RODANTES INDIVIDUALES) ..... 492**
19.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 492
*19.1.1 Marco.* ..... *492*
*19.1.2 Objetivo* ..... *492*
*19.1.3 Situación de partida.* ..... *493*
*19.1.4 Soluciones propuestas.* ..... *493*
19.2.- METODOLOGÍA EMPLEADA. ..... 494
*19.2.1 Criterios de ubicación.* ..... *494*
*19.2.2 Trabajo de campo.* ..... *496*
*19.2.3 Análisis SIG.* ..... *497*
*19.2.4 Fase de Alegación.* ..... *498*
*19.2.5 Presentación de resultados* ..... *499*
19.3.- RESUMEN DE RESULTADOS. ..... 500
19.4.- CONCLUSIONES. ..... 501
**20.- PLAN DE ORDENACIÓN DE UN COMPLEJO AMBIENTAL. EL COMPLEJO AMBIENTAL DE TENERIFE ..... 502**
20.1.- DOCUMENTO DE ORDENACIÓN. ..... 502
*20.1.1 Entorno territorial.* ..... *502*
*20.1.2 Accesibilidad y conectividad* ..... *504*
*20.1.3 Integración con la actividades más importantes del entorno* ..... *505*

20.2.- CONDICIONES DE ORDENACIÓN. ..... 508
*20.2.1 Estructura actual de la propiedad del suelo* ..... *508*
*20.2.2 Situación actual del planeamiento.* ..... *508*
20.3.- ASPECTOS AMBIENTALES ..... 510
*20.3.1 Valoración del entorno del Complejo Ambiental de Arico* ..... *510*
*20.3.2 Principales alteraciones ambientales previsibles* ..... *513*
*20.3.3 Conclusiones de diagnostico* ..... *515*
20.4.- EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS. ..... 524
*20.4.1 Análisis ambiental de la ordenación propuesta* ..... *524*
*20.4.2 Viabilidad ambiental del Plan Territorial Parcial* ..... *525*
*20.4.3 Efectos socioeconómicos.* ..... *527*
20.5.- DESARROLLO DEL PLAN TERRITORIAL PARCIAL. ESTRUCTURA FUNCIONAL ..... 529
*20.5.1 Modelo de Ordenación Propuesto* ..... *529*
*20.5.2 Esquema funcional del Modelo de Ordenación.* ..... *531*
20.6.- INFRAESTRUCTURAS. ..... 537
*20.6.1 Red de abastecimiento de agua* ..... *537*
*20.6.2 Red de saneamiento.* ..... *540*
*20.6.3 Red de suministro de energía eléctrica* ..... *543*
*20.6.4 Red de accesos* ..... *546*
*20.6.5 Red de telefonía y comunicaciones* ..... *548*
*20.6.6 Red de cauces naturales y canalización de barrancos* ..... *550*
20.7.- PROGRAMA DE ACTUACIÓN ..... 551
*20.7.1 Áreas de vertido* ..... *551*
*20.7.2 Polígono de empresas recicladoras* ..... *553*
*20.7.3 Áreas de tratamiento y servicios generales* ..... *554*
*20.7.4 Interrelaciones entre programas de Actuación por Áreas.* ..... *555*
**21.- PROGRAMA DE ACTUACIONES E INVERSIONES. ..... 557**
21.1.- INTRODUCCIÓN. ..... 557
21.2.- MEMORIA ECONÓMICA ..... 557
*21.2.1 Metodología* ..... *557*
*21.2.2 Resultados.* ..... *559*
*21.2.3 Modelos de financiación.* ..... *559*
**22.- CONCLUSIONES ..... 561**
**23.- BIBLIOGRAFÍA ..... 564**
**24.- ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS. ..... 569**

# 12.- TRATAMIENTO DE LOS RECHAZOS DE PLANTAS DE CLASIFICACIÓN MEDIANTE INCINERACIÓN CON RECUPERACIÓN DE ENERGÍA.

## *12.1.- TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. BINOMIO INCINERACIÓN-VERTIDO.*

Cuando los residuos sólidos urbanos (RSU) se incineran, la mayor parte de ellos pasa a la atmósfera, generando $CO_2$. No obstante, si el destino de los RSU es el vertido, la materia sufre una serie de transformaciones anaerobias, generando el llamado gas de vertedero, que se encuentra formado, esencialmente, por $CH_4$ y $CO_2$.

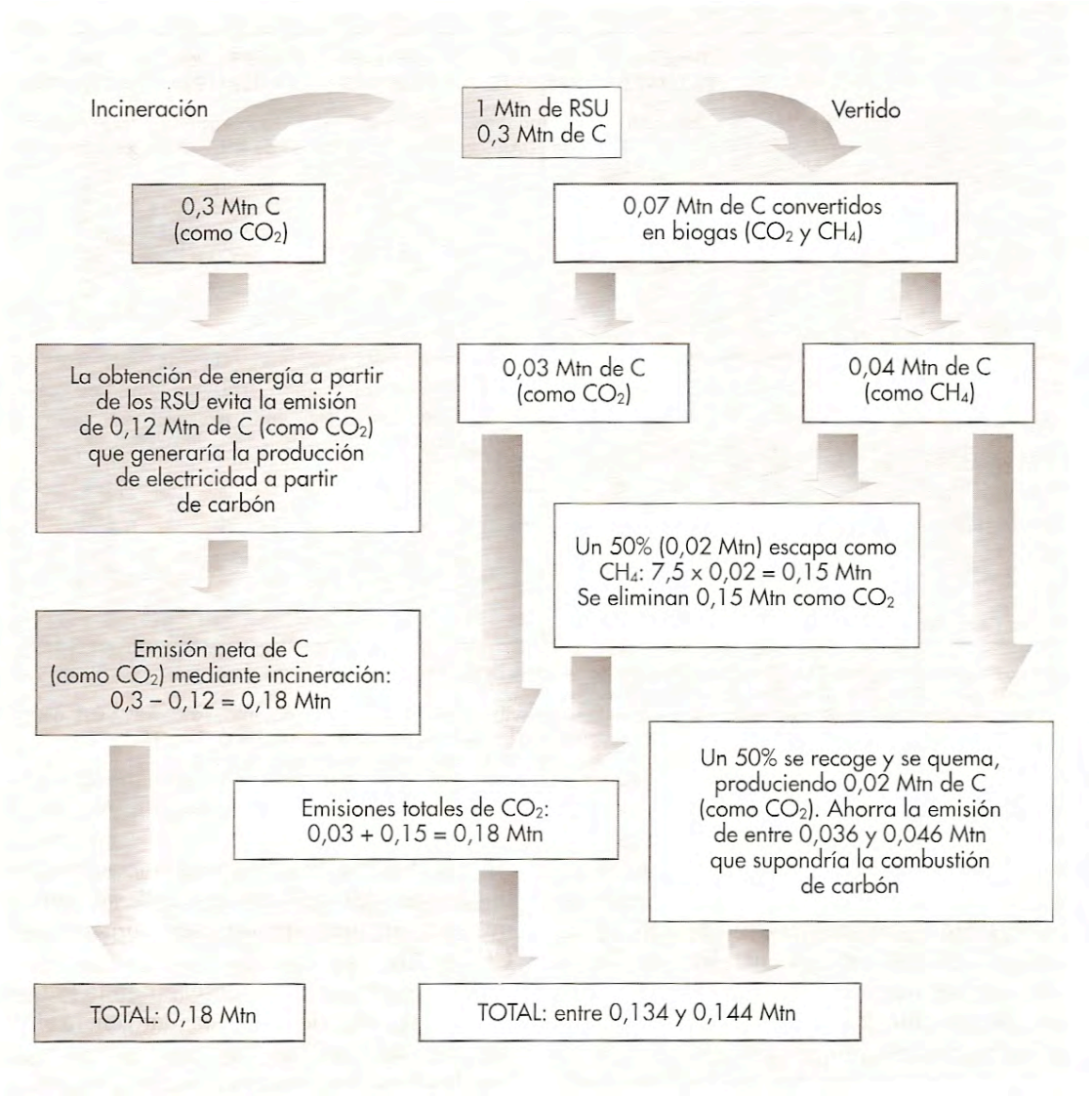



*Figura 12.1Comparación incineración vs. Vertido en relación a la emisión de $CO_2$*

Tal y como se puede observar en la Figura, una unidad de RSU estándar genera alrededor de 0,18 unidades de masa en forma de gas de efecto invernadero cuando se somete a incineración. En cambio, si su destino es el vertido, su incidencia es algo menor: entre 0,134 y 0,144 unidades de masa emitidas a la atmósfera. La diferencia, por lo que respecta a la generación de gases de efecto invernadero, no es muy grande. Pero si además, se valoran otros aspectos medioambientales: olores, impacto visual, ocupación de espacio, degradación del lugar, desaprovechamiento de los recursos presentes en los RSU, etc., se comprende la importancia de las plantas de incineración.

Si bien el ejemplo mostrado en la figura es un ejercicio teórico, resulta conveniente hacer una serie de precisiones. En el caso de los vertederos, aunque la legislación actual obliga al tratamiento del biogas (generación de electricidad en un motor de cogeneración o su combustión en una antorcha), la realidad es que son pocos los vertederos que dispongan de todo ello. El resultado es que el biogas se emite directamente a la atmósfera, con las consecuencias que ello provoca.

Una diferencia esencial entre ambos modelos es que en el caso de la incineración, únicamente se emite $CO_2$, mientras que en el vertedero se genera $CO_2$ y $CH_4$. Otro punto de reflexión es que en ambos casos, el $CO_2$ no incrementa el efecto invernadero, ya que el RSU es una biomasa renovable, mientras que el $CH_4$ sí lo incrementa.

En la tabla se muestra la comparación de estos dos sistemas de tratamiento de los residuos sólidos urbanos generados en función de sus ventajas e inconvenientes.

| | **Vertido controlado** | **Incineración** |
|---|---|---|
| **Ventajas** | Fácil operación de tratamiento | Pequeña extensión de terreno |
| | Baja inversión | Reducción del volumen |
| | Bajos costes de tratamiento | Recuración de energía |
| | | Ubicación cerca o incluso dentro de las poblaciones |
| | | Buen acceso de los vehñiculos de la recogida de RSU |
| **Inconvenientes** | Contaminación de aguas superficiales y subterráneas | Inversión muy elevada |

| | | |
|---|---|---|
| | Generación de olores | Trataniento de gases |
| | Aparición de ratas, mostas,…. | Alto coste de mantenimiento si no se recupera la energía |
| | Rechazo social | Rechazo social |
| | Grandes extesiones de terreno | |
| | Generación de gases de efeco invernadero | |

Tabla 12.1 Ventajas e inconvenientes del vertido y de la incineración de RSU.

# 13.- EL PODER CALORÍFICO DE LOS COMBUSTIBLES

En términos generales reciben el nombre de combustibles aquellos cuerpos que al combinarse con el oxigeno desprenden calor.

La calidad de un combustible viene dada, más que por la mayor facilidad o dificultad en arder, por la cantidad de energía que contiene y puede liberar cuando se le somete a un proceso de conversión energético. Esta cantidad de calor referida a la unidad de masa, en el caso de los combustibles gaseosos se suele referir a la unidad de volumen, se denomina poder o potencia calorífica.

El poder calorífico de un combustible es la cantidad de energía (KJ o kcal) que produce la combustión de 1 kg del mismo. El poder calorífico superior (PCS) es el calor que desprende 1 kg de combustible completamente seco, contando con el calor latente de vaporización del agua formada por la combustión del hidrógeno (si lo hay).

En los procesos industriales no se aprovecha el calor de condensación del

vapor, puesto que los gases se evacuan a una temperatura superior al punto de rocío. De ahí que en la práctica se use el poder calorífico inferior (PCI). Obviamente, en los combustibles exentos de hidrógeno el PCS y el PCI coinciden.

Si el combustible está húmedo (h porcentaje de agua) interviene el concepto de poder calorífico inferior útil (PCEU) que, aproximadamente, vale:

$$PCEU = PCI*(1 – h)- 600*h$$

### *13.1.- COMBUSTIBLES SÓLIDOS*

Existe un sinfín de expresiones experimentales que determinan el PCI a partir del análisis elemental y se basan en que el calor desprendido por un combustible es igual a la suma de los calores generados por los elementos elementales que lo componen, restando el posible hidrógeno consumido por el oxígeno. Una fórmula que proporciona un PCI con notable aproximación es:

$$PCI = 7.813C_{org} + 35.932 \left(H - \frac{O}{8}\right) + 2.212S – 3.545C_{inorg} + 1.187O + 578N$$

Para los cálculos habituales que realizan los técnicos la aplicación de esta fórmula proporciona un valor suficientemente aproximado del PCI del combustible.

### *13.2.- COMBUSTIBLES LÍQUIDOS.*

Partiendo del análisis elemental de un combustible líquido derivado del petróleo, se puede calcular el poder calorífico inferior aplicando la fórmula anterior.

Dejando aparte el uso como combustible de alcoholes, los combustibles líquidos más usados son los derivados del petróleo. Prescindiendo de los carburantes, las fracciones del petróleo más empleadas como combustible son el gasóleo y el fuelóleo.

Para los combustibles líquidos más habituales estos valores son los mostrados en la Tabla:

| Combustible | PCI (kcal/kg) | Kg/dm$^3$ | Inflamación ºC |
|---|---|---|---|
| Alcohol etílico (puro) | 6.400 | 0,794 | 12 a 18 |
| Benzol para motores | 9.630 | 0,88 | -15 a -8 |
| Alquitrán de lignito (aceite) | 9.800 a 10.100 | 0,88 a 0,92 | 20 a 40 |
| Petróleo bruto | 9.300 a 10.400 | 0,75 a 1,0 | -- |
| Gasoleo | 10.100 a 10.400 | 0,85 a 0,88 | 70 a 120 |
| Fuelóleo semipesado | 10.100 | 0,9 | 60 a 100 |
| Fuelóleo pesado | 9.850 | 0,95 | 120 a 240 |
| Alquitrán de hulla (aceite) | 9.000 a 9.300 | 1,04 a 1,10 | -- |
| Aceite mineral de motores (usado) | 8.900 | -- | 120 |

*Tabla 13.1 Características de los combustibles líquidos*

A partir de los parámetros que aparecen en la tabla precedente existe una fórmula empírica que permite evaluar el aire necesario (AN) de la combustión teniendo en cuenta el PCI: AN = 1,7 + (0,88 · PCI) / 1.000. Así para el caso de los aceites residuales de los motores de vehículos, el aire de combustión necesario, AN, sería: 1,7 + (0,88 · 8.900) / 1.000 = 9,53 Nm$^3$/kg.

La cantidad de impurezas (azufre, agua, sedimentos, etc.) que pueden llegar a contener determinados combustibles líquidos, en particular fuelóleos pesados, tienden a reducir su PCI. Como que ello es motivo frecuente discusión para determinar el precio del mismo, se han elaborado fórmulas empíricas rápidas que permiten relacionar el PCI de los fuelóleos pesados con su densidad y el contenido de azufre como: PCI (MJ/kg) = 55,5 – 14,4 · d – 0,32 · S, donde d es la densidad en kg/l a 15 ºC y S es el contenido de azufre

en porcentaje.

El azufre proviene principalmente de la descomposición de residuos orgánicos, y se observa que, a lo largo del tiempo y de su enterramiento, los crudos de petróleo pierden azufre bajo forma de $H_2S$, que se encuentra en el gas asociado, quedando disuelta una pequeña parte en el líquido. Este último es el responsable de las emisiones de $SO_x$ al quemar los derivados del petróleo.

Es bien sabido que los sólidos y los líquidos no <<son combustibles>>, en el sentido más ortodoxo de la palabra, sin antes pasar por una etapa previa de calentamiento y vaporización. Una vez alcanzada la fase vapor estos se oxidarán, a partir de cierta temperatura, al entrar en contacto con el oxígeno. La energía que es preciso suministrar para conseguir estas condiciones no es baladí.

Todos los combustibles líquidos de la Tabla, tienen un calor especifico que oscila de 0,4 a 0,5 kcal/kg·ºC. Si la temperatura de ebullición del gasóleo es de 200ºC, el calor preciso para alcanzar esta temperatura será de: 0,46 kcal/kg·ºC = 82,8 kcal/kg. A esta cifra es preciso añadir el calor de vaporización que, si bien está tabulado, se puede calcular por medio de la fórmula empírica: $C_v = (60 – 0,09*te)/d$. Donde te es la temperatura de ebullición del combustible y d es la densidad, 0,85 kg/dm$^3$, luego: $C_v$ = 49,4 kcal/l, o bien 42 kcal/kg. Así pues para convertir 1 kg de gasóleo en vapor es preciso emplear 124,8 kcal/kg.

### *13.3.- COMBUSTIBLES GASEOSOS.*

En el caso de los combustibles gaseosos el poder calorífico suele expresarse en unidades de volumen.

| Gas combustible | Fór. | PM(g/mol) | l/g(*) | Kg/m$^3$ | kcal/kg (PCS) | kcal/m$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hidrógeno | H | 2 | 11,2 | 0,0893 | 33.910 | 3.027 |
| Metano | $CH_4$ | 16 | 1,4 | 0,714 | 13.280 | 9.485 |
| Etano | $C_2H_6$ | 30 | 0,75 | 1,333 | 12.410 | 16.546 |
| Propano | $C_3H_8$ | 44 | 0,509 | 1,964 | 12.040 | 23.650 |
| Butano | $C_4H_{10}$ | 58 | 0,386 | 2,589 | 11.840 | 30.657 |
| Gas natural (tipo) | -- | -- | 1,3 | 0,77 | 13.149 | 10.125 |
| Monóxido carbono | CO | 28 | 0,8 | 1,25 | 2.414 | 3.017 |

(*) Se obtiene dividiendo 22,4 l/mol por el peso molecular g/mol.

*Tabla 13.2 Poder calorífico de los combustibles gaseosos*

### *13.4.- PODER CALORÍFICO Y TEMPERATURA DE LLAMA.*

La temperatura teórica (aproximada) de llama viene definida por la fórmula siguiente:

$$ºC = \frac{PCI}{0{,}31 \cdot (1 + 13 \cdot 10^{-4} \cdot n \cdot PCI} - 32$$

en donde n es el coeficiente de exceso de aire. El aumento del exceso de aire (n) implica una disminución de la temperatura de llama.

Una parte importantísima de la energía desarrollada se pierde en disociar parte de los gases presentes, por eso, en la práctica industrial el cálculo de la temperatura de llama no tiene sentido, ya que lo que realmente interesa es que la llama irradie a las paredes, bóveda y a la propia carga o combustible. El factor que realmente afecta a la temperatura real de llama es el exceso de aire.

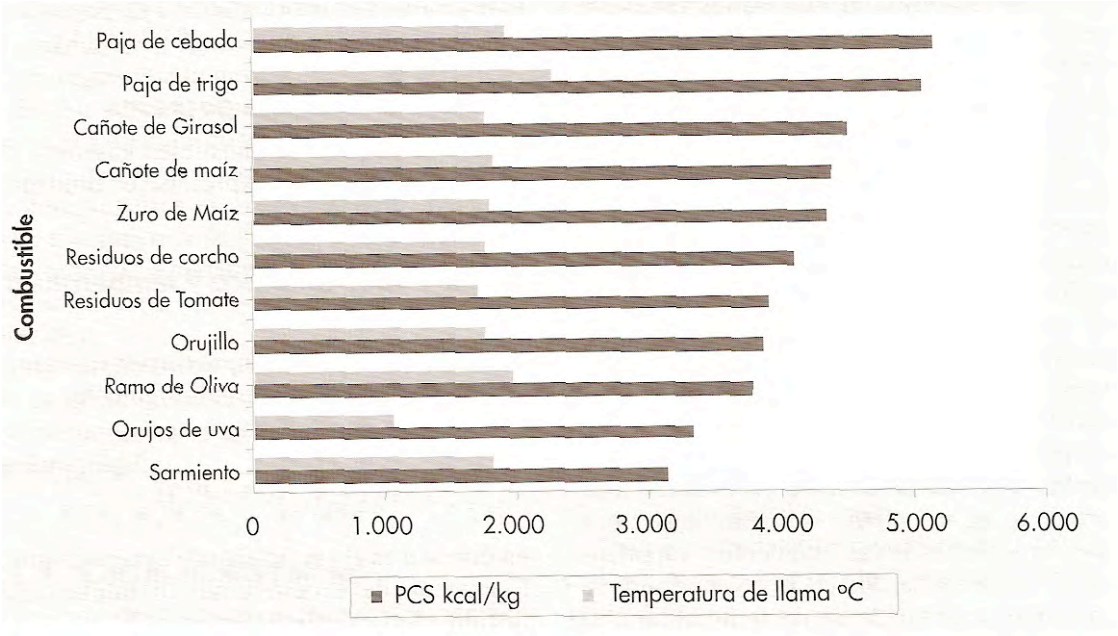



Figura 13.1 PCS y temperatura de llama.

Como muestra la figura, se puede obtener, en teoría, la misma temperatura de combustión con independencia del poder calorífico. O dicho de otra manera: no existe, a priori, una relación entre la temperatura de llama y el PCI.

Otro problema será el exceso de aire que sea preciso para llevar a cabo el proceso según la naturaleza del combustible y, sobre todo, el tipo de instalación usada. Así, un mismo residuo que sea incinerado en un horno convencional de parrillas precisará mucho más aire que cuando el mismo tratamiento se lleve a cabo en un horno de lecho fluidizado

### *13.5.- FACTORES FÍSICOS RELATIVOS AL COMBUSTIBLE.*

No es suficiente con que el combustible posea un determinado PCI para garantizar un éxito en su combustión. Es preciso que el combustible presente un elevado estado de subdivisión para que la superficie sea la mayor posible.

Hay que tener presente que todas las reacciones de combustión tienen lugar entre gases. Así, en el caso de los combustibles sólidos y líquidos es preciso una previa vaporización, destilación y gasificación para que los volátiles generados se combinen con el oxígeno del aire.

En el caso de los combustibles líquidos esta subdivisión se denomina atomización y la misión de los quemadores consiste en lograr muchas gotas, y de pequeño tamaño, (pulverización) para que la superficie expuesta a la radiación sea máxima.

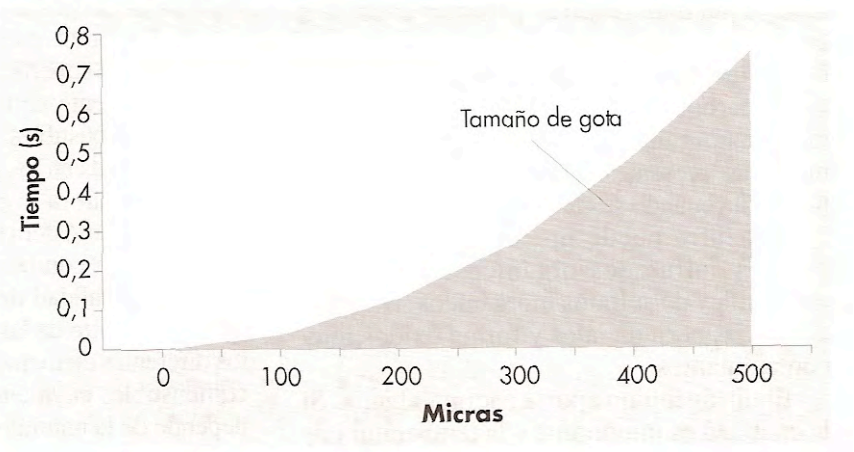



Figura 13.2 Importancia del tamaño de la gota en la combustión.

La Figura reproduce el tiempo preciso para la combustión de un combustible líquido en función del diámetro de la gota.

Para el caso de los combustibles sólidos el problema es paralelo, y en este caso se denomina micronización del combustible.

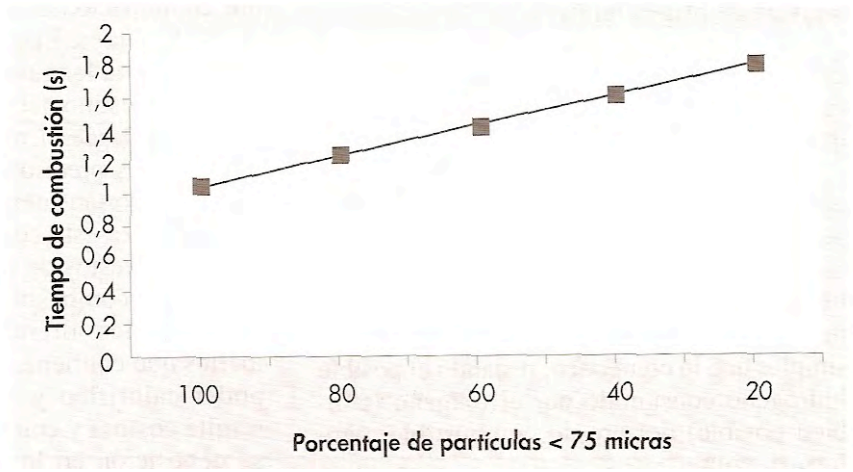



Figura 13.3 Tamaño de partícula y tiempo de combustión.

La Figura muestra el tiempo necesario para la combustión de un coque en función de su distribución granulométrica.

### *13.6.- ANÁLISIS INMEDIATO Y ELEMENTAL DE UN COMBUSTIBLE.*

El *análisis elemental* trata de determinar el contenido de elementos simples de un combustible, pero solamente aquellos que se gasificarán y/o supondrán un aporte calorífico en las reacciones de combustión. Así, para los combustibles el análisis elemental incluye el porcentaje en peso de C, H, S, N, cenizas, humedad (pérdida de peso a 105 ºC, para combustibles sólidos) y agua combinada (equivalencia de oxígeno). Así mismo se deben analizar otros elementos que puedan influir en el proceso de combustión o puedan resultar problemáticos en cuanto a las emisiones (como los halógenos o los metales).

El carbono puede proceder tanto de las materias orgánicas como de los

carbonatos minerales presentes. El carbono fijo es el que no destila cuando calienta un combustible.

El azufre puede proceder de los compuestos sulfurados orgánicos, la pirita o marcasita y de sulfatos inorgánicos. Da lugar a escorias perjudiciales y forma óxidos muy contaminantes.

El nitrógeno no aporta energía alguna. Si la cantidad es importante y la temperatura de proceso elevada, contribuye a la formación de $NO_x$ de origen térmico.

La cantidad de oxígeno presente en los combustibles reduce el poder calorífico, sin embargo contribuye a reducir las necesidades de aire de combustión.

A partir de este análisis existen diversas fórmulas, como la ya citada de Dulong, que permiten aproximarse al PCI. La fórmula se basa en que el calor generado por el combustible es igual a la suma de los calores desprendidos por los elementos combustibles simples que lo componen, restando el posible hidrógeno consumido por el oxígeno (también posible) del propio combustible, para formar agua.

$$PC! = 7.831C_{org} + 35.932\left( H - \frac{O}{8} \right) + 2.2125 - 3.545C_{org} + [2.58] + 1.1870 + 578N$$

El *análisis inmediato* determina parámetros que afectan tanto a la combustión como a la pirolisis como:

- la humedad (calentamiento hasta 105 DC),
- el contenido en volátiles (calentamiento durante 7 minutos a 950 DC),
- el residuo que permanece a esta temperatura constituye las cenizas,
- el carbono fijo.

El agua se halla siempre presente en los combustibles, en particular cuando se trata de combustibles de naturaleza residual. Es conveniente distinguir entre las diversas clases de agua: el agua superficial o de imbibición se elimina fácilmente con un secado a 105 ºC. En algunos combustibles, como el carbón, existe un agua contenida en los poros que no se evapora a esta temperatura y para eliminarla se debe calentar en atmósfera de nitrógeno hasta 200°C para evitar la combustión. Se debe considerar una tercera calidad de agua, la de constitución que forma parte de las estructuras cristalinas de los diferentes elementos que forman parte de los combustibles cuya temperatura de eliminación depende de la naturaleza de cada componente.

Las materias volátiles están constituidas por combinaciones de carbono, hidrógeno y otros elementos. El contenido en volátiles da una idea de la longitud de la llama, en el caso de que el destino del combustible sea la incineración. Desde el punto de vista del poder calorífico es preciso saber que no todos los volátiles aportan energía.

La ceniza está constituida, esencialmente, por los restos de la roca madre en la que se halla el combustible o, en el caso de los combustibles alternativos, los materiales inertes que contiene. Las cenizas reducen el poder calorífico y su extracción siempre resulta costosa y complicada. Por otra parte, su deposición en los tubos de la caldera o intercambiadores dificultan la transmisión del calor. Solo en algunos procesos, como el caso de la producción de clínquer, la ceniza es integrada en el propio material sin causar distorsiones ni merma en la calidad del material.

Se designa como carbono fijo la fracción residual de carbono, descontadas las cenizas, pirolizado para obtener las materias volátiles. Se determina por diferencia según:

Carbono fijo = 100 – Humedad – Materias volátiles – Cenizas

Para un residuo constituido por maderas procedentes de derribo, los análisis de partida serían los indicados en la tabla.

| **A. Inmediato** | | **A. Elemental (b.h.)** | | **A. Elemental (b.s.)** | |
|---|---|---|---|---|---|
| Humedad | 4,75% | -- | -- | | |
| C. fijo | 17,41% | -- | -- | | |
| Volátiles | 74,84% | -- | -- | | |
| Cenizas | 3,00% | -- | -- | | |
| -- | | C | 45,58% | C | 49,41% |
| -- | | H | 5,89% | H | 6,38% |
| -- | | N | 2,22% | N | 2,40% |
| -- | | S | 0,0 | S | 0,0 |
| -- | | O | 38,56% | O | 41,79% |
| | | Humedad | 4,75% | -- | |
| | | Cenizas | 3,00% | -- | |
| **TOTAL** | **100,00%** | | **100,00%** | | **100,00%** |

*Tabla 13.3 Análisis inmediato y elemental para maderas*

El PCI de este combustible, calculado de acuerdo con la expresión anterior, resultaría ser de 4.424 kcal/kg.

Existen otras fórmulas basadas en el porcentaje de volátiles, como la que determina la cantidad de volátiles a partir del análisis elemental:

$$\% \text{ M.V.} = 10{,}61\ (\%H) - 1{,}24\ (\%C) + 84{,}15$$

# 14.- EL PROCESO DE OXIDACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

Los residuos orgánicos, cuando se combinan con el oxígeno, dan lugar a compuestos inertes como el CO2, el H20 o bien el amoníaco. La velocidad con que reaccionan depende de diversos factores, de los cuales el más significativo es la temperatura.

| Residuos | Fórmula química empírica |
|---|---|
| Proteínas | $C_{16}H_{24}O_5N_4$ |
| Carbohidratos | $(C6H_{10}O_2)x$ |
| Grasas y aceites | $C_{50}H_{190}O_6$ |
| Fangos primarios | $C_{22}H_{39}O_{10}N$ |
| Fangos combinados | $C_{10}H_{19}O_3N$ |
| RDF | $C_{64}H_{104}O_{37}N$ |
| Madera | $C_{295}H_{420}O_{186}N$ |
| Hierva | $C_{23}H_{38}O_{17}N$ |
| Basura | $C_{16}H_{27}O_8N$ |
| Bacterias | $C_5H_7O_2N$ |
| Hongos | $C_{10}H_{17}O_6N$ |

*Tabla 14.1 Formula química de algunos residuos*

La Tabla reproduce la fórmula química típica de algunos de los residuos orgánicos más habituales:

En el caso de la oxidación aeróbia de las bacterias la reacción estequiométrica sería:

$$C_5H_702_2N + 50_2 \text{ a } 5C0_2 + 2H_20 + NH_2$$

A partir de la ecuación se desprende que se genera amoníaco y a través de los balances de masa se pueden calcular las cantidades de aire o bien cualquier cantidad de los productos de la reacción.

A veces la caracterización de los residuos se expresa en forma de análisis elemental, como indica la Tabla

| | O | H | N | S | O | Volatiles (%) | C fijo | Ceniza (%) | PCS(*) | Humedad (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Madera | 50-53 | 5,8-7 | 0-0,3 | 0-0,1 | 38-44 | 77-87 | 13-21 | 0,1-2 | 4.750-5.040 | 25-60 |
| Cereales | 45 | 5,8 | 2,4 | 0 | 42,5 | 80 | | 4 | 4.030 | 16 |
| RDF (**) | 47,6 | 6 | 1,2 | 0,3 | 32,9 | 77 | 11 | 12 | 4.560 | 20 |
| Animales muertos | 35,1 | 5,3 | 2,5 | 0,4 | 38,7 | 76,5 | 0 | 23,5 | 3.220 | 7,35 |

*Tabla 14.2 Análisis elemental de algunos residuos*

También es posible dar la composición racional de los residuos. Así el cereal de la Tabla resulta ser maíz y tiene una composición de 25% de celulosa, 10% de lignina y 15% de humedad.

Hay que hacer notar que no siempre los datos aportados por la literatura son coincidentes. Ello se explica por el hecho de haber tomado diferentes parámetros de comparación. Así por ejemplo, si el cereal es trigo o avena el resultado será ligeramente diferente.

## *14.1.- EL CICLO ENERGÉTICO DE LOS RSU*

Una familia española perteneciente a una sociedad industrial desarrollada genera del orden de 1.450 kg/año de residuos sólidos urbanos (lo que equivale

a una tasa de 1,32 kg/día por persona). Con una composición media, en España, de:

- 41% de fracción fermentable.
- 45% de fracción combustible (RDF, siglas tomadas de la lengua inglesa *«Refuse Derivated Fuel»).*
- 14% de inertes.

La Figura presentan el destino de los mismos a partir del siguiente modelo de tratamiento:

- Recogida selectiva de la fracción fermentable, que se destina a la fabricación de compost.
- Recogida selectiva de vidrio. A recíclaje.
- Planta de clasificación del resto del rechazo.
- Incineración de la fracción combustible.
- Deposito en vertedero del rechazo de la planta de tratamiento.

El RDF, 516 kg/año, es la fracción que se incinera. Asignándole un PCI de 3.500 kcal/kg (equivalentes a 4,069 kw(t)) y un rendimiento de la instalación del 20%, la cantidad de electricidad útil será de:

$$516 \text{ kg/año} \cdot 4{,}069 \text{ kw/kg.} \cdot 0{,}2 = 420 \text{ kwh/año}$$

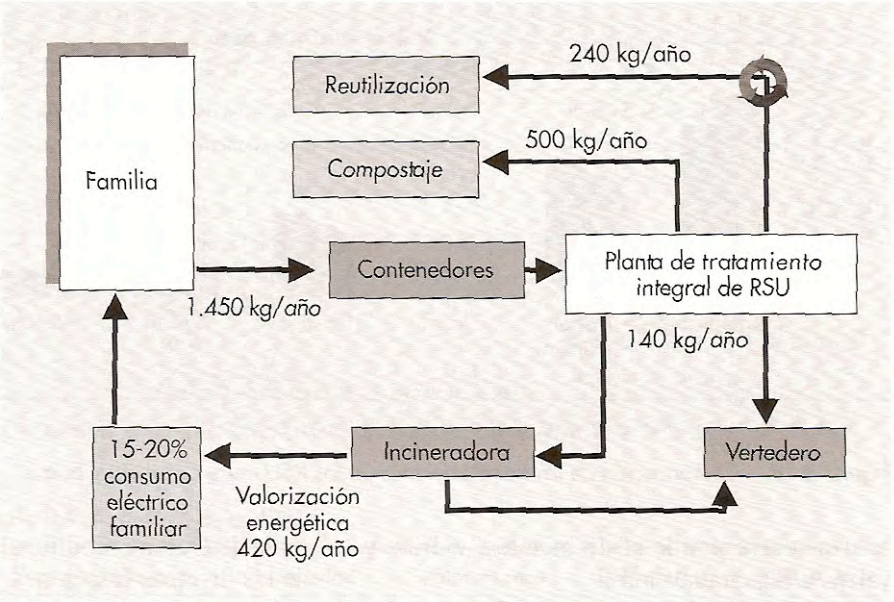



Figura 14.1 Ciclo de los RSU.

## *14.2.- EL PODER CALORÍFICO DE LOS RSU*

La composición y cantidad de los RSU varía en función de la renta per cápita disponible por parte del generador. Desde el punto de vista energético interesa remarcar los tres componentes principales:

- Materia orgánica fermentable.
- Inertes y cenizas.
- Combustibles.

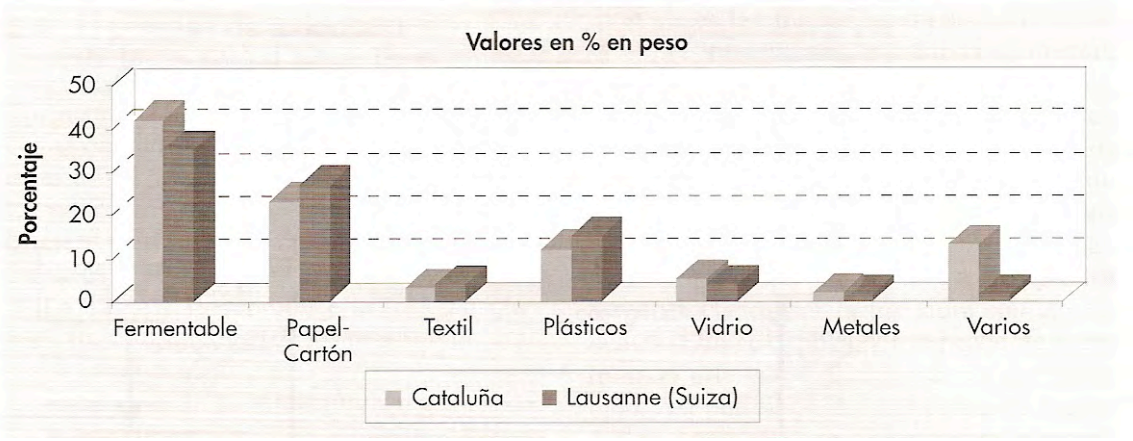



Figura 14.2 Comparación de las composiciones de los RSU entre Cataluña y Suiza.

La Figura reproduce, en datos de 1997, los valores de las diferentes partidas que integran los RSU. El apartado de inertes y cenizas corresponde al de metales, vidrios y varios en la citada figura.

La materia combustible (RDF) se distingue entre papel y cartón, textil y plásticos. Hay que hacer constar que aunque se trate de materia orgánica no suele ser degradable, al menos en los vertederos convencionales. Por esta razón conviene distinguirlos de la materia fermentable, a la cual con frecuencia se le asigna simplemente el nombre de orgánica.

A partir del análisis elemental de los diversos compuestos se puede aplicar la formula de Dulong modificada para hallar el PCI de las diversas fracciones.

$$8.060 \cdot C + 33.910 \cdot (H-O/8) + 2.222 \cdot S + 556 \cdot N$$

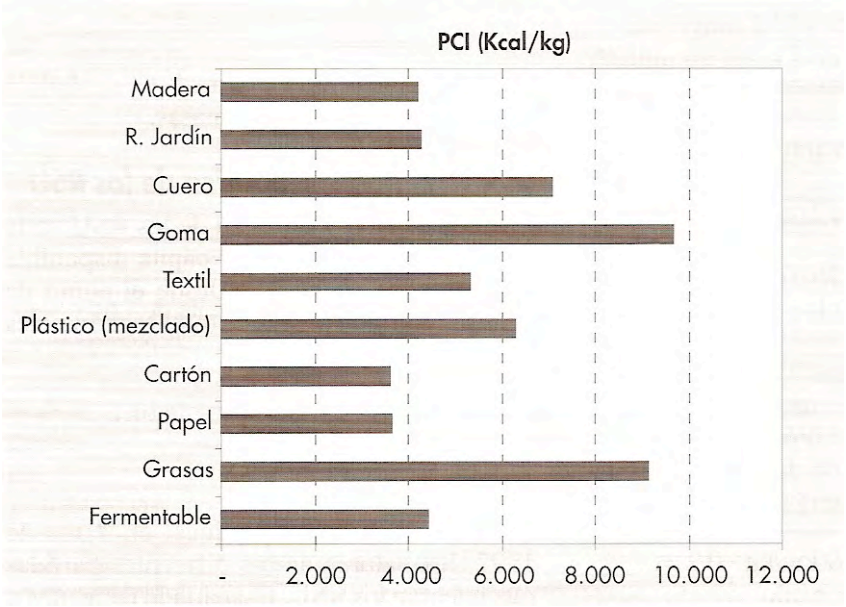



Figura 14.3 PCI de los principales componentes del RSU (base seca).

La Figura muestra el PCI de los principales componentes del RSU.

En la Tabla aparecen los poderes caloríficos inferiores de los componentes más habituales presentes en los RSU, clasificados de acuerdo con sus grupos lógicos.

| Fermentable | kcal/kg | RDF | kcal/kg | RDF | kcal/kg |
|---|---|---|---|---|---|
| Residuo Verduras (*) | 1.800 | Goma sintética | 6.400 | Papel decoración | 4.150 |
| | | Neumático coche | 8.650 | P. periódicos | 4.430 |
| | | Skai | 5.600 | P. embalaje | 4.030 |
| | | Celofán | 3.250 | Revistas | 2.820 |
| | | Plásticos (menos PVC) | 9.000 | P. plastificado | 4.080 |
| | | Madera dura | 4.400 | P. parafinado | 6.280 |
| | | Contrachapado | 4.300 | Cartón ondulado | 3.900 |
| | | Lana | 4.600 | Acetatos | 4.520 |
| | | Trapos y algodón | 3.600 | Zapatos de cuero | 4.020 |

(*) Se supone que este residuo tiene un 52,1% de orgánico de PCI 4.000 kcal/kg, luego 0,52 · 4.000 – 0,48 · 600 = 1.800 kcal/kg.

*Tabla 14.3 Poderes caloríficos inferiores (PCI) de los componentes del RSU*

En la Tabla no figuran, obviamente, los inertes por cuanto no aportan nada desde el punto de vista energético.

En la Tabla se reproduce un ejemplo de cálculo del poder calorífico de un RSU típico.

Los diversos poderes caloríficos (PC!) serán:

- Poder calorífico del RSU: 2.321 kcal/kg.
- Poder calorífico del RDF (2.069 /0,45): 4.597 kcal/kg.

| Componentes | % en peso húmedo | % humedad | Valor en seco | PCI kcal/kg | TOTAL kcal |
|---|---|---|---|---|---|
| Fermentable | 40 | 65 | 14 | 1.800 | 252 |
| Parcial ferm. | 40 | 26 | 14 | - | 252 |
| Papel | 20 | 15 | 17 | 4.200 | 714 |
| Cartón | 10 | 10 | 9 | 3.900 | 351 |
| Plástico | 11 | 10 | 9,9 | 9.000 | 891 |
| Textiles | 3 | 30 | 2,1 | 3.600 | 75,6 |
| Madera | 1 | 15 | 0,85 | 4.400 | 37,4 |
| Parcial RDF | 45 | 6,15 | 38,85 | - | 2.069 |
| Vidrio | 9 | - | 9 | - | - |
| Metales | 4 | - | 4 | - | - |
| Otros | 2 | - | 2 | - | - |
| Parcial Iner. | 15 | - | 15 | - | - |
| **TOTAL** | **100** | **32,15** | **67,85** | **-** | **2.321** |

*Tabla 14.4 Fórmula de cálculo del PCI de un RSU*

De la Tabla se desprende que la humedad media del residuo es del 32,15%. Para evitar confusiones y teniendo en cuenta que el PCI (poder calorífico inferior) de un combustible siempre esta referido a la fracción seca, al calor antes calculado se deberá restar el calor latente de vaporización del agua presente (31,55%).

Así pues, el calor útil disponible será:

RSU:

$$2.321 - 0{,}3215 \cdot 600 = 2.128{,}1 \text{ kcal/kg}$$

RDF:

$$4.597{,}7 - 0{,}0615 \cdot 600 = 4.560{,}8 \text{ kcal/kg}$$

Siendo estos valores los que deberán figurar en los balances térmicos.

### *14.2.1 La variación del poder calorífico de los RSU con la recogida selectiva.*

Con referencia al poder calorífico de los RSU, ni la fracción fermentable ni la inerte aporta energía, por tanto lo más adecuado es segregarlos del todo. Ello se logra a base de la recogida selectiva. No obstante esta puede llevarse a cabo en diferentes versiones. La Figura 20 muestra la evolución del poder calorífico de los residuos domiciliarios según la cantidad y calidad de la recogida selectiva.

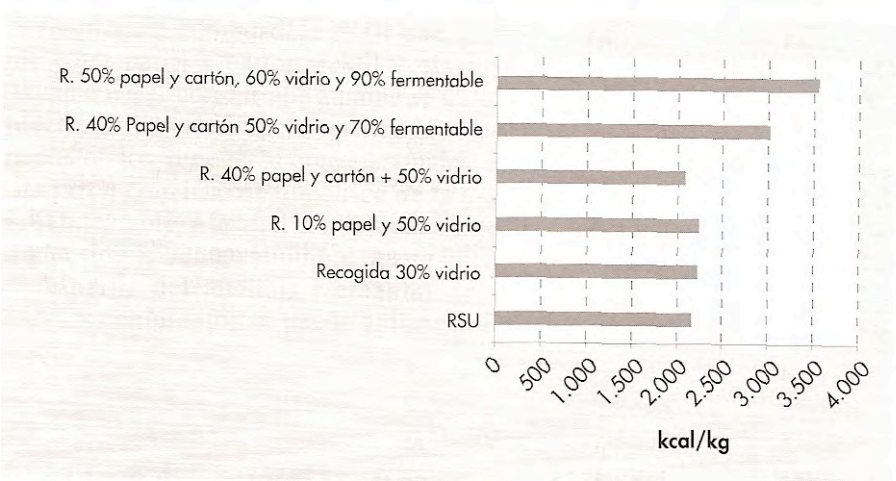



Figura 14.4 Poder calorífico de residuos domiciliarios según la recogida selectiva.

Del ejemplo se deduce que el poder calorífico no varía significativamente en ninguno de los escenarios anteriores a excepción del caso de la recogida selectiva de la fracción fermentable. Ello es obvio por cuanto esta fracción es la que contiene mayor cantidad de agua. Además su eliminación, aunque sea parcial, reduce el peso de manera importante y el valor unitario energético (kcal/kg) aumenta. Prosiguiendo la recogida selectiva se obtendría el RDF, cuyo poder calorífico superaría ampliamente las 4.000 kcal/kg.

También debe valorarse el hecho de que al eliminar parte de la fracción inerte se reducirá, en idéntica cuantía, la cantidad de escorias en la incineradora y disminuirá la densidad del residuo.

En la Figura podemos ver la densidad aparente del RSU según el modelo de recogida.

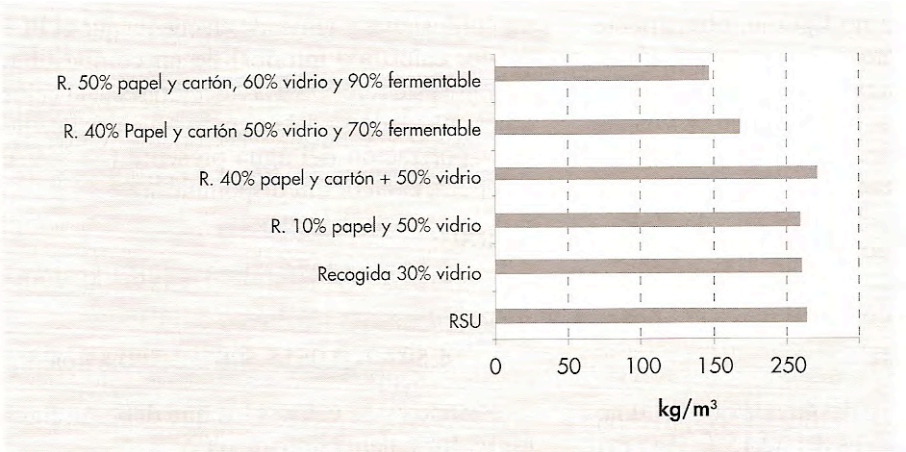



Figura 14.5 Densidad aparente de RSU según el modelo de recogida.

Al margen de la eficacia de la recogida selectiva, en la tabla solo se citan aquellos componentes del RSU que tienen aplicaciones energéticas.

| Componentes | C | H | O | N | S | Humedad | Ceniza | PCI(*)kcal/kh | kg/m$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Periódicos | 46,4 | 5,74 | 40,46 | 0,05 | 0,15 | 5,97 | 1,42 | 4.430 | 112 |
| Cartón corrugado | 41,46 | 5,4 | 42,59 | 0,09 | 0,2 | 5,2 | 5,06 | 3.913 | 112 |
| R.vegetal | 10,65 | 1,44 | 8,15 | 0,36 | 0,04 | 78,29 | 1,07 | 997 | |
| R. cárnicos | 36,5 | 5,8 | 15,1 | 0,06 | 0,12 | 38,7 | 3,68 | 4.235 | |
| Zapatos cuero | 38,88 | 4,92 | 21,13 | 5,53 | 0,09 | 7,5 | 21,99 | 4.024 | |
| Plantas Jardín | 21,49 | 3,04 | 18,51 | 0,56 | 0,12 | 53,9 | 2,34 | 2.054 | |
| Hojas secas | 46,95 | 5,5 | 27,32 | 6,29 | 0,14 | 9,9 | 3,83 | 4.436 | |
| Neumáticos | 78,18 | 6,77 | 5,86 | 0,12 | 1,5 | 1 | 6,55 | 7.726 | |
| Muebles | 46,64 | 5,7 | 40,11 | 0,14 | 0,07 | 6 | 1,34 | 4.241 | |
| Polietileno | 85,71 | 14,29 | | | | 1 | | 10.100 | 801 |
| Poliestireno | 92,31 | 7,69 | | | | 1 | | 10.100 | |
| Algodón | 44,44 | 6,17 | 49,42 | 0,05 | 0,01 | 10,5 | 1,5 | 3.600 | |

*Tabla 14.5 Propiedades de los componentes de los RSU*

A partir de la Tabla será fácil calcular la potencia calorífica o la densidad de un residuo doméstico determinado una vez conocida su composición.

## *14.3.- CARACTERIZACIÓN DEL RDF*

En la UE no existe una definición oficial del RDF, por esto en cada país tiene una caracterización determinada. Incluso en muchos de ellos los materiales procedentes de los RSU se mezclan con otros residuos de origen industrial. La relación siguiente incluye una breve descripción de una serie de residuos que se pueden mezclar con los RDF antes de proceder al paletizado y ello da una idea de la gran variedad:

• Disolventes usados. En los hornos de clínquer es preceptivo mezclarlo con aserrín antes de introducirlo en el horno. En los Países Bajos

también se usa en las plantas termoeléctricas.

- Aceites usados. De la cifra aproximada de 2,5 millones de toneladas en toda la UE un 30% se trata a base de separar el agua y sedimentar los sólidos y fangos y se emplea como combustible en los hornos de clínquer. En algunos países esta permitido usar, en estos hornos, el aceite sin tratar.
- Plásticos desclasificados (o sea, aquellos plásticos residuales sobrantes o sin salida comercial que vienen de las plantas de selección procedentes de la recogida selectiva). En Alemania se emplean como agente reductor en los altos hornos en sustitución del coque. Los procedentes de la trituración de los automóviles (ASR) se usan en las termoeléctricas en Dinamarca y en los hornos de clínquer en Bélgica.
- Restos de papel, de plantas de selección, y fangos de papelera son quemados en hornos de clínquer en Austria, Alemania o los Países Bajos.
- Residuos de animales, incluidas las harinas cárnicas, también se emplean como combustible en los hornos de clínquer.
- Toda clase de residuos lignocelulósicos.
- Alfombras y maquetas viejas se coincineran en los hornos de clínquer.

Los países de la UE que más coincineran residuos son Francia y Alemania, seguidos de Austria y Bélgica. En el caso de los RDF fabricado a partir del RSU, en el año 1997 se incineraron como combustible alternativo 120.000 toneladas, lo que supone, aproximadamente, un 6 % del total de los combustibles alternativos empleados en la UE.

### *14.4.- CONTAMINANTES DEL RDF*

Con las acotaciones hechas anteriormente, para saber exactamente la naturaleza de los contaminantes hay que conocer la composición del RDF. Si este no se conoce, la relación siguiente da una idea bastante aproximada:

- Poder calorífico: de 13 a 16 MJ/kg (3.110 a 3.820 kcal/kg)
- Escorias: del 5 al 15%
- Cloro: del 0,5 al 0,9%
- Azufre: del 0,0 al 0,2%
- Humedad: del 10 al 35%

### *14.5.- EL FANGO DE EDAR COMO COMBUSTIBLE*

Muchos autores no reconocen el fango de EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales Urbanas) como un combustible propiamente dicho por el hecho de que, después de la deshidratación, posee un cantidad de agua del 75%. A pesar de ello contiene cantidades notables de C, H y, algunos fangos S. Al margen del contenido en humedad, la cantidad de inertes pueden entorpecer el correcto desarrollo de la combustión.

El proceso de generación de fangos proporciona una especial caracterización a estos ya que:

- Incrementa la materia orgánica.

- Incrementa el P y el N.

- Disminuye el S (de los sólidos).

| Tipo | Mate. Volátil | C. Fijo | Ceniza | kcal/kg |
|---|---|---|---|---|
| Dig. P+S | 50,5 | 11,7 | 37,6 | 3.461 |
| Dig. P+S | 57,5 | 11,9 | 30,4 | 4.009 |
| Dig. P+S | 47,3 | 10,7 | 41,9 | 3.292 |
| Dig. P+S | 59,6 | 12,8 | 27,4 | 4.294 |
| S/dig P+S | 61,6 | 9,3 | 28,7 | 3.966 |
| S/dig P+S | 44,8 | 7,6 | 47,5 | 2.717 |
| S/dig P+S | 69,7 | 8,3 | 22,1 | 5.500 |
| S/dig P+S | 70,7 | 17,5 | 11,7 | 4.656 |

*T*

*Tabla 14.6 PCI de algunos fangos de EDAR*

En la tabla la nomenclatura Dig P+S significa: fango digerido con tratamiento primario y secundario. El término s/dig significa que no ha sido sometido a una etapa previa de digestión anaeróbia.

| Tipo | %C | %H | %N | %O | %Cl | %S |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Dig, P+S | 24,1 | 4,1 | 5,7 | 16,2 | 1 | 2 |
| Dig, P+S | 38,3 | 4,9 | 1,8 | 22,4 | 0,8 | 1,9 |
| Dig, P+S | 32,2 | 3,9 | 4,9 | 14,8 | 0,8 | 2 |
| Dig, P+S | 40,6 | 5,3 | 5,7 | 18,8 | 0,8 | 1,9 |
| S/dig P+S | 38 | 3,4 | 2,9 | 24,3 | 0,8 | - |
| S/dig P+S | 27,9 | 4 | 2 | 18,3 | 0,5 | 0,1 |
| S/dig P+S | 50 | 7 | 4,8 | 15 | 0,1 | 0,9 |
| S/dig P+S | 45,6 | 6,4 | 4,1 | 11,7 | | 0,7 |

*Tabla 14.7 Análisis elemental de algunos fangos de EDAR*

La tabla corresponde a los mismos fangos pero ahora se especifica el análisis elemental de ellos.

La digestión anaerobia de los fangos reduce la cantidad de volátiles y, lógicamente, aumentan los inertes, llegando a invalidar el empleo del fango como combustible, como sucede con muchos fangos químicos. El análisis típico de un fango de EDAR, sobre base seca, es:

- C 53,0%; H 7,2%; N 4,53%; S 0,8%.

- Contenido en cenizas 37%.

- PCI 5.100 kcal/kg.

| Tipo de fango | % de combustible | PCI kcal/kg |
|---|---|---|
| Fango primario de EDAR | - | 5.280 |
| Id. digerido anaeróbiamente | - | 3.060 |
| Primario (precipitación química) | - | 3.920 |
| Fangos grasas y espumas | 88 | 90280 |
| Sólidos precipitados químicamente | 57 | 4.150 |
| Fangos arenosos | 33 | 2.230 |

*Tabla 14.8 Especificaciones de fangos EDAR*

En la tabla se exponen los parámetros más representativos de diferentes tipos de fangos, siempre referidos a la base seca.

### *14.5.1 Conversión energética de fangos de EDAR*

Como se ha indicado previamente, los fangos de EDAR suelen abandonar la EDAR con una humedad del 75%. Con esta cantidad de agua no es factible una correcta conversión energética, por lo que previamente será preciso reducir su tenor de humedad.

El proceso habitual consiste en el secado térmico, llamado de esta manera porque es preciso trabajar sobre los 100 °C, según la tecnología empleada. Por lo general, para proceder a una incineración basta con reducir la humedad al 50%.

Desde el punto de vista ambiental y de sostenibilidad lo lógico sería usar el potencial energético de los fangos para proceder a su secado (el valor de referencia antes indicado). De esta manera se elimina el problema del residuo, no se emplea combustible fósil y solo queda un pequeño residuo correspondiente a la fracción inorgánica del fango.

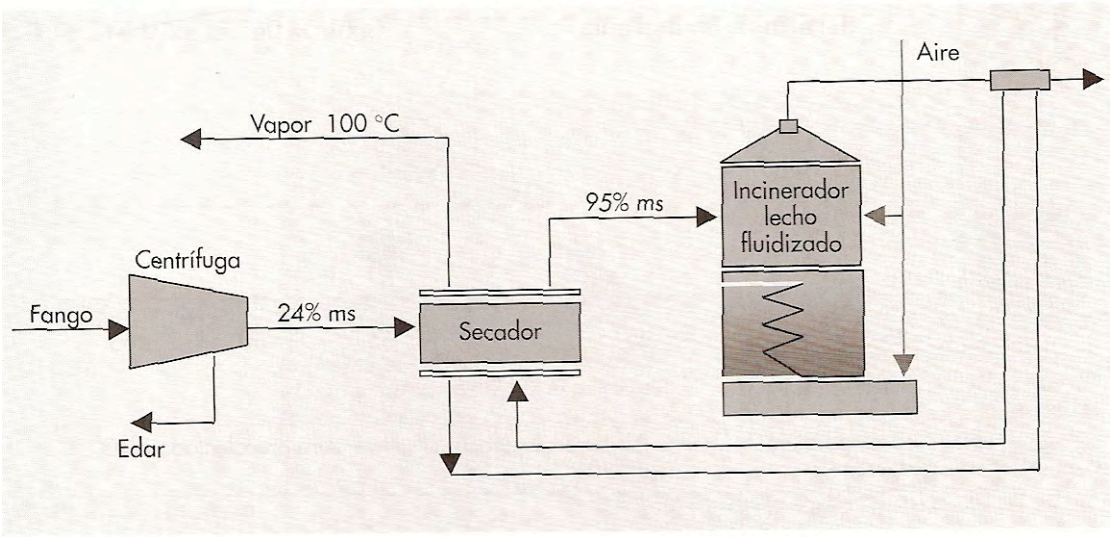



Figura 14.6 Sistema de valorización energética de fangos de EDAR.

La Figura muestra una instalación de incineración de fangos con presecado previo. El lodo es introducido en el secador con un 24% de ms (materia seca) y lo abandona con el 95% de ms para entrar en el reactor de lecho fluidizado. Para extraer calor del lecho (con este tenor de materia seca, la temperatura de combustión seria muy alta y existiría peligro de fusión de las cenizas) se usa un circuito de vapor que se emplea como fuente de calor para el secador. La instalación descrita es compleja y cara pero desde la óptica

ambiental presenta la ventaja de reducir las emisiones a un mínimo.

### *Gestión de los fangos de EDAR*

Las vías de valorización se presentan en el siguiente esquema.

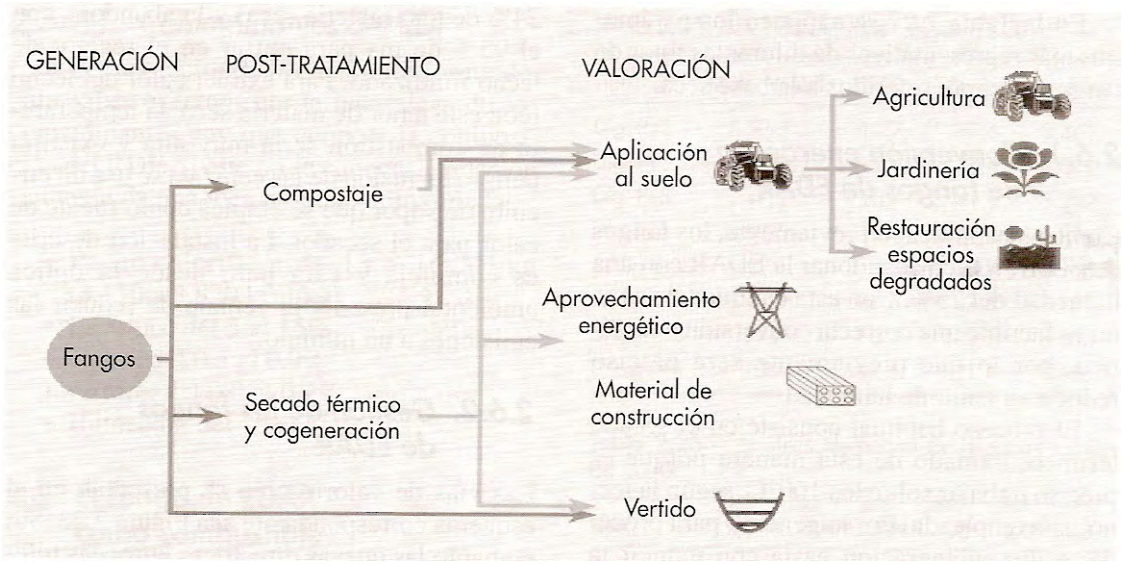



Figura 14.7 Esquema general de gestión de fangos de EDAR.

Sin embargo las nuevas directrices europeas referentes a las restricciones de materia orgánica en el vertido y a los márgenes más estrictos en el contenido de sustancias contaminantes y metales pesados reducen las posibilidades de aplicación al suelo, por lo que las soluciones energéticas van cada día en aumento.

### *Puntos singulares en los fangos.*

Los fangos de depuradora en general y los de EDAR en particular tienen un comportamiento característico y, de cara a su tratamiento de estabilización por secado térmico, existen dos puntos que son críticos: «la humedad de pegado» y los límites de autoignición.

*La humedad de pegado:* es un término difícil de definir ya que es aquella humedad

por debajo de la cual el fango no se queda adherido en la pared. El valor depende, obviamente, de la cantidad de materia orgánica presente. Por regla general un contenido de humedad inferior al 50% suele ser suficiente para conferir al fango una textura consistente que impida la adherencia.

*Límites de autocombustión:* es la combinación de concentración de volátiles, cantidad de oxígeno presente y temperatura capaces de provocar la autocombustión. Si no se toman las debidas precauciones la combustión incontrolada es un accidente frecuente en las instalaciones de secado térmico.

Los límites se hallan relacionados con el contenido en volátiles y la cantidad de materia seca. Este dato es importantísimo para el diseño y funcionamiento seguro de secadores de fangos. Estos funcionan con una determinada corriente de aire que recoge la humedad evaporada pero, a la vez calienta el fango y comienza la emisión de materias volátiles.

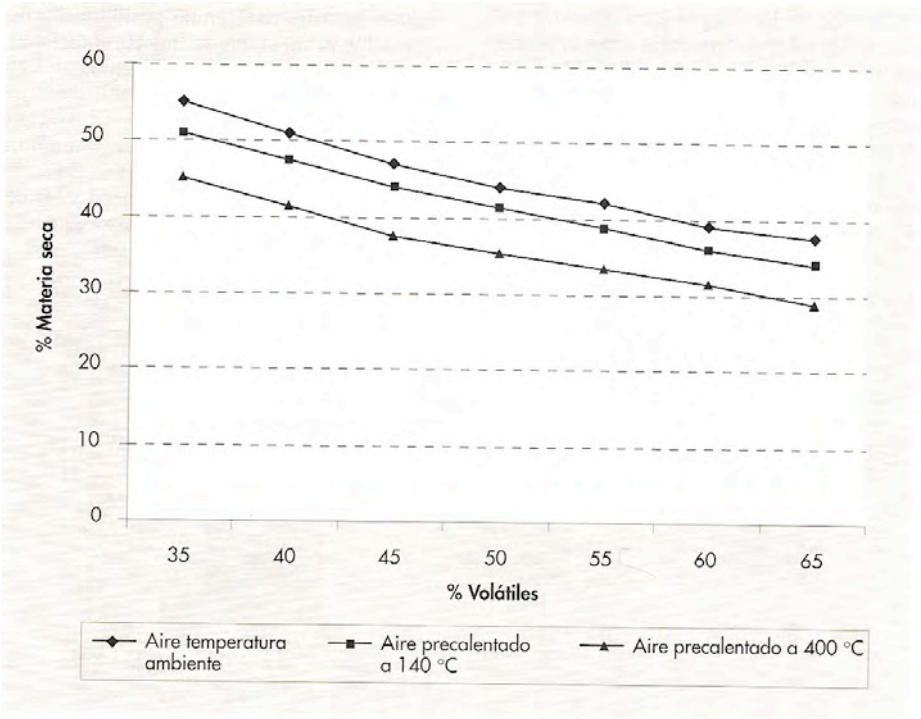



Figura 14.8 Límites de autocombustión de un fango de EDAR.

La Figura reproduce los límites de autocombustión de un fango de EDAR con un PCI de 24 MJ/kg (5.730 kcal/kg).

### *La legislación básica sobre los fangos de EDAR*

De acuerdo con la normativa básica ambiental: minimización, valorización y tratamiento, la DE ha dictado en los últimos años una legislación para la gestión de los fangos de EDAR que puede sintetizarse en:

- Directiva 1999/31/CE relativa a las restricciones de materia orgánica en el vertido
- Directiva 86/728/CEE que obliga al tratamiento de los fangos. Establece limitaciones temporales márgenes más estrictos en el contenido de sustancias contaminantes y metales pesados (Cu, Ni, Pb, Zn, Hg y Cr) así como el grado de acidez del suelo. Todo ello reduce las posibilidades de

aplicación al suelo y su valorización agrícola, por lo que las soluciones energéticas van cada día en aumento.

# 15.- APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA.

En su más amplia aceptación, se entiende por biomasa toda aquella materia viva presente en el planeta. Esto es, todo el conjunto de materia orgánica energética, ya sea de origen vegetal, animal o procedente de su transformación natural o artificial.

Cualquier tipo de biomasa tiene en común el hecho de provenir, en última instancia, de la fotosíntesis vegetal. La fotosíntesis es un proceso por el cual unas partículas (cloroplastos) presentes en las células vegetales son capaces de formar substancias orgánicas a partir del $CO_2$ existente en el aire, siendo la energía solar el catalizador y promotor de esta reacción. En una concepción simplista también se podría definir como una reacción inversa a la combustión, por cuanto en su forma más elemental se puede sintetizar en:

$$CO_2 + H_2O \text{ a } (H\text{-}COH) + O_2$$

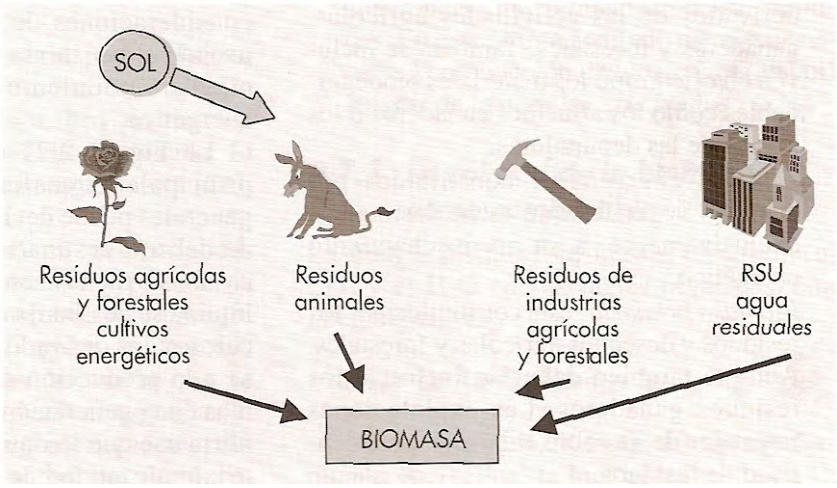



Figura 15.1 Esquema sintético del origen de la biomasa.

La Figura muestra de un modo esquemático el conjunto de materiales que actualmente cuentan con posibilidades de ser utilizados en el campo energético. La variedad de los mismos supone que tanto los sistemas de transformación como los fines a los que pueda ser destinada la energía obtenida son diversos.

### *15.1.- CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA*

Los principales grupos en que se puede clasificar la biomasa pueden ser:

*Biomasa natural:* o la producida en los ecosistemas naturales, como los bosques.

*Biomasa residual:* o los subproductos derivados de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales. También se incluyen en este grupo los materiales biodegradables como los afluentes ganaderos o los fangos de las depuradoras.

*Cultivos energéticos:* constituidos por aquellos vegetales que están destinados, exclusivamente, a su aprovechamiento energético.

*Biomasa primaria:* está constituida por los residuos y desechos agrícolas y forestales. Aunque también deberían incluirse los residuos ganaderos. Las explotaciones forestales dejan sobre el bosque gran cantidad de residuos

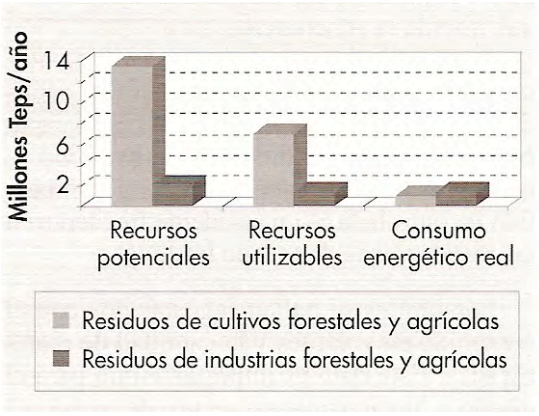



Figura 15.2 Recursos de biomasa potenciales y reales.

La Figura esquematiza esta producción y cifra los recursos potenciales junto a los recursos utilizables, mucho más reducidos y los recursos que realmente se utilizan, que escasamente llegan al 10% de los recursos potenciales.

*Biomasa secundaria:* corresponde a la biomasa residual procedente de las industrias agroalimentarias y forestales una vez se han elaborado los productos o materiales principales.

La posibilidad de los distintos aprovechamientos de la biomasa está asociada a los tratamientos a que se puede someter la misma, que puede ser utilizada en forma sólida, líquida o gaseosa. Al margen de las consideraciones de carácter ambiental, el uso de un sistema u otro obedece a un mayor rendimiento de la transformación energética.

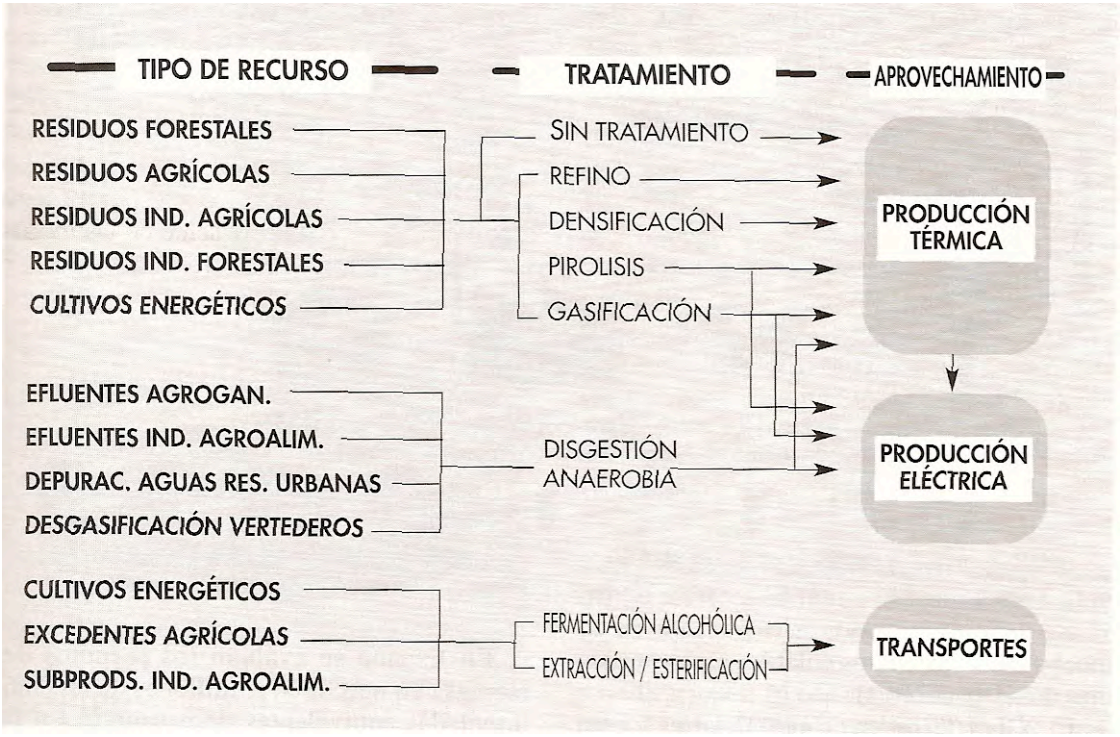



Figura 15.3 Transformaciones energéticas de la biomasa.

La Figura recoge algunas de las principales transformaciones. En líneas generales puede decirse que la biomasa sólida debería destinarse a aplicaciones térmicas más o menos convencionales, la biomasa líquida se destinaría a su utilización en vehículos, y los derivados gaseosos de la biomasa a la producción de electricidad en sistemas de cogeneración. Generalizando, puede afirmarse que lo óptimo sería disponer de la máxima cantidad de gases en detrimento de sólidos o bien productos transformados líquidos al cien por cien.

### *15.2.- TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS DE LA BIOMASA.*

A grandes rasgos las diversas transformaciones de la biomasa pueden englobarse en los siguientes grupos de transformaciones:

*Combustión directa:* corresponde al sistema tradicional de la

combustión de la biomasa en hogares u, hoy en día, en modernos hornos de lecho fluidizado. El producto resultante es un gas inerte ($CO_2$ y $H_2O$).

*Vías termoquímicas:* en determinadas condiciones de temperatura y presión, la biomasa sólida se transforma en otros subproductos sólidos, líquidos y gaseosos más adecuados a la aplicación que se desee. Estas transformaciones, gracias al alto nivel tecnológico alcanzado, están substituyendo a las anteriores. Los productos resultantes son, en su mayoría, gases y, en algunas transformaciones, también aparecen sólidos.

*Vías bioquímicas:* como gran elemento diferenciador de las anteriores hay que destacar el hecho de que se producen a temperatura ambiente o cercana a ella. Están integradas por las transformaciones anaeróbias y las fermentaciones alcohólicas. En este último apartado merece destacarse la producción de bioalcohol (etanol) a partir de materiales azucarados.

### *15.3.- LA CALIDAD DE LA BIOMASA COMO COMBUSTIBLE*

La energía solar, la fotosíntesis, transforma el $CO_2$ y el $H_2O$ en sustancias orgánicas, con liberación de $O_2$.

$$CO_2 + H_2O + \text{E. Solar} \rightarrow H - COH + O_2$$

Desde el punto de vista del aprovechamiento energético, la biomasa tiene poco C, mucho O y compuestos volátiles (que aportan más del 60% *del PCI).*

El PCI es del orden de 4.000 kcal/kg y está casi exenta de S, lo que

ambientalmente es muy favorable.

### *15.4.- CONSUMO DE BIOMASA*

Los recursos potenciales de biomasa corresponden principalmente a:

- Biomasas de ámbitos agrícolas y forestales.

- Biomasas generadas en establecimientos de industrias forestales o agrícolas.

- Residuos biodegradables (agroganaderos y fangos de aguas residuales urbanas).

- Los cultivos energéticos (cardos, cereales, *girasol,* chopos, etc.).

En España se evalúan los recursos de biomasa en más de 37,2 millones de tep/año (toneladas equivalentes de petróleo). En La Figura 2.28 vemos el ciclo de la biomasa y en la Tabla 2,28 se pone de manifiesto la evaluación del potencial utilizable y el consumo energético.

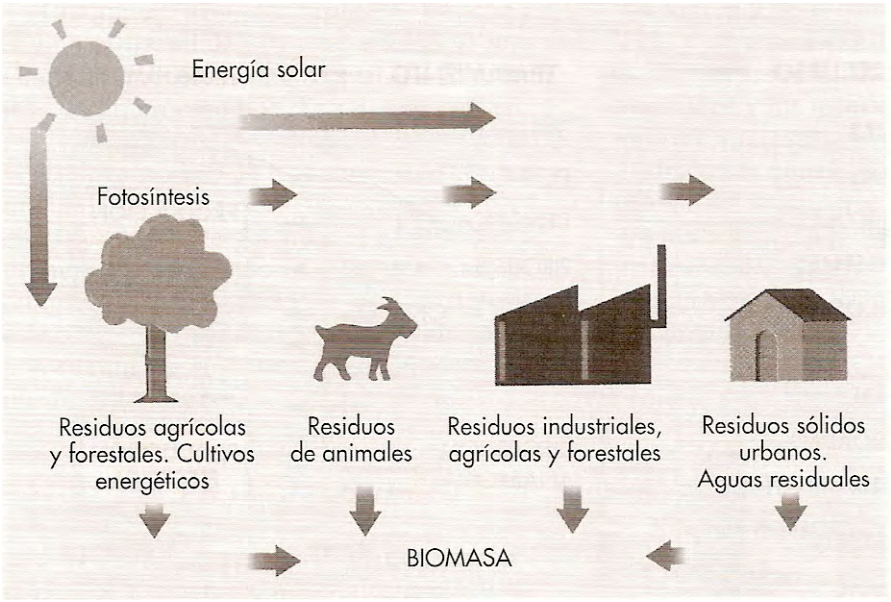



Figura 15.4 Ciclo de la biomasa.

| Residuos | Recursos potenciales (*) | Recursos utilizables (*) | Consumo energético real (*) |
|---|---|---|---|
| R. Forestales y agrícolas | 13,8 | 7,7 | 2,02 |
| R. Industriales y agrícolas | 1,52 | 1,52 | 1,52 |
| R. Biodegradables | 0,8 | 0,8 | 0,04 |
| Cultivos energéticos | – | – | – |
| **TOTAL** | **10,02** | **10,02** | **3,58** |

*Tabla 15.1 Recursos de biomasa*
(*) En millones de tep/año.

El consumo de la biomasa se encuadra dentro del sector doméstico, el ámbito de la industria y un conjunto de otras aplicaciones de las que destacan las granjas avícolas y los restaurantes.

*El sector doméstico:* se caracteriza por tener un consumo destinado en su mayor parte a la calefacción de viviendas, principalmente en el entorno rural, y a partir de combustibles obtenidos por el propio usuario.

*El sector industrial:* el consumo corresponde principalmente a los sectores productivos entre los que destacan, por su importancia cuantitativa,

las industrias de la pasta de papel, las madereras y las agroalimentarias.

*Otras aplicaciones:* tienen una incidencia mucho menor que los dos sectores mencionados y está formado, fundamentalmente, por granjas avícolas y restaurantes.

| Sector | Consumo (tep) | % |
|---|---|---|
| Doméstico | 1.991.306 | 55,69 |
| Industrial | 1.550.022 | 43,35 |
| Otros | 34.476 | 0,96 |
| **TOTAL** | **3.575.804** | **100** |

*Tabla 15.2 Consumo de biomasa por sectores de actividad España 1994*

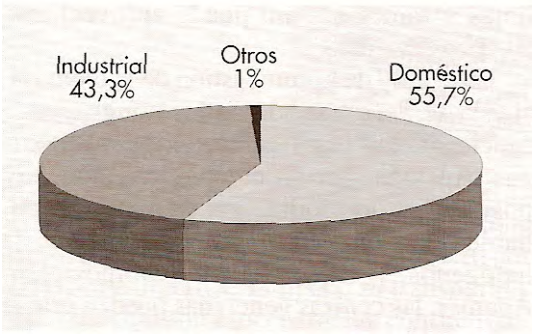



Figura 15.5 Consumo de biomasa por sectores. España 1994.

En la tabla y figura se reflejan los ámbitos de utilización de la biomasa, por sectores en España, durante el año 1994.

El consumo de biomasa depende del ámbito de utilización (doméstico o industrial) y de las posibilidades de acceso al combustible o su disponibilidad a bajo precio. Además, está fuertemente influenciado por la distribución de la población en el entorno rural, por las actividades relacionadas con la industria oleícola, por los condicionantes climáticos, por la existencia de explotaciones madereras, por la demanda del sector servicios, y sobre todo por las industrias

productoras de pasta de papel.

La biomasa más utilizada en España es la que se presenta en forma de leños o derivados de los mismos, tales como astillas, costeros o en general productos con un grado muy bajo de modificaciones. El consumo de este combustible supuso 1.783.331 tep en 1994 en todo el estado, de los cuales un 96% corresponden al sector doméstico. En segundo lugar en importancia están las denominadas lejías negras (o licores negros) que supusieron un consumo, en 1994, de 538.833 tep. Este consumo se materializa dentro del sector industrial, y concretamente en la fabricación de pasta papelera, en las lejías negras que son un residuo que únicamente se generan en estas industrias.

Los residuos de pequeño tamaño generados en el sector de transformación de la madera, como serrines y virutas, representan un consumo anual de 426.246 tep, que se distribuyen entre el ámbito doméstico (38%) e industrial (62%).

Dentro del sector industrial español tienen una gran relevancia los residuos de la producción de aceite de oliva (orujo de aceituna) que suponen una producción energética anual de unas 302.000 tep que se consumen en aplicaciones industriales. El resto de combustibles utilizados presentan una menor incidencia cuantitativa, aunque no cualitativa. En la Tabla se recoge la producción energética española de estos combustibles durante el año 1994.

| Subproducto | Uso como Combustible (tep) | % Del consumo |
|---|---|---|
| Leñas y astillas | 1.783.331 tep | 49,87 |
| Lejías negras | 538.833 tep | 15,07 |
| Serrín y virutas | 426.246 tep | 11,92 |
| Orujo de aceituna | 301.903 tep | 8,44 |
| Cortezas | 232.630 tep | 6,51 |
| Carbón vegetal | 113.123 tep | 3,16 |
| Biogas | 75.335 tep | 2,11 |
| Otros | 104.403 tep | 2,92 |
| **TOTAL** | **3.575.804 tep** | **100,00** |

*Tabla 15.3 Caracterización del consumo de biomasa en España*

Estas cifras se reflejan de nuevo en la Figura.

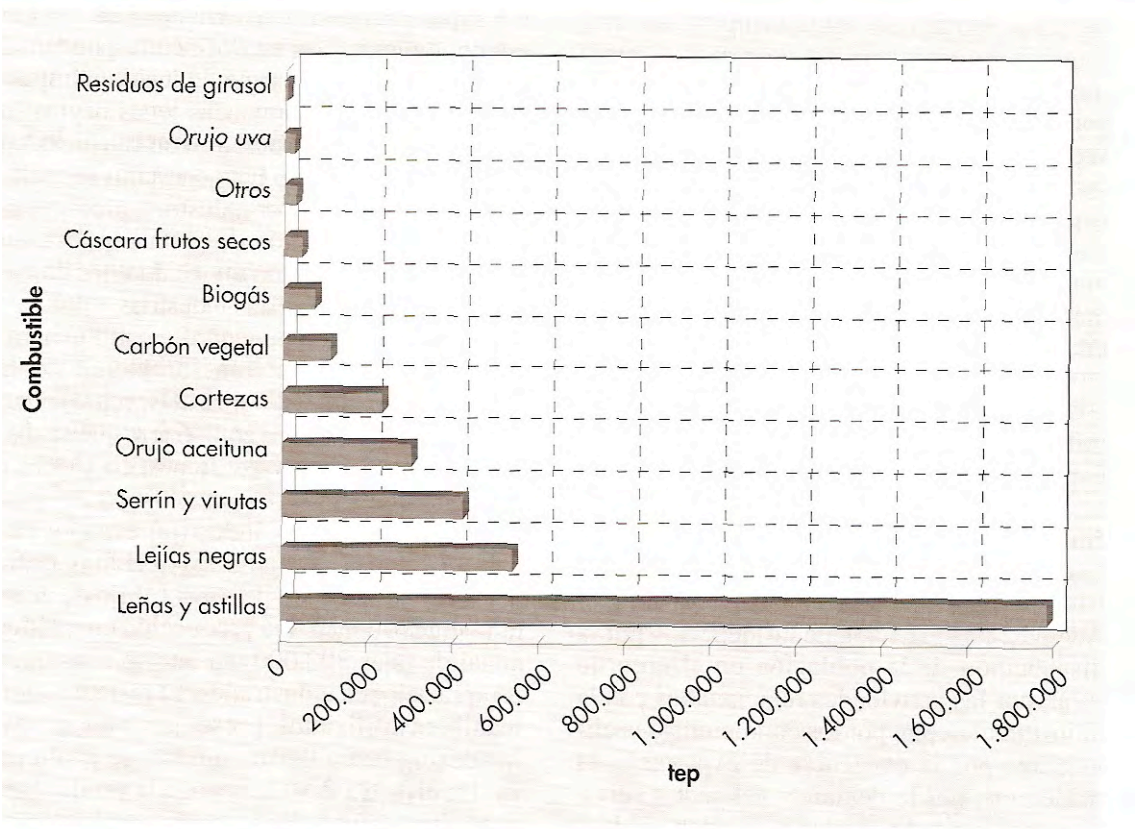



Figura 15.6 Consumo de biomasa en España. 1994.

Finalmente se ha de poner de manifiesto que la producción eléctrica bruta con biomasa ascendió en España, el año 1994, a 816,702 Gwh, que se produjeron en distintos tipos de instalaciones, entre las que cabe destacar las plantas de cogeneración asociadas a sectores industriales (pasta papelera, aceites, alcohol y transformación de madera) y los equipos de aprovechamiento energético del biogás mediante motores alternativos.

# 16.- COMBUSTIBLES RENOVABLES GASEOSOS.

Naturalmente se trata de combustibles gaseosos renovables o bien generados a partir de residuos. En primer lugar hay que llevar a cabo una gran diferenciación entre los denominados biogases:

Gases procedentes de la fermentación anaeróbia de la biomasa. Este biogás contiene

por lo general más de un 50% de CH4 y el resto es $C_2$. En este apartado debe incluirse también el gas de vertedero. Estos gases, obviamente son producidos a baja temperatura (cercana a la temperatura ambiente).

Gas de síntesis. Procedentes de la gasificación o la pirólisis de biomasa. En su composición sobresale la cantidad de CO y $H_2$. Corresponden a los denominados procesos o conversiones a alta temperatura.

## *16.1.- EL BIOGÁS.*

La proporción de gas metano presente en el biogás depende de la materia prima empleada. Otro requisito para implantar una instalación de biogás es que, además de la propia producción de metano, el residuo se pueda utilizar como abono.

Hay dos métodos para producir el biogás:

Método húmedo, cuando el sustrato tiene un máximo del 15% de materia seca. La obtención es fácil.

Método seco, cuando el sustrato tiene una proporción de materia seca del 25%, de mayor rendimiento en energía pero con mayores problemas de manejo del material.

La Figura muestra una típica instalación de biogás.

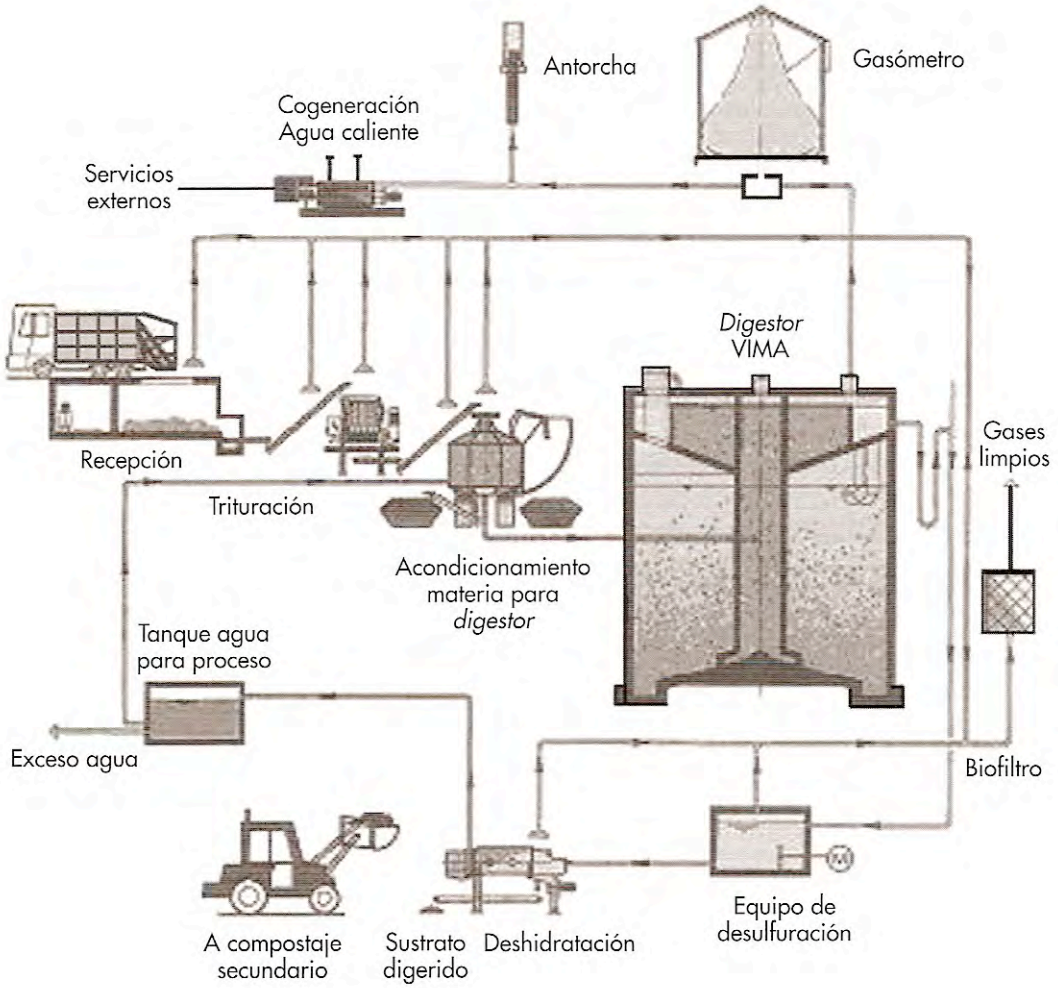



Figura 16.1 Instalación de producción de biogas.

### *16.2.- FERMENTACIÓN METÁNICA DE LA BIOMASA*

La fermentación metánica es una transformación microbiana que se produce en ausencia de aire (condiciones anaerobias) originando un biogás, mezcla de metano y carbónico y una suspensión acuosa de materiales sólidos integrada por compuestos difíciles de degradar junto con nitrógeno, fósforo y los demás elementos presentes inicialmente en la biomasa.

A partir de biomasa, el esquema general de conversión, según indica el dibujo de la Figura, es:

- Hidrólisis de la celulosa presente en la mayoría de los residuos vegetales.
- Acidogénesis, por la cual los monómeros obtenidos en la fase anterior, por la acción de determinadas bacterias, se convierten en alcoholes, ácidos orgánicos, gas carbónico e hidrógeno.
- Acetogénesis, la realizan las bacterias anaerobias que aseguran la transformación de los compuestos de la fase anterior en ácido acético, gas carbónico, hidrógeno y formiatos.
- Fermentación metánica propiamente dicha, esta fase se realiza gracias a la acción de bacterias de lento crecimiento (metagénicas) que degradan los compuestos antes sintetizados y los transforman en metano y gas carbónico.

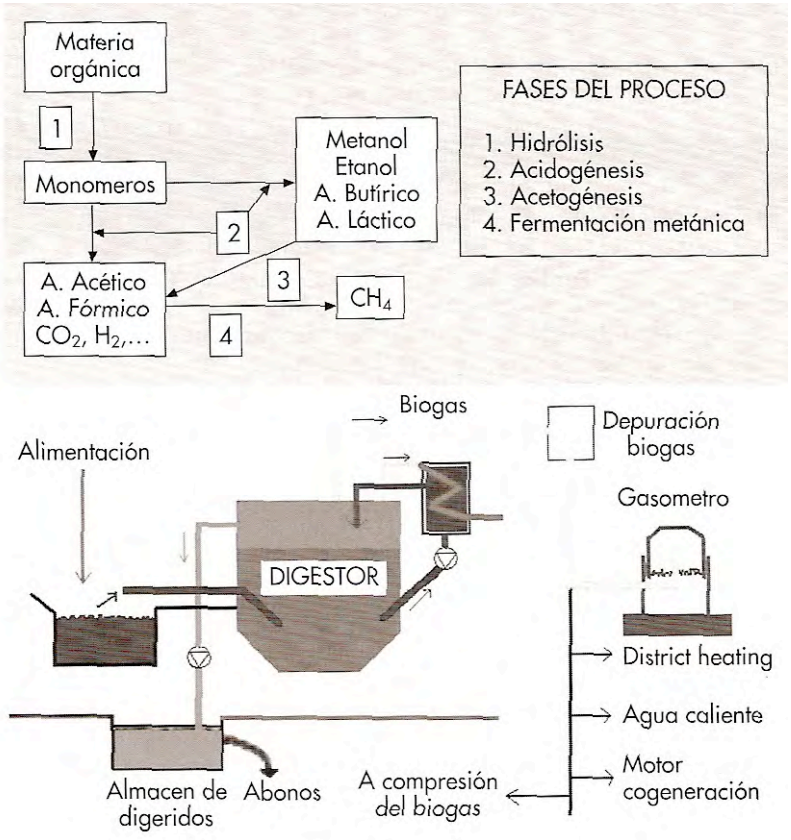



Figura 16.2 Transformación metánica de la biomasa.

La parte superior de la Figura esquematiza las fases de la transformación metánica, mientras que el inferior representa la instalación, básicamente el *digestor,* que se utiliza industrialmente para la generación de biogás a partir de residuos.

### *16.3.- SISTEMA DE TRATAMIENTO TÉRMICO: LA INCINERACIÓN.*

El concepto de combustión previsto para una planta incineradora de RSU debe ser adecuado para la gama de residuos que se espera lleguen a la planta, lo que requiere:

- En general un precalentamiento del aire de combustión.

- Concepción de una cámara de combustión, con el objeto de obtener temperaturas lo más próximas a la temperatura adiabática de combustión posible. Esto incluye un aislamiento térmico de las paredes del horno muy eficiente.
- Tiempo de residencia de los residuos en el horno suficiente para obtener mínimo porcentaje de inquemados.

Las unidades de incineración están concebidas para operar normalmente a plena capacidad, no obstante en general no existe ninguna restricción a la incineración de residuos entre márgenes de operación del 55 al 100 % de la capacidad de incineración nominal, considerándose este margen válido en todo el periodo útil de operación. El sistema acepta sobrecargas puntuales hasta un 110 % sin que por ello se pierda calidad de la incineración.

La tecnología de combustión que se emplee debe procurar un volteo eficiente de los residuos a fin de facilitar la penetración del aire de combustión y en consecuencia, obtener una perfecta combustión.

El control de los parámetros de combustión, alimentación de residuos, el aire de combustión y la velocidad de avance de los residuos es ajustable de forma automática, mediante programas de control electrónico.

El horno tiene incorporado quemadores auxiliares. Estos quemadores se utilizan en las siguientes situaciones:

- Encendido del horno hasta alcanzar los 850°C.
- Apoyo a la combustión en momentos que la temperatura del hogar

descienda por debajo de los 850 0C.

- Fase de apagado del horno hasta incinerar o evacuar los residuos existentes sobre la parrilla.

-Como regulador de la producción de vapor.

Por imperativos legales, los quemadores auxiliares deben utilizar combustibles fósiles.

El horno y más concretamente la cámara de oxidación (con frecuencia la primera parte de la cámara de postcombustión) dispone de entradas de aire secundario diseñadas para obtener una elevada turbulencia en los gases de combustión, con lo que se consigue reducir los inquemados, la concentración de CO y la corrosión en los tubos de la caldera.

El hogar y cámara de combustión se mantienen permanentemente en depresión a aproximadamente 1 milibar con respecto a la presión atmosférica, a través del ventilador de tiro inducido que se instala en el circuito de gases inmediatamente antes de la chimenea. Este régimen de presión obliga a diseñar un sistema estanco de entrada de aire no deseado (aire parásito).

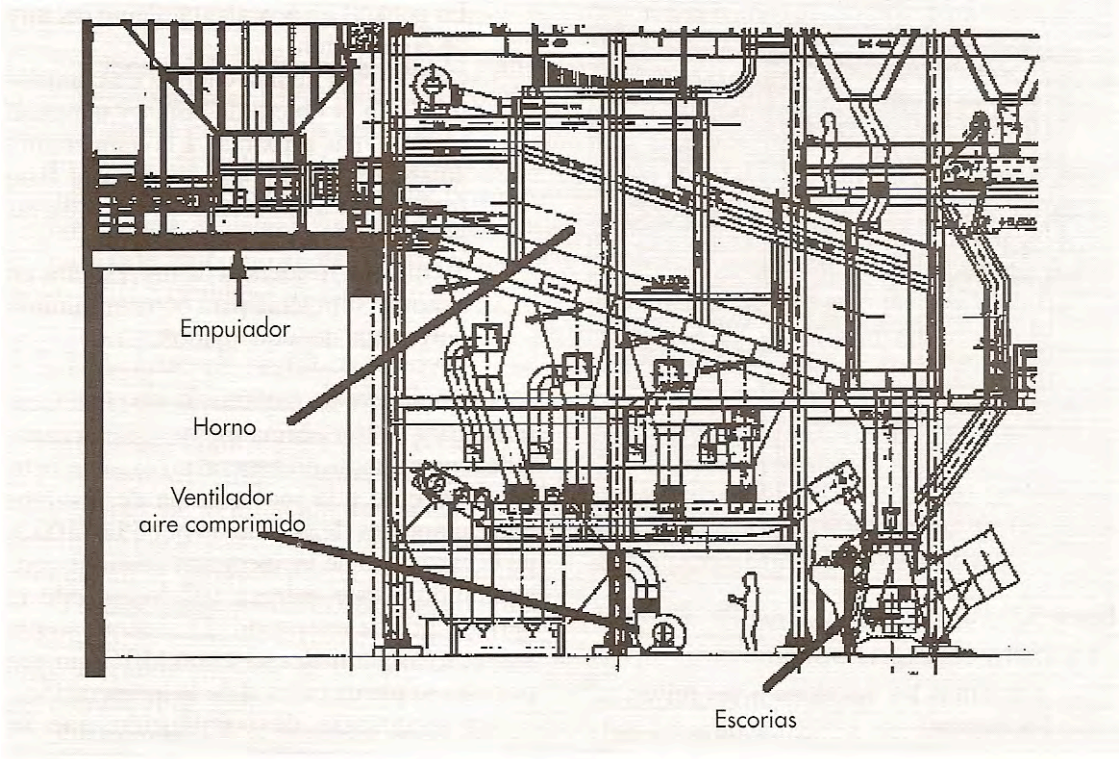



Figura 16.3 Sección típica de un horno de incineración de RSU.

Como muestra la Figura, en el caso de un horno de parrilla los residuos se alimentan al horno a través de un conjunto formado por tolva, clapeta (válvula) de cierre, conducto y dispositivo de alimentación. Se instala en general una clapeta de cierre bajo la tolva cuya función es evitar la entrada de aire falso en el interior del horno, ya sea en el caso que el nivel de residuos descienda por debajo de un nivel mínimo o bien en los arranques del horno para evitar tanto la entrada de residuos como la de aire, hasta que no se alcance un mínimo de 850 ºC en la cámara de combustión.

En el caso de un horno de tipo lecho fluidizado la alimentación se hace mediante transportadores de tomillo, de velocidad variable, pero igualmente estancos.

Las escorias resultantes de la combustión se descargan desde la parrilla a un extractar de escorias dotado de un cierre por nivel de agua y de un

pistón hidráulico que permite obtener escorias con un bajo contenido de humedad.

Las paredes del horno, se diseñan para operar en las condiciones máximas nominales con bajos costes de mantenimiento, para ello se construyen mediante ladrillos u hormigones con alto contenido de alúmina y/o carburo de silicio en función de la posición dentro del hogar, con el fin de disminuir las adherencias de cenizas y evitar posibles corrosiones ó desgastes prematuros producidos por el roce de los residuos.

En el caso de plantas de incineración de RSU el horno y la caldera suelen estar integrados, es decir, el refractario del horno estará refrigerado por los tubos de la caldera.

Este último sistema constructivo presenta sus inconvenientes, pero también unas grandes ventajas, como da de poder prescindir de materiales aislantes, lo que proporciona una clara economía.

El diseño del horno tiene en cuenta los siguientes principios:

a) La ignición de los residuos se produce mediante la transmisión de calor de los gases de combustión calientes, y las paredes radiantes, a los residuos que se introducen.

b) La combustión debe desarrollarse sin los efectos adversos de la formación de adherencia o acumulación de cenizas en las paredes del hogar.

c) Los gases deben estar completamente oxidados antes de abandonar el horno.

d) La mezcla de los gases de combustión es muy intensa con el fin de

evitar la corrosión y el ensuciamiento de las superficies de transmisión de calor de la caldera y de las partes de refractario.

e) Se instalan en general ventiladores de aire primario y aire secundario independientes con el objeto de poder ajustar los caudales con precisión.

f) Se instala un precalentador de aire con vapor para el calentamiento del aire de combustión para garantizar el secado de los residuos con alto contenido de humedad. El vapor se toma de una de las extracciones laterales de la turbina o bien del calderín de la caldera en los casos en que el residuo sea muy húmedo.

g) Se instalan quemadores de encendido y apoyo a la combustión con el objeto de garantizar en todo momento la temperatura de gases en la cámara de combustión por encima de 850°C, incinerando cualquier clase de residuos y alcanzar la temperatura del hogar de 850 °C en los arranques del horno antes de introducir residuos.

h) La ubicación y el tipo de los quemadores se selecciona de modo que a su máxima potencia, no afecten a ninguna parte de la parrilla y paredes del hogar o caldera.

i) Se instalan las válvulas reguladoras en la entrada del aire primario al horno a fin de obtener una buena regulación y distribución del caudal de aire primario introducido en el horno.

j) Para el correcto control de la combustión se instalan analizadores de CO y de $O_2$ en los gases de combustión. Los datos que miden se introducen en un programa de control para la determinación de los caudales de aire de combustión.

### *16.3.1 Principios químicos de las conversiones energéticas.*

Desde el punto de vista físico y químico, los procesos de conversión energéticos se basan en la degradación de las moléculas orgánicas por la acción del calor.

La más conocida de todas ellas es la oxidación térmica. Se trata de una oxidación (con gran exceso de aire) a alta temperatura. Si el combustible es sólido o líquido se denomina incineración. El último objetivo del proceso es conseguir la destrucción térmica de los compuestos orgánicos.

Hay una variante (<<starved air»), donde primero se realiza una oxidación con el aire estequiométrico y una segunda etapa con exceso de aire. Esta variante se halla muy cerca de la pirolisis puesto que la materia, o parte importante de ella es sometida a calentamiento sin presencia de oxigeno, puesto que la mayor parte de él se ha consumido.

La combustión se define como una oxidación rápida de la materia combustible con desprendimiento de calor. Así pues se precisa, en primera instancia, que el residuo a oxidar tenga, al menos, uno de los tres únicos elementos susceptibles de combinarse con el oxígeno con liberación de calor: C (carbono), H (hidrógeno) y S (azufre).

Los combustibles sólidos y líquidos deben pasar por una fase previa de gasificación para que se desprendan los volátiles. Las reacciones de combustión siempre tienen lugar en fase gaseosa (reacciones homogéneas). Existen reacciones heterogéneas (sólido-gas) que tienen una cinética mas complicada y, desde el punto de vista ambiental, son mucho más conflictivas.

Otro factor indispensable es la mezcla íntima y adecuada del combustible (se entiende los volátiles y vapores generados) y el comburente, que suele ser aire.

Seguidamente, cuando la mezcla es la correcta se debe producir la ignición. A partir de este momento el calor generado permite mantener un nivel de temperatura que asegura la continuidad de la reacción.

Las reacciones de combustión pueden llevarse a cabo con el aire justo: reacción estequiométrica. Con exceso de aire, en este caso hay oxígeno en los gases producto de la combustión. O con defecto de aire, ahora en los gases de combustión se detecta la presencia de inquemados. La Figura 33 muestra la parrilla de un horno de incineración donde intervienen diversos fenómenos (oxidación térmica, gasificación y pirólisis) de manera simultánea.

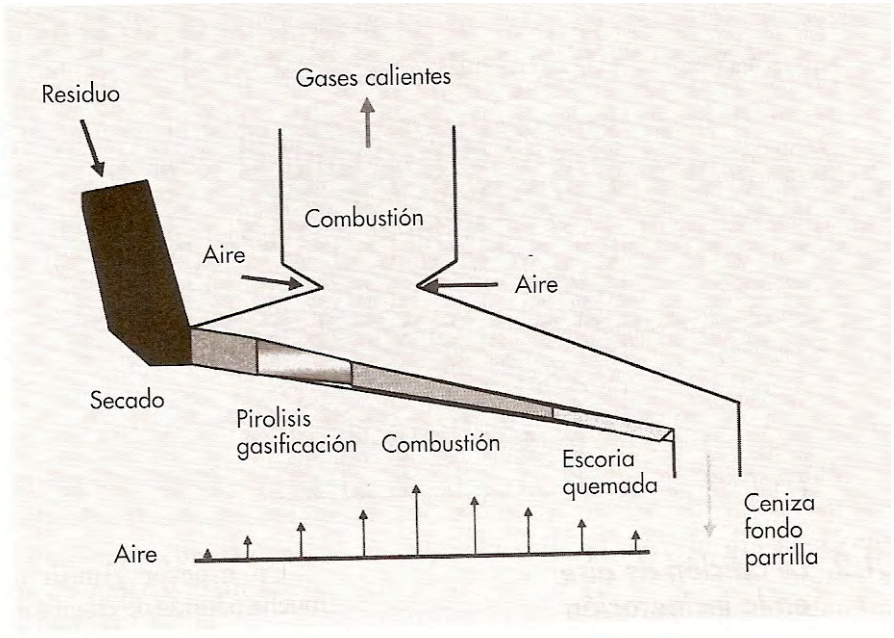



Figura 16.4 Parrilla de un horno de incineración.

La Figura muestra un esquema de lo que realmente acontece en la superficie de la parrilla. En primer lugar una etapa de secado, puesto que los combustibles, en particular los residuos, suelen entrar en el horno con una humedad importante. A continuación tiene lugar una etapa de pirólisis y gasificación. Ello es debido a que el aire primario que penetra por la parte inferior de la parrilla no es suficiente para provocar la combustión de la fracción orgánica a e02 y H20, en realidad salen muchos otros gases, la mayoría combustibles. Finalmente en la última etapa de la parrilla se efectúa la combustión propiamente dicha.

En realidad esto no acontece por partes sino de manera simultánea. De ahí la complejidad de la incineración.

### *16.3.2 El proceso de incineración sobre la parrilla*

La situación de la carga y la entrada de aire juegan un papel fundamental en el desarrollo del proceso de incineración.

Así, el aire primario hace funciones de gasificación y la temperatura generada piroliza parte de la materia orgánica presente.

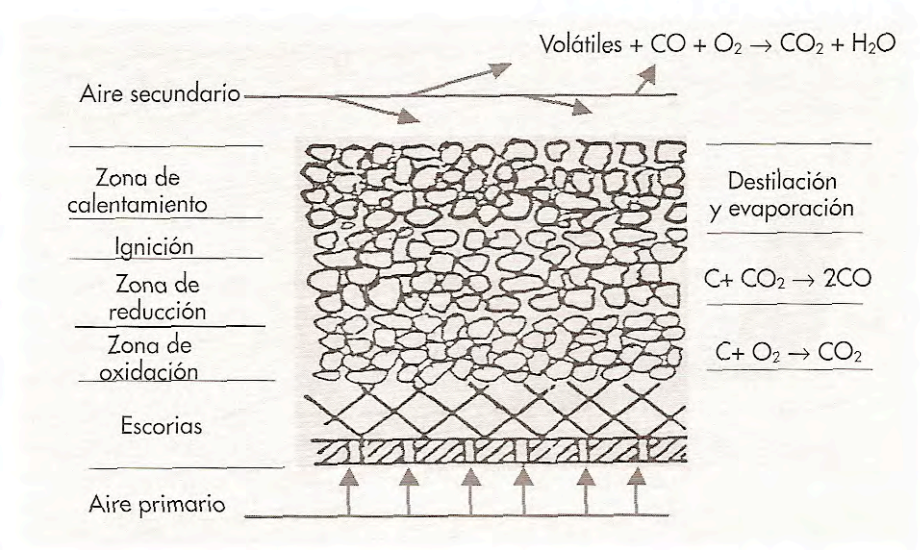



Figura 16.5 Reacciones en el interior de la parrilla.

Como esquematiza la Figura en todo el espesor del lecho de residuos depositado sobre la parrilla acontecen un sin fin de reacciones. La más significativa es la de generación de CO.

La combustión, u oxidación de la materia orgánica, propiamente dicha tiene lugar en la superficie gracias al aire secundario. En el procedimiento de combustión de los RSU por el sistema de parrilla convencional, el aire primario entra por la parte inferior de la parrilla y oxida el combustible según: $C + O_2 \rightarrow C0_2$ • Un poco más arriba los gases entran en la zona de reducción, donde el $C0_2$ se reduce a monóxido según: $C + C0_2 \rightarrow 2\ CO$. Simultáneamente, el calor generado por la combustión va transformando el sólido en volátiles. El combustible, teóricamente, gasificado y destilado penetra en la zona real de incineración que, en contacto con el aire secundario se oxida a anhídrido carbónico de acuerdo con la reacción general:

$$Volátiles + CO + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

### *Circulación de gases sobre las parrillas*

Al margen de la forma geométrica de la propia parrilla, de lamas, de rodillos, y del sistema de refrigeración (por aire o por agua), la circulación de gases por sobre los residuos y la parrilla obedece a diversos criterios y se pueden clasificar en:

*Sistema contracorriente.*

Se trata de una configuración de parrilla especialmente pensada para la incineración de residuos con mucha humedad y con PCI bajo.

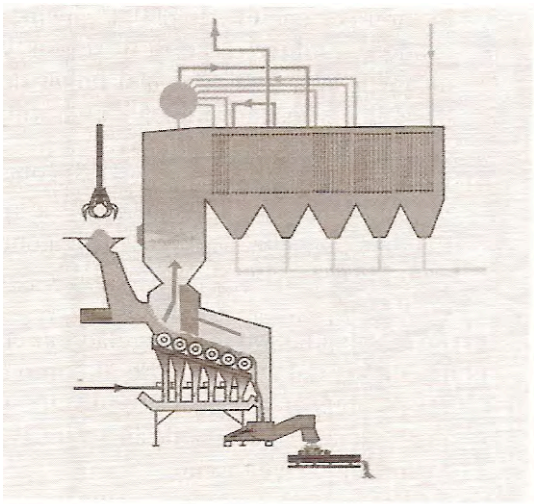


Figura 16.6 Parrilla de incinerar RSU a contracorriente

Las llamas se forman en la última parte de la parrilla, casi por donde cae la escoria y así los gases calientes deben atravesar toda la longitud de la parrilla y los residuos húmedos depositados sobre la misma se secan y precalientan.

*Sistema de corriente central.*

Cuando se trata de la quema de residuos con PCI relativamente alto y, sobre todo con una banda de combustión estrecha, poco margen de variación de temperatura, se usa una parrilla de las denominadas de tiro central o corriente central.

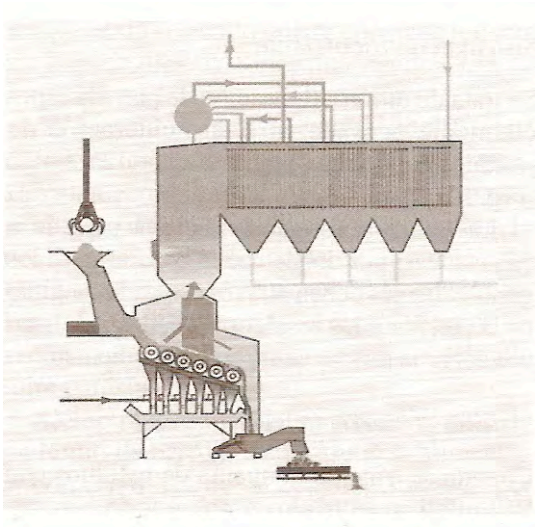


Figura 16.7 Configuración de parrilla para RSU y RDF con tiro central.

En esta configuración los gases están muy calientes y el tiempo de residencia en la cámara del horno, o sobre las parrillas es muy reducido, lo que una cosa compensa la otra y se evita un recalentamiento excesivo de las parrillas.

*Sistema equicorriente.*

Se trata de un sistema pensado para la incineración de residuos en los que haya compuestos inflamables y volátiles más o menos fáciles de oxidar.

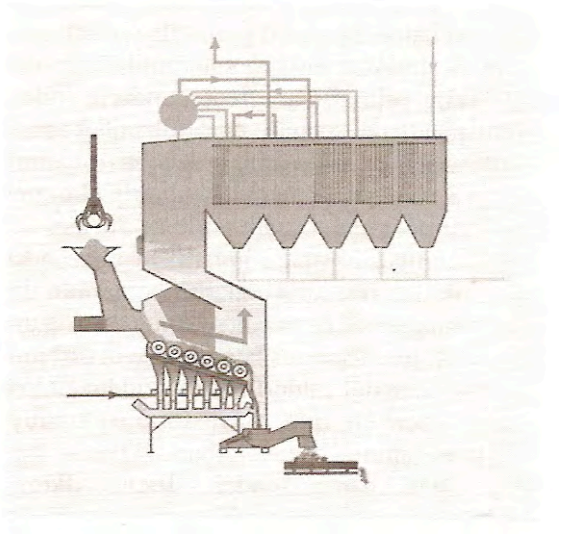


Figura 16.8 Configuración de parrilla en equicorriente.

De hecho en esta configuración las llamas aparecen desde el primer momento y la temperatura que alcanza la bóveda es muy elevada. Ello se aprovecha para la incineración de residuos de todo tipo, es decir, si una parte es fácilmente oxidable, su efecto se usa para el tratamiento del resto del residuo que no lo es tanto. Es el sistema más adecuado para la incineración de residuos de bajo PCI aprovechando otros de elevado PCI.

Se denomina de esta manera, o también co-corriente, porque los gases y el material van en la misma dirección: desde el principio hasta el final de la parrilla. Es de los sistemas más usados puesto que admite una gran tolerancia en cuanto al PCI del residuo a incinerar.

### *Tipos de parrilla para RSU*

En todos los hornos pero en especial en los destinados a la incineración en masa de RSU, el diseño de la parrilla es una parte fundamental para el correcto funcionamiento de la instalación. Existe un sin fin de modelos de parrillas, los mas representativos se hallan descritos, muy someramente, en los

párrafos siguientes:

. *Tipo de parrilla de balancines.*

Como ilustra la Figura, su funcionamiento estriba en un movimiento de rotación de las parrillas alrededor de ejes horizontales.

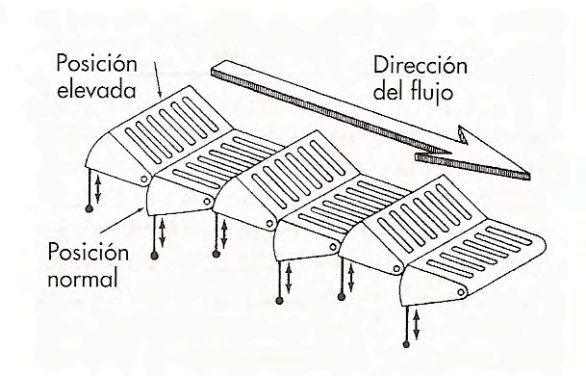



Figura 16.9 Parrilla de balancines.

Este movimiento produce la agitación y avance de los residuos. El aire primario de combustión penetra por las aberturas de las propias lamas y además tiene la misión de mantenerlas dentro de un nivel de temperatura seguro para su estabilidad mecánica.

*Tipo «Reciprocating grate».*

La Figura muestra esta parrilla consistente en una serie de secciones apiladas unas sobre otras en una disposición similar a las tejas de un tejado.

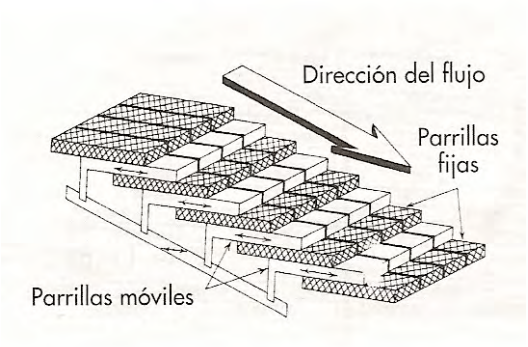



Figura 16.10 Sistema de parrillas fijas y móviles.

La mitad de ellas son móviles, disponiendo de un movimiento de translación horizontal con el que agitan y trasladan a los residuos. En este modelo el aire primario de combustión penetra en un chorro paralelo a la propia lama.

*Sistema Martin.*

En este sistema la parrilla está compuesta por secciones fijas y por otras que vibran como muestra la Figura.

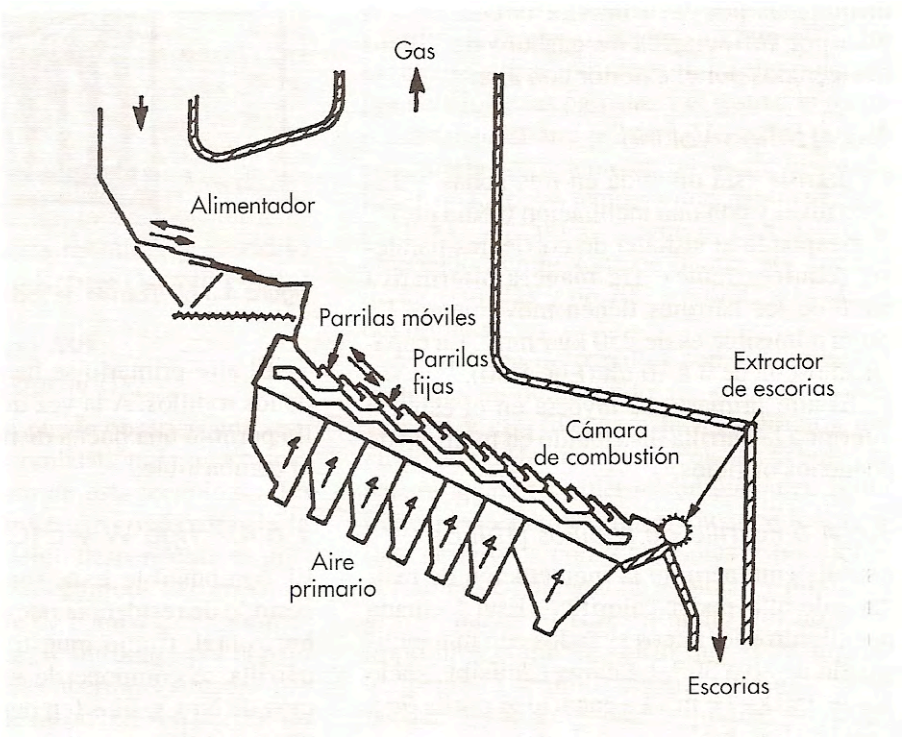



Figura 16.11 Sistema Martín.

Como ya se ha comentado con anterioridad el aire primario circula a través de la parrilla, realizando también la función de refrigerante de esta. El esquema muestra una visión de conjunto. Es importante observar la altura, por otra parte muy común en la mayoría de los modelos, entre la entrada de los RSU y la primera lama.

*Tipo Von Roll.*

Esta constituida por un plano único inclinado 22º.

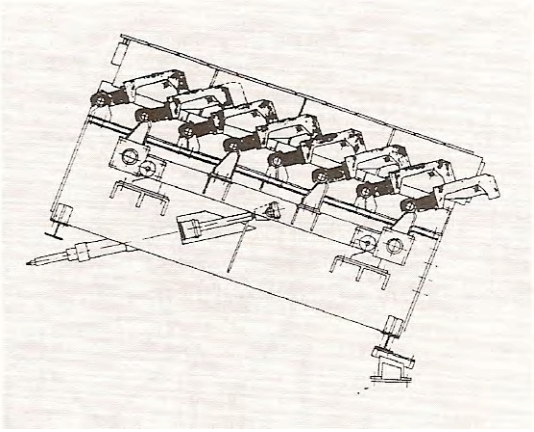


Figura 16.12 Sistema Von Roll.

Los barrotes son de aleación de alto contenido en cromo. Una parte es fija y la otra móvi1. El movimiento esta controlado de forma que permite el avance del residuo y de las escorias. La carga admisible suele ser de 330 kg / $h \cdot m^2$. La capacidad oscila de 5 a 30 t/h.

El aire primario penetra a través de los barrotes que, a su vez sirve como elemento refrigerante de la parrilla. El aire secundario se inyecta una parte en el interior del horno y otra en la cámara de postcombustión.

Las paredes pueden estar constituidas por membranas por cuyo interior circula agua o bien por refractarios de carburo de silicio refrigerados por el exterior con aire.

*Tipo Volund.*

La parrilla esta dividida en tres zonas a distinto nivel y con una inclinación media de 7º. Corresponde al sistema de corrientes paralelas (equicorriente). De manera alternativa parte de los barrotes tienen movimiento. La carga admisible es de 250 kg / $h \cdot m^2$. La capacidad oscila de 3 a 10 t/h.

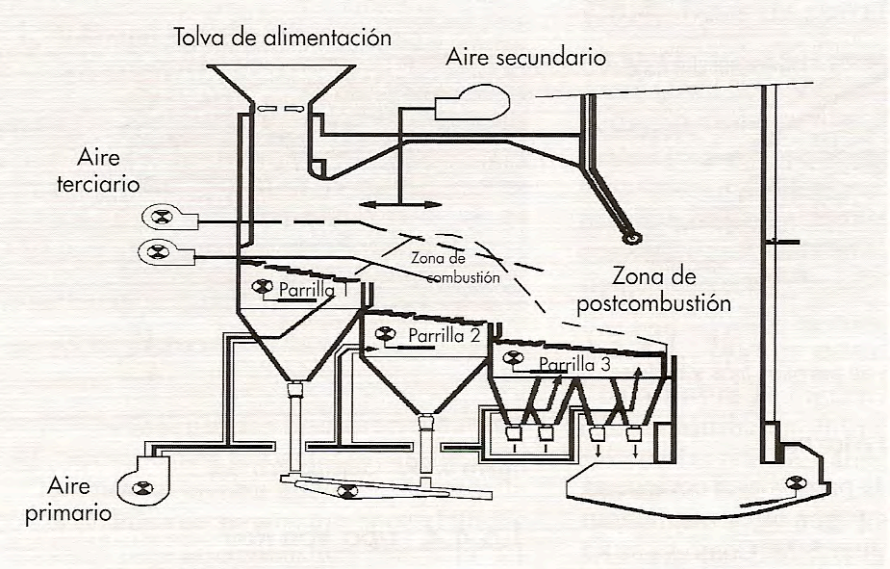



Figura 16.13 Sistema Volund.

El aire primario se inyecta en el espacio inferior a la parrilla distribuido en multitud de pequeños orificios.

*Parrilla de rodillos (TNEE).*

Este sistema permite la incineración de residuos de alto poder calorífico. Esta formada por cilindros idénticos situados con una inclinación de 20 a 30 0. La carga admisible suele ser de 250 kg / h·m2• La capacidad oscila de 5 a 20 t/h.

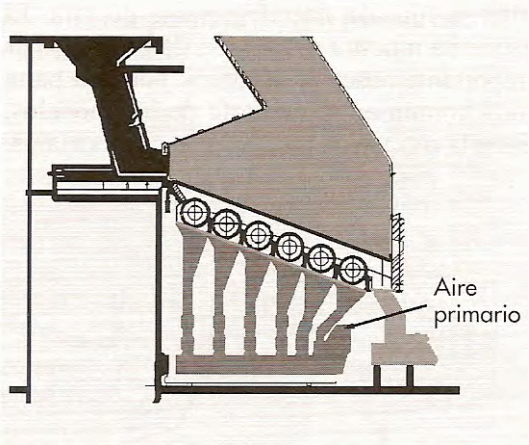



Figura 16.14 Parrilla de rodillos.

El aire primario se inyecta por el interior de los rodillos. A la vez que refrigera el rodillo permite una buena distribución del aire en el combustible.

*Tipo W + E (Grupo ABB).*

El combustible esta sometido a un largo periodo de residencia puesto que la parrilla es horizontal.

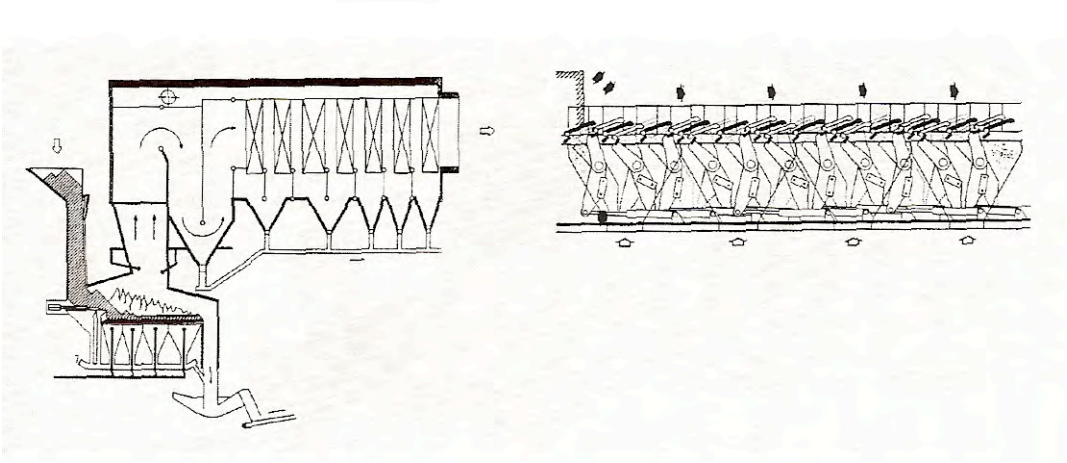


Figura 16.15 Parrilla sistema ABB.

Como muestra la figura la parrilla se compone de unos barrotes,

aleación de Ni-Cr, fijos (en negro) alternados con otros móviles.

La distribución del aire primario se lleva acabo por el inferior de los barrotes y estos lo reparten. La carga admisible suele ser de 330 kg / h·$m^2$. La capacidad oscila de 5 a 50 t/h.

### *16.3.3 La adición de aire en la incineración*

En la figura anterior se observa que una parte del aire, el llamado aire primario se aporta, en el caso de los hornos de parrillas, por la parte inferior de la carga, mientras que por la parte superior, se adiciona otro aire, el llamado aire secundario. La simplificación haría pensar que ambos se podrían unir y llevar a cabo una sola etapa de inyección de aire.

La composición de los gases generados en la lámina inmediatamente situada por encima del nivel de carga de la parrilla, depende de la profundidad de la misma. Esto es, no se puede llenar la parrilla con residuo hasta formar un determinado espesor. Como se verá el grueso de la lámina es un parámetro crítico.

Si el grueso del lecho es significativo, un espesor correcto sería de 10 a 15 cm., es importante el oxigeno del aire no logra alcanzar la masa, al menos en cantidad suficiente y se forma mucho CO. Por otra parte un espesor mayor hace las veces de un potente aislante a la transmisión del calor que en esta etapa debe proceder de la radiación de las llamas y de las paredes.

Pero es preciso intentar inyectar el aire primario suficiente para que se alcance el equilibrio:

$$CO + 1/2\ O_2 \leftrightarrow C0_2$$

Un espesor grueso del lecho implica mucha pérdida de carga e insuficiencia de oxigeno. Así se volverá a formar CO a expensas del $C0_2$ generado. O sea la inyección de aire primario tiene su límite y el CO estará de acuerdo con la ecuación anterior. La Figura pretende simbolizar este problema.

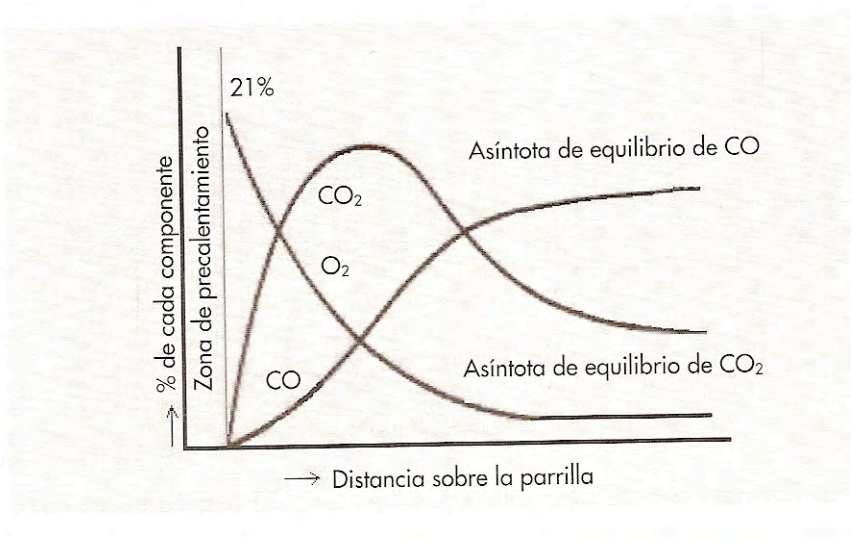



Figura 16.16 Espesor de la parrilla y aire primario.

Un grueso importante enfría la carga, además la generación de co es un proceso endotérmico y todavía enfría mas. Esta dinámica llevaría a apagar la llama y a detener el proceso.

Así pues aun que se respete el espesor mínimo de capa de residuos sobre la parrilla, será preciso una adición posterior de aire, el llamado aire secundario sobre los gases de combustión para garantizar una presencia efectiva de oxigeno.

Estas reflexiones sirven para demostrar que no es conveniente introducir mucho aire primario. De hecho algunas tecnologías de parrillas usan el aire primario, o mejor dicho la velocidad de entrada del aire primario como vector dinámico para remover la carga dentro del propio lecho y de esta manera favorecer que todas las partes del combustible se hallen expuestas a la radiación térmica.

Sin embargo hay otros parámetros que deben tenerse en cuenta:

- Una gran cantidad de aire primario supone la creación de un volumen importante de gases y, como consecuencia una velocidad de gases alta con el consiguiente arrastre de material particulado, y de todo tipo, fuera del horno.

- Una mayor ap0l1ación de aire no reduce la cantidad de CO generado. La reacción química antes expuesta se desplaza hacia la izquierda a alta temperatura. Por tanto en la hipótesis de que todos los demás parámetros de combustión sean conectas, la cantidad de CO comenzará a disminuir en la medida en que descienda la temperatura y ello tendrá lugar en la caldera.

### *16.3.4 Aire de combustión y turbulencia*

El suministro de aire de combustión se divide en dos sistemas: uno para aire primario y otro para aire secundario. La capacidad de suministro conjunta de los dos sistemas debe ser superior a las necesidades totales de aire de combustión, aire estequiométrico, en cualquier punto del diagrama de combustión.

Para garantizar una calidad de combustión satisfactoria en todas las condiciones de operación, el sistema de control debe permitir el ajuste de las capacidades de cada subsistema al objeto de obtener una relación optima entre los volúmenes de aire primario y secundario.

*Aire primario*

El aire primario se toma de la parte superior del edificio del foso de residuos, y contribuye a mantener en buenas condiciones el ambiente en la plataforma de maniobra de camiones. Un ventilador alimenta el aire a la parrilla de combustión a través de las diferentes secciones de la misma, siendo controlable el caudal a cada una de ellas.

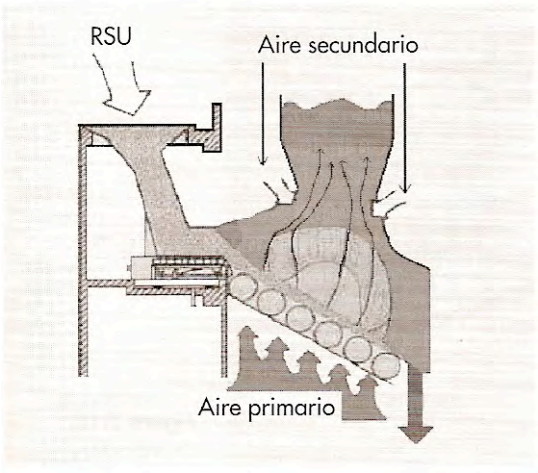



Figura 16.17 Entrada de aire primario y secundario en una incineradora de parrillas.

El flujo total de aire se controla mediante una válvula de clapeta a la entrada del ventilador y cada sección de la parrilla lleva también una clapeta de control.

*Aire secundario*

El aire secundario se toma del ambiente mediante un ventilador que lo aporta a alta velocidad en la parte superior del horno. El objeto de este aire

inyectado a alta velocidad es crear una zona de elevada turbulencia para promover la completa combustión de los compuestos combustibles remanentes en el gas. Generalmente el aire secundario no se calienta, excepto si se espera la llegada de residuos muy húmedos y de muy bajo PCI.

El aire primario se calienta mediante un precalentador de vapor en dos etapas, la primera de ellas calentada con el vapor que se obtiene de una extracción de baja presión de la turbina, tal que permita elevar la temperatura del aire hasta 140°C, lo que se considera suficiente para el correcto secado de los residuos cuando se trabaja con residuos de un contenido de humedad medio. La segunda etapa esta calentada en general con vapor del calderín de la caldera o bien con vapor de alta presión procedente de la turbina y se empleará solo cuando la planta reciba residuos muy húmedos.

Habiendo explicado ya las implicaciones químicas y dinámicas del aire de combustión, debe entenderse por aire de combustión la suma del aire primario y del secundario, conviene hacer una referencia a la noción de turbulencia que tan frecuentemente se habla cuando se hace mención a los hornos.

El calor reinante en el interior del horno, procedente de las llamas y las paredes y bóveda radiante, tiene por objeto acelerar la gasificación del combustible hasta lograr que la cantidad de volátiles y gases generados al entrar en contacto con el oxigeno, desprenda el calor de combustión que haga sostenible la incineración. Este calor se transmite por radiación.

Por otra pm1e, el aire primario entra a cierta velocidad, sobre todo en los hornos de parrillas ya que tiene una misión secundaria de remover los residuos. La temperatura de entrada es, por regla general de 150°C. En estas condiciones es evidente que transfiere una cierta cantidad de calor, que es el denominado calor de convección.

El calor total transferido al residuo sería la suma de ambos. Sin embargo el calor transferido por convección es casi despreciable en comparación con el de radiación. Para aumentar la tasa de transferencia de calor Qc por convección no hay más solución que aumentar la velocidad del fluido.

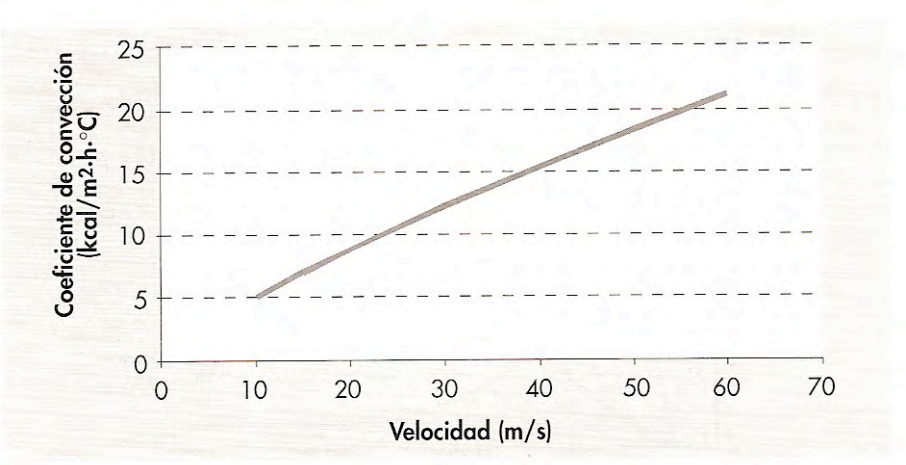



Figura 16.18 Aumento de la transferencia de calor por convección con la velocidad.

En la Figura se pone de manifiesto el incremento del coeficiente de convección «h» con la velocidad de derrame. La expresión de la transferencia de calor por convección Qc es del tipo:

$$Qc = S \cdot h \cdot \Delta t$$

Como sea que el área de contacto (S) y el gradiente de temperatura ($\Delta t$) son, en la práctica inamovibles, el único parámetro que se podría aumentar seria «h», coeficiente de transmisión de calor por convección que, a su vez depende de la velocidad. La Figura muestra el incremento de la tasa de transferencia de calor por convección en función de la velocidad.

Vale la pena observar en la figura que los valores de «h» para las velocidades normales de derrame de fluidos en el interior de los hornos, situados entre 0,5 y 3 *m/s,* ni aparecen en el gráfico, o sea que, a estas gamas de velocidades el coeficiente de transmisión de calor por convección es despreciable.

No hay que confundir el concepto de turbulencia por el de velocidad. En la particular terminología aplicada al funcionamiento y diseño de hornos de incineración la noción de turbulencia persigue conseguir una distribución homogénea de la velocidad en toda la sección del horno.

### *16.3.5 Incineración de residuos en masa*

Toda la problemática antes expuesta se debe a que la mayor parte de los residuos, en particular los RSU son tratados en masa, esto es son incinerados sin:

- Clasificación previa, con lo que las oscilaciones del PCI son muy importantes.

- Trituración previa, con lo que el tamaño de los componentes es notable y las condiciones de combustión empeoran notablemente.

Este sistema es sin duda el más extendido y empleado para la conversión energética de los combustibles alternativos o residuales. No obstante existen otros sistemas que también son empleados.

El sistema más convencional es la incineración sobre parrilla que

consiste en someter los residuos a una combustión de tipo adiabático en el seno de un lecho colocado sobre una parrilla.

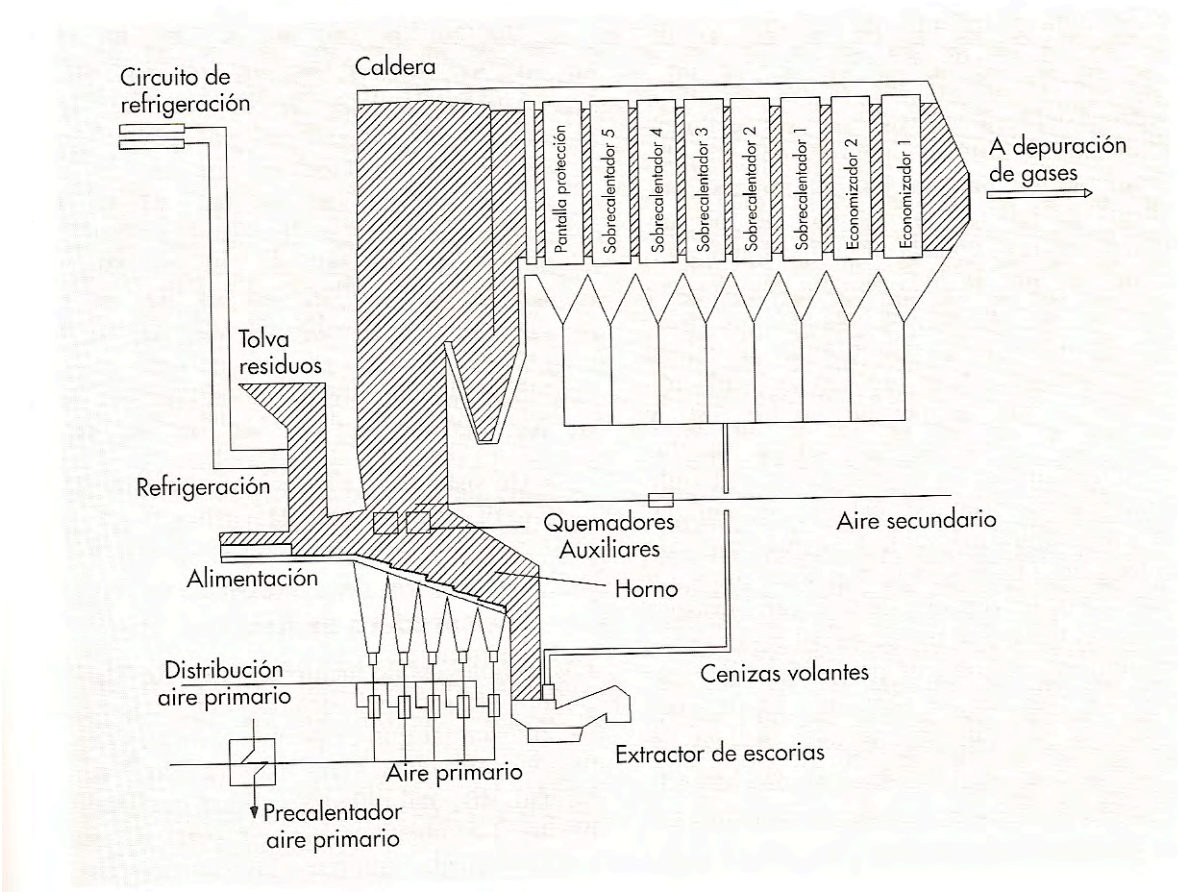



Figura 16.19 Incineradora para RSU en masa.

El conjunto constituye un horno y el resto de la instalación que lo acompaña, esquematizado en la Figura, es lo que recibe el nombre de incineradora y, básicamente, consta de:

- Una tolva provista de un sistema de alimentación que garantiza una entrada continua y lo más homogénea posible de los residuos. A partir de cierto tamaño, las plantas tienen un foso de gran tamaño que hace las veces de pulmón y homogeneizador de los residuos que ingresan.
- Un dispositivo de alimentación de los residuos al horno. Habitualmente

suele ser un empujador, cuya frecuencia de empuje y velocidad es variable.

o Una parrilla de barrotes o rodillos, horizontal o inclinada, de la cual, todos o una parte de los elementos constituyentes están animados de un movimiento que permite el desplazamiento del lecho desde arriba hacia abajo así como el removido de los residuos y su contacto con los gases. Dentro del horno, los residuos se desplazan sobre la parrilla, mientras tienen lugar los siguientes procesos:

- Temperatura entre 100 y 250 ec. Se produce el secado de los residuos debido a la acción del aire de combustión (calentado o no en función del contenido de humedad de los residuos. Por lo general el aire primario está precalentado).
- Temperaturas entre 250 y 600°C Empieza la combustión de los destilados volátiles por efecto de la radiación del calor procedente del refractario y de la masa de gases en combustión. Además de la combustión se desprenden diferentes tipos de gases procedentes de la descomposición térmica y carbonización de los residuos.
- Temperaturas entre 600 y 800°C. Combustión generalizada en toda la masa del combustible. Descomposición térmica de los carbonatos y craqueo de gases producidos con posterior combustión.
- Temperaturas entre 800 y 1.200 0C. Combustión de los productos de carbonización y formación de escorias. Finalmente la escoria se enfría parcialmente con el aire insuflado en la zona final de la parrilla.

Una cámara de postcombustión, donde se añade aire y los gases de combustión permanecen un tiempo de residencia que garantice su correcta destrucción. La cámara de postcombustión es necesaria, prácticamente, en todas las incineradoras de residuos peligrosos donde se queman residuos sólidos, porque la cámara de combustión primaria: horno, fijo o múltiple, no

proporciona suficiente tiempo de residencia ni temperatura para destruir los componentes orgánicos del residuo y conseguir la DRE requerida. Desde el punto de vista operativo, las bajas temperaturas en la cámara de combustión primaria (horno propiamente dicho), 700 a 815°C permiten un mejor funcionamiento que las altas, ya que están por debajo de las temperaturas de escorificación (fusión) de los componentes inorgánicos del residuo. Esto es así especialmente cuando se utilizan equipos idénticos a las incineradoras para la descontaminación de suelos. La función de la cámara de combustión primaria es volatilizar la fracción orgánica del residuo y la de la cámara secundaria es calentar los componentes orgánicos vaporizados hasta una temperatura donde se oxiden completamente. Este proceso de oxidación ocurre a una temperatura entre 980 y 1.200 0c. Ya que en la mayoría de las cámaras de postcombustión se utiliza combustible auxiliar como fuente de calor suplementaria, la temperatura más baja a la que se puede conseguir la DRE será la más económica. La mayoría de los organismos de control insisten en que el tiempo de retención del gas de combustión en la cámara de postcombustión sea, por lo menos, de dos segundos. La destrucción de los compuestos orgánicos en el gas de combustión no es función de un solo factor, sino de los tres.

Cuando la incineradora sólo quema líquidos, la configuración de la incineradora es algo diferente, no obstante las partes esenciales: horno, cámara de oxidación (inyección de aire secundario) y cámara de postcombustión deben permanecer.

- La cámara de postcombustión puede ser un recipiente horizontal o vertical revestido con productos refractarios, cuyos propios quemadores de líquido o gas (en el bien entendido que el combustible auxiliar no puede ser residual) tienen suficiente capacidad para calentar los gases de combustión de la cámara primaria hasta una temperatura final a la que puede alcanzarse la destrucción requerida de los hidrocarburos que todavía permanecen en la corriente gaseosa. Cuando se espera que la carga de partículas procedente de la cámara de combustión primaria va a

ser importante, son preferibles los diseños verticales frente a los horizontales, simplemente porque la acción de la gravedad producirá depósitos de partículas en el fondo de la cámara ocasionando problemas para su eliminación.

- Una caldera de recuperación donde los gases ceden su calor sensible y se produce vapor de agua. El vapor se expansiona en una turbina que se halla conectada a un alternador que genera energía eléctrica.
- Un sistema de tratamiento de gases. Con una instalación de recogida de las cenizas volantes.
- Un sistema de extracción y enfriamiento de las escorias de la parrilla.

### *16.3.6 Estudio de una planta incineradora de RSU*

Las tecnologías de incineración de Residuos Sólidos Urbanos han alcanzado una madurez tecnológica tal que es posible diseñar, construir y operar plantas con un alto grado de fiabilidad, disponibilidad y calidad medioambiental. Los objetivos que se esperan de una planta diseñada conforme a las técnicas actuales son los siguientes:

- Reducción del volumen de los residuos, que puede alcanzar hasta un 95 % si se reutilizan las escorias, valorización perfectamente posible tomando las debidas precauciones, en obras públicas y otras aplicaciones industriales.
- Protección del medio ambiente, debido a la fiabilidad y disponibilidad operativa que proporcionan las instalaciones de depuración de gases y la calidad de incineración de los hornos actuales apoyados por equipos de control electrónico de la combustión.
- Alta disponibilidad y fiabilidad definidas como baja incidencia de las averías en el tiempo total anual de operación y mantenimiento riguroso de

las condiciones de trabajo especificadas.

- Aprovechamiento de la energía química contenida en los residuos para la generación de electricidad. y/o energía térmica, creándose un subproducto económicamente interesante para la gestión de la planta incineradora y que tiene además algunas ventajas ambientales.
- Limitada ocupación de espacio.
- Pequeña demanda de utilización de vertederos, que sólo son estrictamente necesarios para depositar los residuos de la depuración de los gases de combustión: cenizas volantes (Véase en el capitulo de vitrificación las posibilidades de valorización de estos residuos secundarios).
- Recuperación de la chatarra metálica.

Actualmente las plantas de incineración reciben residuos municipales sin tratar y residuos asimilables a urbanos, como los que, eufemísticamente se denominan comerciales. (En Francia muchas incineradoras tratan simultáneamente RSU y fangos de EDAR).

En el futuro inmediato, debido a la entrada en vigor de la Directiva 1999/31/CE sobre vertido de residuos con la prohibición del ingreso de la materia orgánica (fermentable) a los vertederos, la actividad de las incineradoras se incrementará, como está pasando en los países de centroeuropa ya que el destino del material fermentable para producción de biogas o en la de compost, esta resultando muy costoso y, sobretodo incompatible con ciertos requerimientos ambientales.

Asimismo, por la Ley de Envases y Embalajes una parte de los plásticos y del papel será retirada de la corriente de RSU. Debido a la recogida selectiva y a las prácticas de reciclado y minimización cuya implantación se está promoviendo actualmente. Debido a esto solo se recibirá lo estrictamente combustible y no reciclable, con lo cual variará substancialmente el balance de

materia y energía de la planta, pero no el proceso de producción. Con todo la experiencia pone de manifiesto que la cantidad de residuos se incrementa (los datos oficiales indican que desde el 1.996 los RSU en Cataluña han aumentado un 30 %, hasta sobrepasar en 2002 los 1,6 kg/por habitante y día) y, pese a las plantas de selección el rechazo (fracción no aprovechable de las plantas de selección) la cantidad de residuos es cada día mayor.

En una línea semejante hay que hacer notar que un horno, y por extensión una incineradora, es una instalación que consume energía. Esto significa que si se ha diseñado para consumir 2t/h de un residuo de 1.800 Kcal/kg, la instalación genera 3.600.000 Kcal/h. Si debido a las restricciones legales la masa que ingresa se reduce, por la misma razón el PCI aumentará y de cara al funcionamiento de la incineradora el resultado será el mismo, incluso mejor en términos ambientales. (La incineradora funcionará exactamente igual con 1.636 kg/h de un residuo de PCI 2.200 Kcal/kg).

En esta línea es preciso hacer un comentario sobre la explotación de algunas incineradoras. Como se ha indicado, una planta genera energía, primero térmica y luego eléctrica. La instalación tiene dos fuentes de ingresos: el canon de residuos y la venta de electricidad. En estas circunstancias un aumento del PCI del RSU resulta un inconveniente económico puesto que no se produce más energía eléctrica, en cambio es preciso reducir la cantidad de RSU con lo que los ingresos por este concepto se reducen. Así se llega a la perversión técnica de que los más conveniente es eliminar parte de la fracción combustible o usar un RSU con más inertes, con lo que se vuelve a recuperar el nivel de ingresos en concepto de canon.

### *16.3.7 Balance de materia y energía típico de una incineradora*

En la Figura se muestran los rendimientos energéticos habituales de

una planta estándar.

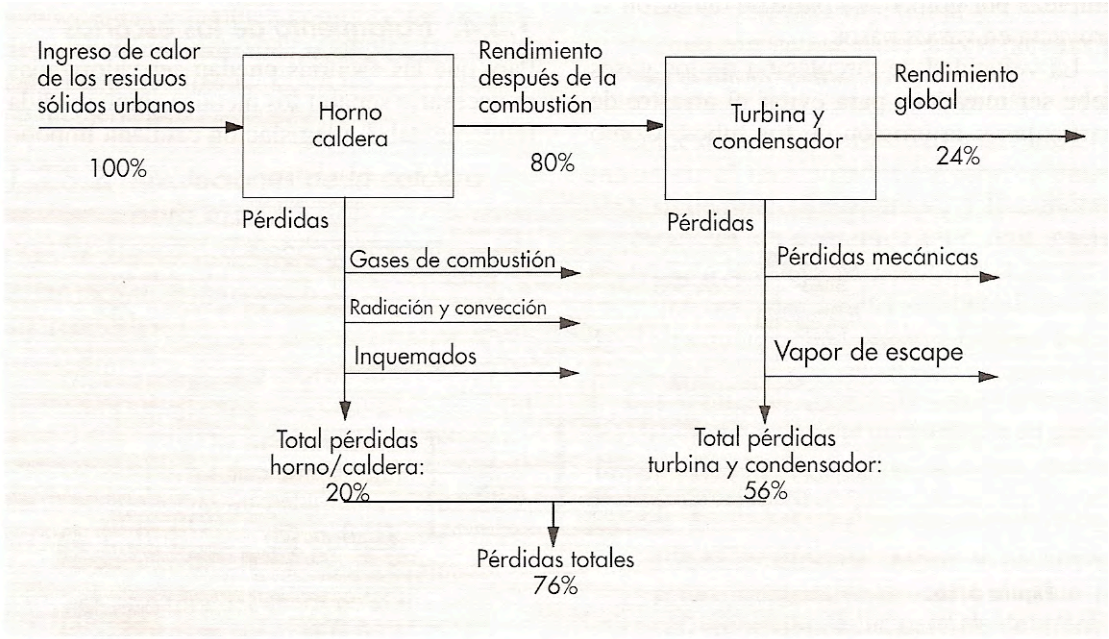



Figura 16.20 Rendimientos energéticos habituales en una incineradora.

Y la siguiente figura muestra el balance de masa de materias.

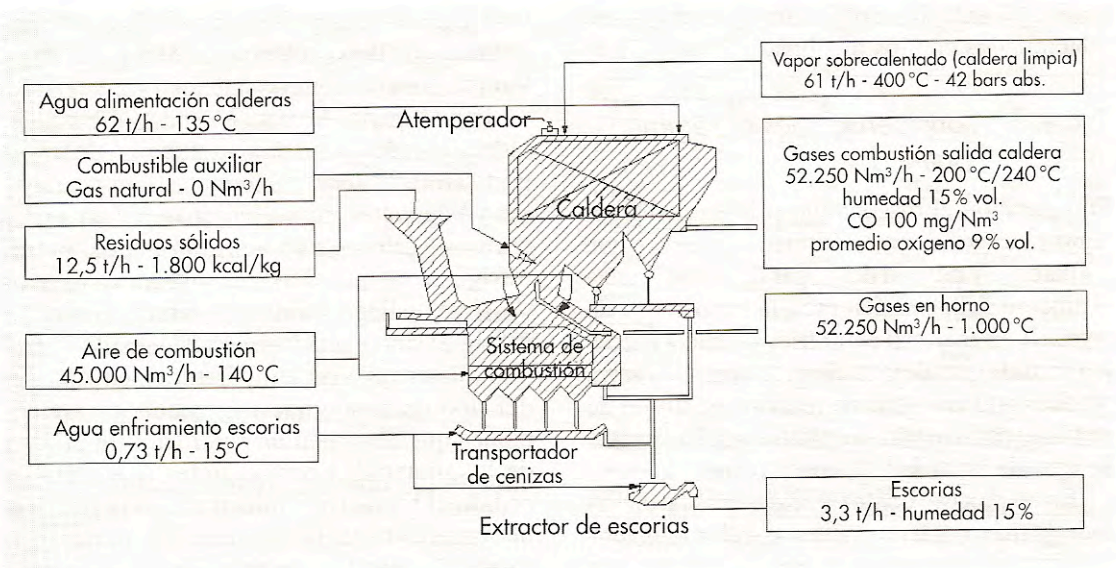



Figura 16.21 Balance de masa de una incineradora.

Para evitar que informaciones sesgadas puedan producir confusión es importante tener en cuenta lo siguiente:

| | Unidad | Planta estándar |
|---|---|---|
| Exceso de aire de combustión | % | 100 |
| Parámetros de vapor: | | |
| - Presión | bar abs. | 40 |
| - Temperatura | ºC | 400 |
| Temperatura de salida de los gases de combustión | ºC | 200 |
| Inquemados en cenizas y escorias | % | 3 |
| Pérdidas por radiación y convección en la caldera | % | 1 |
| Rendimientos de conversión termoeléctrica | % | 24 |

Tabla 16.1 Parámetros de funcionamiento de una incineradora

- El rendimiento térmico de un sistema de combustión no depende esencialmente del tipo de horno elegido, sino de los parámetros citados en la tabla, es decir, igual rendimiento pueden dar hornos de tipo rotativo, parrilla o lecho fluidizado. Desde ésta óptica el rendimiento debe definirse como la transformación de sólidos combustibles en gases (al margen del tipo de horno si parte de la materia orgánica sale en las escorias el rendimiento será menor).

- Al dar el rendimiento de un sistema horno-caldera es importante fijar el poder calorífico del residuo tratado, ya que al incrementar el PCI aumenta el rendimiento debido a que el volumen de gases de combustión es relativamente mayor para mayores PCI.

Por ejemplo, si se tratan residuos de PCI 2.700 kcal/kg, como es el caso de ciertos RSU a los que se les ha separado parte de la materia orgánica fermentable, en lugar de los 1.800 del ejemplo de la Figura 1.19, se deberá disminuir el caudal másico de entrada ya que la energía desarrollada en el interior del horno debe ser la misma y el rendimiento bruto puede alcanzar valores superiores. Este mayor rendimiento no puede atribuirse solo a la mayor

o menor bondad del horno considerando, ya que un cambio de combustible trae como consecuencia una alteración en la masa de gases generados y una mejor transferencia de calor.

Es muy importante al hablar de rendimientos considerar el autoconsumo eléctrico de la planta. Este dato si depende de la mayor o menor bondad del horno considerado, recordando que la energía facturada es siempre la neta: producción menos autoconsumo.

| **Capacidad de tratamiento.** | | |
|---|---|---|
| RSU (Residuo Sólido Urbano) | 36.000 | t/año |
| Biomasa | 4.000 | t/año |
| **TOTAL** | **40.000** | **t/año** |

| **Composición de la mezcla.** | |
|---|---|
| Materia orgánica seca | 51% |
| Agua | 39% |
| Cenizas | 10% |
| **TOTAL** | **100%** |

Datos de partida para los balances de una incineradora

| **FLUJOS DE MATERIA EN EL HORNO** | | |
|---|---|---|
| Producción horaria total | 5.000 | kg/h |
| Material combustible | 2.534 | kg/h |
| Inertes (escorias) | 475 | kg/h |
| Agua de humedad | 1.966 | kg/h |
| FLUJO DE GASES | | |
| Aire (primario + secundario) | 1.928 | kg/h |
| Gases de combustión | 6.048 | kg/h |
| Exceso de aire | 50% | |
| BALANCE DE MATERIA | | |
| **BALANCE en kg/h** | **Entrada** | **Salida** |
| Sólidos | 5.000 | 855 |
| Aire/Gases | 1.928 | 6.048 |
| **TOTAL** | **6.928** | **6.903** |

Tabla 16.2 Balance de masa en la incineradora

A partir de los datos anteriores, la Tabla refleja el balance de masa resultante de los flujos de materia dentro del horno-caldera. Se observa una ligera desviación en el cierre del balance que es debido a la ceniza volante arrastrada.

Para establecer el balance de energía hay que tomar nota de las particularidades que muestra la Tabla. En particular en lo concerniente a las temperaturas.

| **BALANCE DE ENERGÍA.** | | |
|---|---|---|
| Calor aportado por el combustible | 12.290 | kW |
| Temperatura media horno | 900 | ºC |
| Temperatura precalentamiento aire | 150 | ºC |
| Temperatura postcombustión | 1.100 | ºC |
| Calor aportado por el aire | 70 | kW |
| Calor aportado en postcombustión | 366 | kW |
| Parcial entrada | 12.726 | kW |
| Pérdidas de calor | 191 | kW |
| Pérdida calor sensible escorias | 143 | kW |
| TOTAL ENERGÍA ENTRANTE | 12.392 | kW |
| Rendimiento previsto de la caldera | 83% | |
| Energía disponible caldera | 10.285 | kW |
| Rendimiento previsto de la turbina | 24% | |
| Energía eléctrica disponible | 2.468 | kW (e) |
| **BALANCE en kW** | **Entrada** | **Salida** |
| Combustible | 12.290 | |
| Aire combustión | 70 | |
| Combustible postcombustión | 366 | |
| **TOTAL** | **12.726** | |
| Pérdidas calor | | 191 |
| Calor sensible escorias | | 143 |
| Energía eléctrica | | 2.468 |
| Gases calientes en chimenea | | 2.107 |
| Disipación en condensador | | 7.817 |
| **TOTAL** | | |
| **12.726** | | |

Tabla 16.3 Balance de energía en la incineradora

Aun que se trata de un balance resumido, pone de manifiesto que la mayor parte de la energía está contenida en el vapor condensante que sale de la turbina y se debe disipar en el condensador y buena parte es evacuada por la chimenea. En el caso del rendimiento de la turbina el valor se refiere al rendimiento mecánico, con lo que lógicamente el valor de la electricidad generada sería algo menor.

Así pues, los datos que sirven de punto de referencia serán:

• Rendimiento de conversión del combustible: 2.468/5.000 = 0,49 ke(e)/kg RSU

• Rendimiento eléctrico total = 2.468/12.726 = 19,9 %.

En resumen, la incineración consiste en un sistema de conversión energético con un rendimiento global del orden del 20 %. Obviamente todo ello depende fundamentalmente de:

- *Exceso de aire* (ó $O_2$), En el ejemplo propuesto sobre el balance de masa, un exceso de aire del 50 %, supone un 6 % de oxigeno. Esto es así porque los datos expuestos corresponden a un horno rotatorio. Si se tratase de un horno convencional de parrillas el exceso de aire debería ser casi del 100 %. El resultado práctico de ello es que la estación de depuración de gases deberá ser más grande y se gastará más combustible en la cámara de postcombustión.
- *Humedad en los RSU.* Es obvio que si el residuo contiene más humedad ello ira en detrimento de la fracción combustible y, por tanto de la energía generada. Además toda esta agua debe calentarse y evaporarse a costa de parte de la energía del combustible. En contrapartida, en la fase de recuperación, en la caldera sólo se recupera el calor sensible del vapor de agua pero no el latente que se emite a la atmósfera.

- *PCI de los RSU.* Cuanto menor sea, menor energía generada.

La discusión y el análisis de cada una de estas partidas ya se ha

realizado a lo largo de los capítulos precedentes. Mención aparte merecen las partidas más importantes del balance térmico como son:

-El calor sensible de los gases en la chimenea.

-La pérdida en la transformación eléctrica: condensación vapor (61 %)

La reducción de la primera supone una mayor disponibilidad de energía para la transformación en electricidad pero ello pasa por un mayor recalentamiento del vapor y una reducción de la temperatura de salida de gases (menos de 200°C) con los problemas de corrosión que ello puede comportar. La mejor opción desde el punto de vista de rendimiento consiste en elevar la temperatura del vapor, no obstante ello supone un coste de inversión mucho mayor en la caldera.

La tendencia actual en el tratamiento de los gases consiste en la depuración semiseca. Esto es, se inyecta lechada de cal sobre la corriente de gases. Estos al estar calientes evaporan el agua y se enfrían hasta una temperatura próxima a los 150°C, que es a la que se emiten a la atmósfera.

La segunda parte, la de mayor entidad desde el punto de vista energético, es consecuencia de los sistemas clásicos de transformación del vapor en electricidad en una turbina simple, cuyo diagrama de Sankey aparece en la figura.

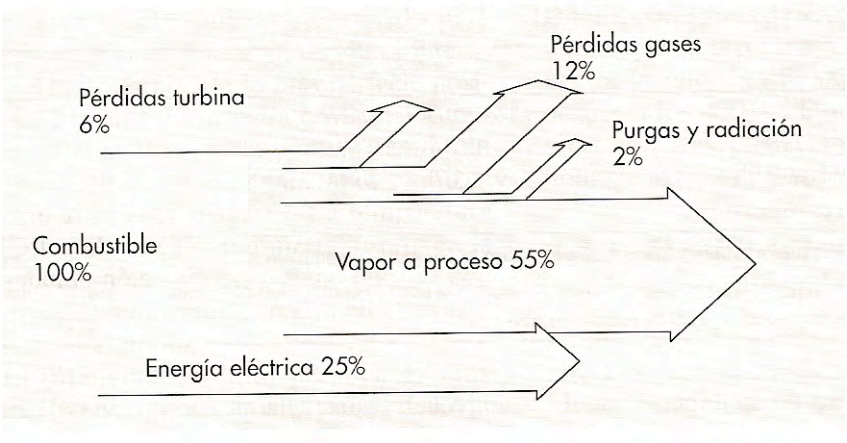



Figura 16.22 Diagrama de Sankey de un ciclo de Ranking.

### *16.3.8 El perfil de temperaturas en una incineradora*

La Figura reproduce la curva de temperatura de una instalación de incineración de los residuos en el momento de su introducción en el horno se encuentren de repente sometidos a la temperatura alta, de ahí que la curva arranque a baja temperatura y alcance fácilmente los 800°C. Naturalmente esta situación es muy favorable para las etapas de pirólisis, destilación y gasificación que tienen lugar en el horno.

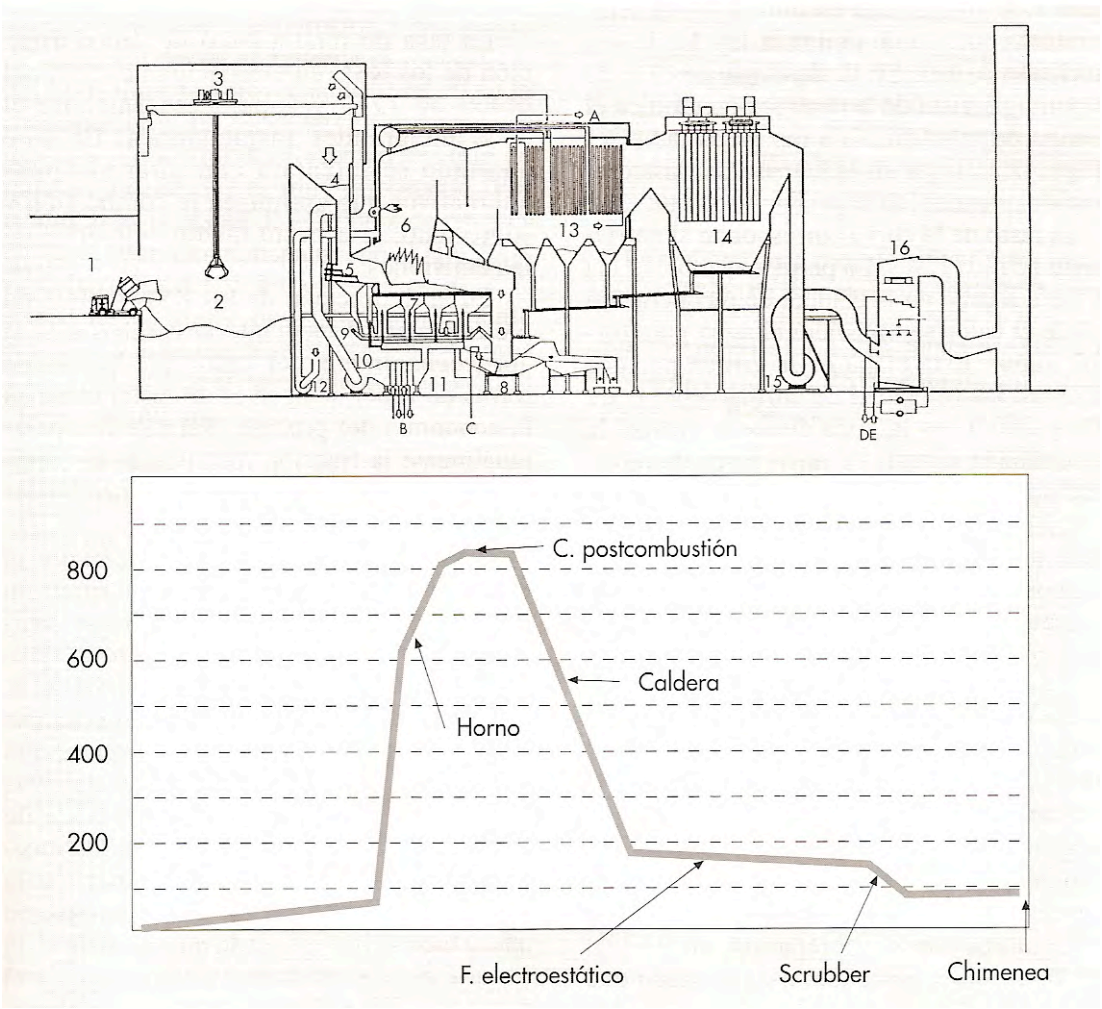



Figura 16.23 Perfil de temperaturas en una incineradora de RSU.

Los gases, en buena parte ya oxidados, pasan a la cámara de oxidación donde se aprecia un incremento de la temperatura. Ello es debido a la oxidación de algunos gases y vapores orgánicos generados en el horno pero todavía no oxidados. Como que en esta zona hay una aportación de aire secundario, la gran mayoría de los compuestos orgánicos residuales se oxidan liberando su energía de combustión.

Finalmente en la cámara de postcombustión se aprecia una estabilización de temperaturas que, como obliga la ley, ha de ser, en el caso de los RSU de dos segundos. Desde el punto de vista de la destrucción térmica el tiempo de residencia de los gases debe ser el que tiene lugar en la cámara de postcombustión.

El resto de la curva corresponde al enfriamiento de los gases. La parte más prolongada se lleva a cabo en la caldera de recuperación donde el calor se transfiere al agua para formar vapor. Esta etapa es la crítica por dos motivos. La velocidad de enfriamiento entre 500 y 250°C es la zona donde se realiza la denominada síntesis de novo o sea de reformación de una fracción de los organoclorados, por otra parte inevitable. El otro factor tiene que ver con la presencia de gases ácidos y la corrosión. Si la temperatura es tan baja y se llega al punto de rocío, se formarán ácidos que corroerán todas las partes metálicas.

Finalmente en la torre de neutralización, donde se adiciona lechada de cal, la corriente de gases, que se halla próxima a los 200°C, sufre un nuevo descenso de temperatura debido a la evaporación del agua que hace de soporte al hidróxido cálcico. Este fenómeno se usa para regular la temperatura y asegurar de que a la salida del reactor la temperatura nunca sobrepasará los 180°C que es el límite admisible para el tejido que habitualmente componen las mangas de los filtros de mangas.

### *16.3.9 Evolución en la eficacia de la incineración de los RSU*

Dejando de un lado la evolución de la caracterización de los RSU en las sociedades industrializadas en los últimos años, que ha ido aumentado en PCI de año en año, la eficacia de los sistemas de incineración desde el punto de vista estrictamente energético pivotan sobre tres factores:

- Los sistemas de alimentación de los RSU y su clasificación.
- Los sistemas de parrillas y revestimientos de los hornos.
- Las calderas.

La tasa de rendimiento de transformación de los RSU en electricidad es baja del orden de 17 % Y supera escasamente el 20 % en grandes instalaciones. En este apartado se intentará comentar sistemas alternativos que optimicen la combustión y sobre todo, el aspecto medio ambiental de las emisiones.

En la destrucción de los RSU (con o sin pretratamiento) mediante la combustión, el aprovechamiento del calor producido en forma de vapor de agua es un factor clave en la economía del proceso. Permite recuperar igualmente la fracción metálica de las cenizas, que, por otra parte, pueden tener aplicación en obras públicas.

Actualmente en nuestro país, según el Plan de Energías Renovables de 1989, un 45 % de los RSU se eliminan mediante vertidos controlados, mientras que un 30 % se vierten de forma incontrolada. Un 19 % se utiliza para compostaje y el 6 % restante se incinera. El porcentaje de incineración con recuperación de energía térmica es del 3 %, cifra muy baja comparada con el 26 % de Francia o el 28 % de Alemania. En los sucesivos Planes, la situación con respecto a la incineración no ha mejorado mucho puesto que si bien se han instalado nuevas plantas, la generación de residuos ha aumentado y el porcentaje del 6 % sigue prácticamente inamovible.

***Los sistemas de alimentación***

Tradicionalmente los hornos de incineración se alimentaban a partir de las bolsas de basura que los camiones recogían de las calles de las ciudades y pueblos. En la UE, desde la entrada en vigor de la Ley de Envases y Embalajes se ha realizado un gran esfuerzo para potenciar la recogida selectiva de los materiales que puedan ser reciclados, de manera que el llamado técnicamente rechazo es el que se destina a la incineración.

En los pueblos y ciudades donde hay implantada una recogida selectiva, los ciudadanos depositan en los contenedores situados en la calle los residuos en los diferentes contenedores habilitados para tal finalidad. Los contenedores son transportados a una planta de selección donde el material es reclasificado. Lo realmente aprovechable se recicla y lo contaminado o no procedente (impropio) se rechaza y constituye el «rechazo», que en muchas localidades es muy importante (Por ejemplo, en la planta de selección de envases de Gavá (Barcelona, España), en el año 2001 el rechazo fue del 18 %).

Desde el punto de vista estrictamente energético la recogida selectiva tiene sus pros y sus contras y en el caso de la incineración se puede resumir en:

- La recogida selectiva del vidrio y de los metales es muy positivo por lo que hace referencia a la incineración ya que estos dos elementos no aportan calor desde el punto de vista del PCI. En cambio el vidrio provoca problemas en el interior de muchos hornos.
- La recogida selectiva de los papeles y el plástico es netamente desfavorable para la incineración, puesto que reducen claramente su potencial energético.
- La recogida selectiva de la materia fermentable, habitualmente mal llamada orgánica (orgánico también es el papel o el plástico, pero estos no fermentan) afecta poco. La fracción fermentable si bien tiene un PCI alto (casi de 5.000 kcal/kg) tiene un contenido de agua de mas del 75 %, con lo que el resultado final es muy pobre. Si se asigna 600 kcal/kg al calor latente de vaporización del agua, el PCI útil sería de: 0,25 x 5.000 - 0,75 x 600 = 800 kcal/kg de material fermentable.

### *16.3.10 Previsiones sobre la incineración de RSU*

Las recientes Directivas europeas encaminadas a la regulación de las actividades relacionadas con la energía, su producción y el medio ambiente, como la Directiva sobre Energías Renovables *2001/77/EC,* hacen especial referencia al impacto de la energía sobre el medio ambiente y al cambio climático. Mas especialmente desde la aprobación del protocolo de Kyoto, lo que ha ayudado a reafirmar el carácter de energía renovable de los RSU y su necesidad de empleo para reducir la emisiones de $CO_2$. El preámbulo de esta directiva deja bien claro que la incineración de RSU (incluso en masa) será considerada como una acción de soporte a las energías alternativas siempre y cuando no transgreda el orden jerárquico en la gestión de los mismos. Es decir, cuado hay recogida selectiva (que en cie11amanera puede equipararse con la minimización) esta vía debe prevalecer sobre la valorización (Incineración) y dejar para lo último el vertido (tratamiento).

En la misma línea la UE ha legislado, Directiva relativa al vertido de residuos 1999/31/EC, para prohibir que los residuos que sean reciclables, (por ejemplo los neumáticos enteros, está prohibido verterlos desde 2003 y aunque sean troceado s a partir del 2006) o los orgánicos, en particular los fermentables, acaben en el vertedero.

De los tipos diversos de biomasa la forestal tiene una potencialidad reducida en España, la agrícola es muy importante pese a chocar con un problema de logística de recogida; la biomasa animal tiene un notable potencial que se halla potenciado por los aspectos ambientales y su necesidad de tratamiento térmico, la de los RSU concita mucha contestación social y, finalmente, la procedente de los cultivos energéticos es la de mayor futuro en nuestro país.

De acuerdo con el *Libro Blanco de la Energía,* España es el país de la UE que tiene una mayor potencialidad de generación de electricidad a partir de la biomasa y por ello se deben construir muchas plantas de generación.

El Libro Blanco de la Energía es el documento elaborado por la UE para establecer las directrices sobre el panorama energético de los diversos países que componen la UE.

Obviamente parte de la base que la UE es una región prácticamente exenta de fuentes de combustibles fósiles y si además hay que respetar los acuerdos de Kyoto y el incremento en los consumos de energía, el margen de maniobra no parece muy amplio. Así postula que en el 2010, el 12 % de la energía primaria (que equivale a un 20 % eléctrica) sea de origen renovable. Esto supone:

• Que el 8 % de la energía eléctrica en el 2010 sea de origen renovable (lo que equivale al 10 % del consumo eléctrico de la UE en 1995).

• El 50 % de esta energía primaria deberá proceder de la biomasa. O sea, la biomasa deberá generar los 230 Tw·h(e) en el 2010.

• España es el país de la UE con mayores recursos de biomasa.

• Deben respetarse los acuerdos de Kyoto, lo que supone para España una mayor implicación en las energías renovables.

La aplicación de estos postulados a España debería marcar las directrices del Gobierno español para elaborar su política energética en materia de energías renovables.

### *16.3.11 Aspectos legales y criterios*

Después de la energía nuclear, la incineración es la actividad industrial mas regulada. Esto tiene una doble lectura. Por una parte es bueno y deseable que la actividad, la incineración, se halle sometida a una legislación restrictiva por lo que hace referencia a la posible emisión de contaminantes a la atmósfera una incorrecta incineración hace las veces de dispersante de los contaminantes a la atmósfera, pero ello no debería ser óbice para practicar un agravio comparativo de la incineración, y por extensión a todos los otros sistemas térmicos de conversión energética de los residuos, con las demás actividades industriales. Un ejemplo servirá para concretar esta queja. A primeros del siglo 21 Alemania llevó a cabo un segundo inventario nacional de emisión de dioxinas y furanos. El resultado es que la parte correspondiente a las incineradoras de residuos suponen el 3 % del total mientras que la industria metalúrgica supera el 50 % del total de emisiones de organoclorados. La pregunta es obvia ¿Por qué no se aplica a otras actividades la misma legislación que a la incineración?

### *16.3.12 El marco legal de la incineración*

Por lo argumentado en el preámbulo anterior es fácil imaginar que el neófito puede perderse en el marasmo de leyes y disposiciones relativas a la práctica de la incineración. La Directiva marco mas reciente e importante es la 2000/76/EC relativa a la incineración de residuos, ya traspuesta en el ordenamiento jurídico español como Real Decreto 653/203. Sin embargo, la lista es larga.

La entrada en vigor del citado Real Decreto supuso la derogación del Real Decreto 1088/1992 de 11 de septiembre, Real Decreto 1217/1997 de 18 de julio sobre residuos peligrosos y la modificación del Real Decreto 1088/1992

relativo a las instalaciones de incineración de RSU.

El ámbito de aplicación del Real Decreto 653/2003 hace referencia a la incineración y coincineración de residuos, con excepción de las siguientes actividades:

• Residuos vegetales de origen agrícola y forestal.

• Residuos vegetales procedentes de la industria de elaboración de alimentos, si se recupera el calor generado.

• Residuos vegetales fibrosos obtenidos de la producción de pasta de papel virgen y de la producción de papel a partir de pasta de papel, si se coincineran en el lugar de la producción y se recupera el calor generado.

• Residuos de madera, con excepción de los que puedan contener organohalogenados o metales pesados como consecuencia del tratamiento con substancias protectoras de la madera o de revestimiento, entre los que se incluyen, en particular, los materiales de este tipo procedentes de residuos de construcción y demolición.

• Residuos de corcho.

• Residuos radioactivos.

• Cadáveres enteros de animales y partes de ellos que, a su vez, tengan la consideración de subproductos animales no transformados, de conformidad con lo establecido en el Reglamento (CE) nº 1774/2002 del

Parlamento Europeo.

• Residuos resultantes de la exploración y explotación de petróleo y gas en plataformas marinas incinerados a bordo.

Para terminar, en algunos países de la UE como España o el Reino Unido, la autorización legal para la puesta en marcha de una planta de incineración va ligada a una previa consulta popular y exposición pública, lo que se presta, en muchos casos, al juego de intereses de grupos de presión y la demagogia.

***La incineración de residuos sólidos***

Cuando los residuos sólidos se van a incinerar, la combustión puede producirse en suspensión, en una parrilla o en un lecho fijo. A lo largo de los años se han empleado distintos tipos de diseños de incineradoras para quemar residuos sólidos. Los sistemas en suspensión exigen un tamaño de alimentación relativamente uniforme. Por ejemplo, los quemadores de aserrín suspendido en una corriente de aire a alta velocidad incineran perfectamente este residuo. La incineradora de lecho fluidizado consiste en un lecho de arena o alúmina fluidizado con aire, dentro del cual se inyecta el residuo mientras el lecho se encuentra en suspensión. Los sistemas tipo parrilla son adecuados para residuos grandes e irregulares que pueden mantenerse en una parrilla móvil o estacionaria, que permiten que el aire de combustión atraviese la parrilla hasta el residuo. La mayoría de las incineradoras municipales de residuos sólidos son de este tipo.

La incineración de residuos peligrosos se realiza en todos los tipos de incineradoras, pero principalmente en los sistemas en suspensión y hornos rotatorios. En Estados Unidos, los incineradores de horno rotativo representan

el 75 por 100 o más de las incineradoras de residuos peligrosos que manejan residuos líquidos y sólidos. La incineradora de horno fijo de dos cámaras representa en torno al 15 por 100, y las incineradoras de horno múltiple y lecho fluidizado combinadas representan ella por 100 restante. Todos estos sistemas pueden quemar también residuos líquidos peligrosos.

### *16.3.13 La coincineración.*

La coincineración se define como la destrucción térmica de un residuo junto a un combustible convencional en un hogar o un horno. De hecho es una práctica que se viene realizando desde antiguo. La temperatura que consigue en el horno el combustible convencional sirve para volatilizar el combustible residual. La caracterización del residuo y el tipo de horno son factores cruciales para asegurar una calidad de la destrucción térmica.

En cualquier caso la normativa vigente permite tan sólo que el combustible residual aporte un 40 % de la potencia térmica total. A partir de este porcentaje la instalación se consideraría una incineradora. Esta técnica se usa profusamente para la quema de disolvente s y aceites en las calderas de vapor. Otro ejemplo seria la combustión de neumáticos en los hornos de clínquer.

Por lo que hace referencia a los aspectos legales de índole ambiental, el Real Decreto

653/2003 sobre incineración de residuos, explica extensamente las particularidades que deben tener las instalaciones para llevar a cabo la coincineración. Como ya se ha dicho en otros apartados este Real Decreto es poco riguroso y contienen claras contradicciones en lo que hace referencia a la estricta aplicación de la normativa. Por ejemplo el artículo 8, sección 2 dice textualmente: «Las instalaciones de coincineración se diseñarán, equiparán,

construirán y explotarán de modo tal que la temperatura de los gases resultantes de la coincineración sea la requerida por el proceso principal de la instalación y, en todo caso, superior a 850°C, durante al menos dos segundos... »

La figura de la coincineración para el tratamiento de residuos se crea para regularizar el uso de combustibles residuales en hornos de proceso. No es normal construir plantas de coincineración como postula el Real Decreto. Las plantas de proceso ya existen y hay que buscar la manera que la cocombustión con residuos sea compatible con el medio ambiente. Así, como ya se ha demostrado en el anterior capítulo, el hecho de mantener los gases a 850°C durante 2 segundos no es garantía de destrucción térmica, el Real Decreto no habla en este caso de las cámaras de postcombustión (Las cámaras de postcombustión son un añadido a la instalación de incineración que, obviamente encarecen la inversión. Así la picaresca podría favorecer la coincineración de residuos peligrosos en instalaciones de proceso, mientras se obligaría a instalar cámaras de postcombustión para la incineración de residuos no peligrosos). En cualquier caso es una buena iniciativa que en un Real Decreto se contemple la figura de la coincineración.

***Procesos industriales de incineración aptos para la destrucción térmica***

Por diversos motivos las instalaciones industriales mas usadas para la práctica de la coincineración son:

• Los hornos de clínquer (usando residuo como materia prima, como combustible y como aditivo al clínquer).

• Los de vidrio (pero usando residuo como materia prima).

• Los de agregados ligeros (usando residuo como materia prima y residuo como combustible).

• Los de cal (usando residuo como materia prima y residuo como combustible).

• Los de ladrillería (usando residuo como materia prima y residuo como combustible).

En principio el combustible residual ideal es un líquido, sin agua ni metales y de alto poder calorífico. Los residuos sólidos encuentran serias limitaciones, por no decir incompatibilidades, en los hornos de balsa o de vidrio. Es decir en aquellas instalaciones donde no se asegure un contacto real y fácil entre el sólido y el aire. Por lo general, son inadecuados los residuos que contienen los siguientes contaminantes:

• Cianuros orgánicos.

• PCB's.

• Insecticidas y pesticidas.

• Materiales radiactivos.

### *16.3.14 Parámetros a evaluar en la incineración de residuos*

La incineración de residuos industriales es una tecnología compleja como se deriva de la multitud de composiciones que intervienen en los residuos. En una primera etapa los principales parámetros que deberán ser evaluados antes de proceder a la incineración son:

- Análisis elemental: C, H, O, S, N, humedad y cenizas.

- Poder calorífico.

- Compuestos orgánicos mayoritarios: aromáticos, fenoles, PCB 's,..

- Metales pesados: Zn, Pb, Cd, Hg, Co, Cu, Cr, Ni, Mo, V,..

- Halógenos: Cl, F, Br, I.

- Punto de autoinflamación y ebullición a presión atmosférica.

- Estado físico del residuo: presentación, densidad, tamaño,...

- Toxicidad, corrosividad, o alguna otra característica especial.

Una vez evaluados los principales parámetros del residuo y tras haber comprobado que su curva de destrucción térmica (t-T) se halla por debajo de la curva característica del horno, el residuo se introduce en un horno multipropósito como el rotativo representado en la Figura.

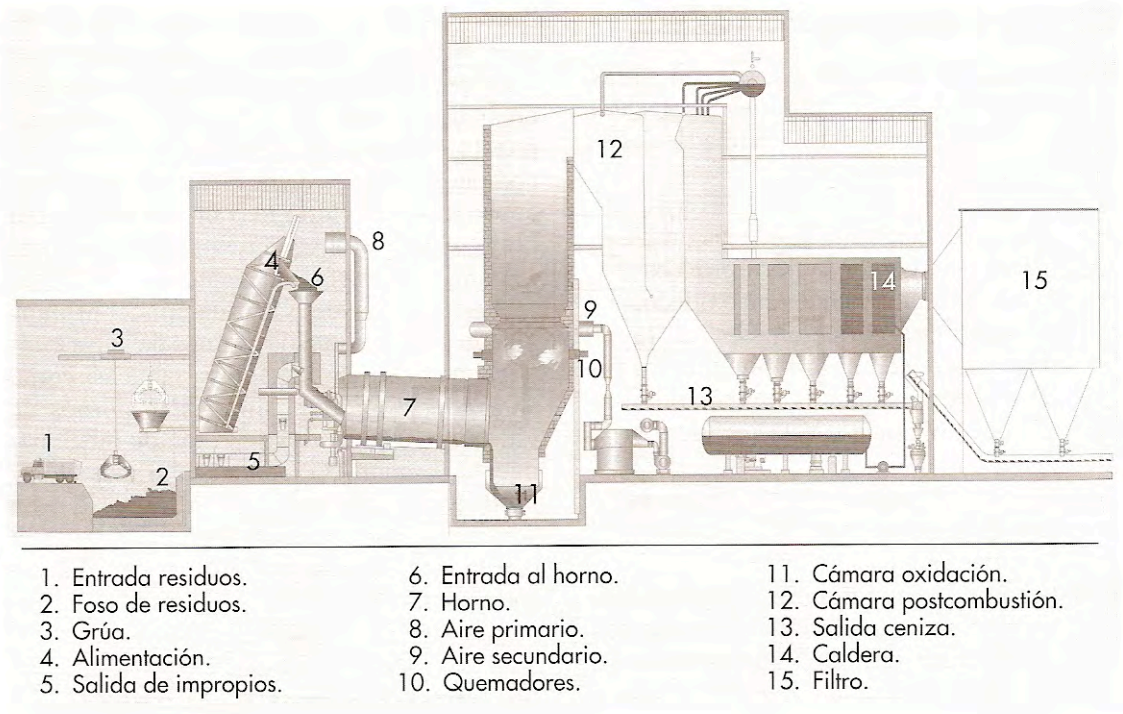



Figura 16.24 Incineradora de residuos industriales.

A la salida del horno los gases atraviesan la caldera y entran en la zona de depuración y lavado antes de ser emitidos a la atmósfera.

### *Los productos de la incineración de residuos*

Los productos resultantes de la incineración son gaseosos y sólidos. Tanto unos como otros son residuos aunque de diferente toxicidad. La incineración es un sistema para reducir el volumen de los residuos entrantes. Por tanto en un primer balance de materiales la masa entrante de residuos (100) se reduce, a la salida, hasta un 22-25 % (en el caso de los RSU. Para los residuos industriales es imposible aventurar una cifra ya que hay infinitas variedades) constituido por las cenizas volantes y las escorias, ambos sólidos. Sin embargo los gases son en definitiva residuos y, en el caso de la incineración, juegan un papel de primer orden.

En el caso de la incineración de los RSU, la combustión se efectúa con un exceso de aire importante, necesario para lograr una combustión completa. Por tanto genera un caudal de gases muy elevado. Aproximadamente de 6.400 $Nm^3$ por tonelada de RSU con PCI de 2.500 kcal/kg, la relación indicada equivale, aproximadamente, a 5,52 kg de aire por kg de RSU. Si bien una parte importante de esta masa de aire es precisa para la combustión, el aire sobrante se contaminará y será preciso depurarlo.

Los gases de la combustión se caracterizan por tener:

• Una cantidad limitada de monóxido de carbono (CO).

• Cantidades importantes de NOx generados por la presencia de nitrógeno en el combustible y algo de NOx de origen térmico debido a las altas temperaturas que se producen en el proceso.

• Presencia de una fracción importante de contaminantes propios de los RSU, tales como: $S0_2$, HCl, partículas y metales pesados.

• Presencia de otros contaminantes orgánicos entre los que cabe destacar las dioxinas y los furanos. La incineración de residuos domésticos y residuos peligrosos ha sido considerada durante mucho tiempo una de las causas principales de emisión de dioxinas al medio ambiente y la causa principal de las dioxinas en suspensión en el aire. Sin embargo, actualmente se pueden reducir drásticamente estas emisiones a base de inyectar una corriente de carbón activo a la masa de gases antes de su ingreso en el filtro de mangas. Como ejemplo, en Hamburgo (Alemania) las medidas sanitarias que se han tomado en la nueva planta incineradora de residuos sólidos municipales y la sustitución de otra, así como la reestructuración de una planta de residuos peligrosos, permitieron reducir las emisiones de organoclorados en un 97,3 %.

Todos estos contaminantes requieren de m sofisticado sistema de

lavado de gases antes de que éstos puedan ser emitidos a la atmósfera. Los residuos sólidos secundarios son de dos tipos:

• Las cenizas volantes que contienen la mayor parte de los metales contenidos en los gases y partículas en suspensión. Ello les confiere un carácter de residuo peligroso en la mayoría de las reglamentaciones internacionales.

• Las escorias que, en función de la calidad de las parrillas, u otro tipo de sistema de combustión empleado contienen mayor o menor cantidad de inquemados. Además también contienen la fracción grosera de todos los materiales inertes introducidos con los residuos (metales, cerámicas, vidrio, etc.). La tendencia actual conduce a incluir las escorias en el grupo de residuos peligrosos.

Frente a las ventajas que supone una reducción de residuos tan elevada y el hecho de que los RSU no precisan de ningún tipo de preparación especial para su tratamiento (la parrilla permite incinerar prácticamente todo lo que llega), existen unas claras limitaciones que se deben mencionar:

• Las primeras son, lógicamente de carácter ambiental. Es preciso dotar a la instalación de completos sistemas de tratamiento de gases y decidir aplicar a las escorias cenizas volantes un tratamiento eficaz que garantice su ine11ización.

• Las otras limitaciones son de índole técnica. La única vía de rentabilidad económica de una incineradora es la venta de electricidad y ello exige cada día rendimientos más elevados. Los hornos de parrilla son críticos en el mantenimiento del espesor del lecho, puesto que el calor generado ha de ser compatible con la carga calorífica máxima admisible por la parrilla.

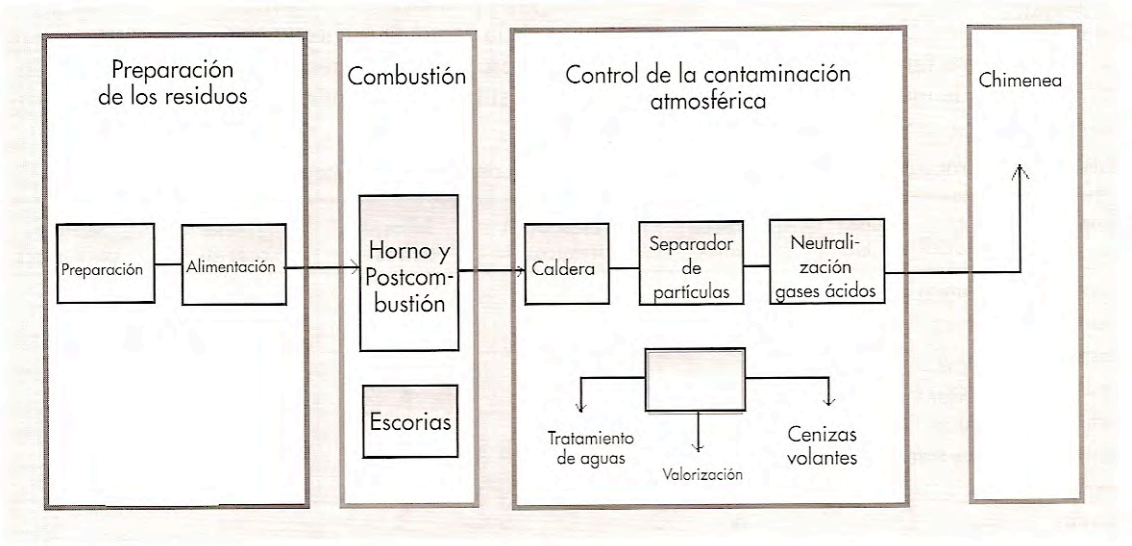



Figura 16.25 Diagrama de bloques de una incineradora.

La Figura simboliza el diagrama de bloques de una incineradora de RSU, en el que se separan los residuos secundarios en función de su origen.

# 17.- PLAN DE CONTENERIZACIÓN

## *17.1.- INTRODUCCIÓN*

### *17.1.1 Marco.*

El presente informe se inscribe dentro del marco del denominado Plan Canarias de Contenerización realizado por Ecoembes en colaboración con el Departamento de Geografía de la Universidad de La Laguna y la empresa Cartográfica de Canarias S.A. Para su elaboración y mejor consecución de los objetivos planteados inicialmente, ha sido indispensable la participación de los Ayuntamientos de La Guancha y de San Juan de La Rambla y del Cabildo de Tenerife, que en todo momento han prestado su colaboración con este proyecto de forma desinteresada, poniendo a nuestra disposición toda la información y los medios necesarios. Los resultados aquí presentados no tienen carácter vinculante y su único propósito es ofrecer una herramienta útil que sirva de ayuda a la gestión municipal de los residuos.

### *17.1.2 Objetivo.*

El objetivo principal es plantear una serie de medidas encaminadas a la mejora de la recogida selectiva de los Municipios de La Guancha y San Juan de La Rambla desde el punto de vista técnico. Más concretamente, se trata de dimensionar de manera adecuada la dotación de contenedores de reciclaje de cada una de las fracciones (envases ligeros, vidrio y papel-cartón) de acuerdo a unos criterios estandarizados, así como de identificar algunas de las deficiencias del servicio, si las hubiera, planteando las pertinentes soluciones.

### *17.1.3 Situación de partida.*

Un somero análisis de la situación de la recogida selectiva en el Archipiélago pone de relieve en primera instancia la escasez del volumen anual recogido. No obstante, la situación de partida de uno u otro municipio varía, pudiéndose diferenciar tres hipótesis teóricas iniciales en el escenario actual:

- Por una parte, que en el ámbito de estudio se presente un déficit o ausencia de contenedores de reciclaje, de manera que no se esté dando un adecuado servicio a la población. Esta situación puede deberse a la excesiva distancia de los contendores con respecto a las viviendas, o bien por una insuficiente dotación de contenedores por habitante; en este último supuesto, además de dificultarse la optimización del volumen reciclado, se generan problemas adicionales, tales como suciedad, malos olores o una mala imagen del entorno

- Por el contrario, puede registrarse una sobre dotación de contendores de ciertas fracciones, lo que provoca un aumento excesivo en los costes del servicio y no revierte necesariamente en un aumento del volumen recogido.

- En tercer lugar, puede ocurrir que el número inicial de contendedores se distribuya de tal manera que se esté cubriendo estas demandas, con lo cual estaríamos en el óptimo deseado.

### *17.1.4 Soluciones.*

Con el empeño de dar solución a las incertidumbres iniciales planteadas surge el Plan Canarias de Contenerización. Las acciones desde aquí propuestas tienen por objeto contribuir al diseño de un óptimo servicio de recogida selectiva, acorde con las características particulares de La Guancha y

de San Juan de La Rambla. En este sentido, como premisa inicial la localización y ubicación de los contenedores dará preferencia a las denominadas “islas ecológicas” o áreas de aportación, con presencia de las tres fracciones, en espacios de buena accesibilidad, para vehículos y peatones, tanto para los ciudadanos como para los servicios de recogida. Y finalmente, que las propuestas de localización de los contenedores se intenten ajustar, en lo posible, a la realidad territorial, sabiendo de antemano que la configuración espacial insular y local es muy compleja. No obstante, el presente informe no deja de ser un modelo teórico que, para su adecuado funcionamiento, puede requerir de algunos ajustes.

### *17.2.- METODOLOGÍA.*

La metodología ha sido elaborada por el equipo de trabajo, consensuada y comprobada su eficacia ante los diferentes casos que ofrece la realidad. El esquema de trabajo puede resumirse en una serie de etapas tal y como muestra el siguiente esquema:

*Figura 17.1 Sucesión de etapas en la realización del trabajo*

### *17.2.1 Información previa.*

El punto de partida del trabajo lo constituye la recopilación de la información requerida para el análisis posterior.

| | |
|---|---|
| Divisiones administrativas | ▪ Límites municipales<br>▪ Distritos<br>▪ Secciones<br>▪ Núcleos de población |
| Base cartográfica | ▪ Construcciones<br>▪ Línea de costa |
| Callejeros | ▪ Tramos de vía<br>▪ Números de portal |
| Ortofoto del vuelo 2005 a escala 1:5.000 | |

*Tabla 17.1 Listado de datos aportados por GRAFCAN*

| | |
|---|---|
| Inventario de contenedores | ▪ Envases<br>▪ Papel-cartón<br>▪ Vidrio<br>▪ R.S.U. |
| Caracterización del servicio de recogida | ▪ Empresa encargada<br>▪ Frecuencia de la recogida<br>▪ Horario de la recogida |
| Ordenanzas municipales de la materia | |
| Otra información relativa a la recogida selectiva | |

*Tabla 17.2 Listado de datos por mancomunidad o municipio correspondiente y Cabildo de Tenerife*

### *17.2.2 Trabajo de campo.*

Buena parte del trabajo se fundamenta en la recogida de datos en campo. Si bien algunos municipios ya cuentan con inventarios de los contenedores, no todas las situaciones son similares, detectándose carencias o falta de actualización en estos inventarios o inexistencia de los mismos. Es por ello, por lo que se ha hecho una exhaustiva toma de datos en campo de los siguientes aspectos1:

- Localización de los puntos de recogida (ubicaciones con contenedores de envases ligeros, vidrio y/o papel-cartón).
- Inventario de contenedores:
    - Número de contenedores para la recogida de envases ligeros.
    - Número de contenedores para la recogida del papel-cartón.
    - Número de contenedores para la recogida de vidrio.

- Tipología del contenedor.
- Estado de los contenedores (existencia de contenedores en mal estado)
- Estado y limpieza del entorno (presencia de bolsas, restos de poda, voluminosos y otros residuos fuera de los contenedores).
- Espacio del punto de recogida (número de contenedores máximo que pueden tener cabida en el punto).
- Idoneidad del punto de recogida en función de parámetros como:
    - Peligrosidad.
    - Valoración del patrimonio arquitectónico del entorno.
    - Imposibilidad técnica de la recogida.
    - Accesibilidad para peatones.
    - Accesibilidad para vehículos.
    - Visibilidad.
- Localización de ubicaciones idóneas (puntos adecuados para la colocación de nuevos contenedores).

Para facilitar la recogida de datos en campo y su adecuada organización de cara a la posterior explotación en el análisis S.I.G, se diseñó una barra de herramientas específica inserta en la aplicación ArcGis 9.1.

### *17.2.3 Análisis SIG*

Los objetivos específicos que se persiguen para La Guancha y San Juan de La Rambla con este conjunto de tareas son:

- Asegurar una dotación adecuada de contenedores para cubrir las necesidades detectadas, de acuerdo a las características particulares que presentan.

- Crear las denominadas “islas ecológicas” o áreas de aportación, en las que los ciudadanos dispondrían de contenedores de las tres fracciones.

- Intentar conseguir que la mayor parte de las concentraciones demográficas relevantes cuenten con un área de aportación en sus proximidades.

Los sistemas de información geográfica (SIG o GIS) ofrecen excelentes herramientas para la sistematización, explotación y presentación de la información territorial, por lo que han sido elegidos como motor del análisis. Concretamente, se ha empleado el software ArcGis 9.1.

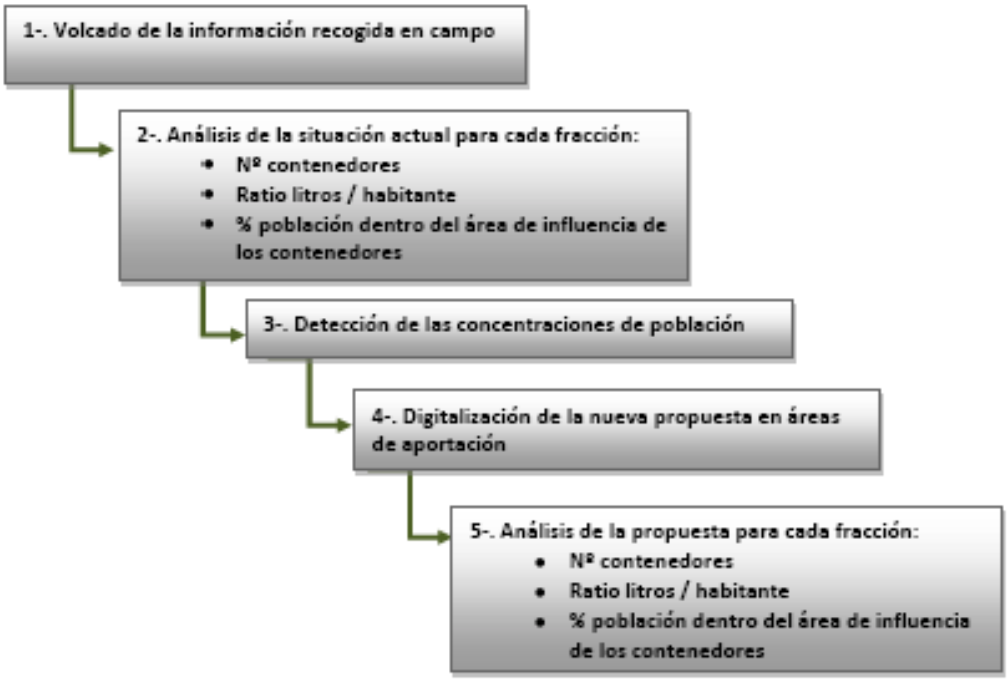



*Figura 17.2 Sucesión de etapas del análisis SIG*

### *17.3.- SITUACIÓN DE RECOGIDA SELECTIVA EN LA MATANZA DE ACENTEJO*

A continuación se presentan algunas de las características más notables del municipio, fundamentales a la hora de abordar el estudio. En el análisis SIG ha sido necesaria el tratamiento individualizado de cada uno de los núcleos de población que componen el municipio, si bien los resultados se presentan de forma conjunta.

MUNICIPIO DE LA MATANZA DE ACENTEJO

| | |
|---|---|
| Población: | 7.972 habitantes |
| Superficie: | 13'89 Km$^2$ |

### *17.3.1 Análisis de la situación actual*

En el momento de la realización del inventario La Matanza de Acentejo presentaba contenedores de todas las fracciones (envases ligeros, papel-cartón, vidrio y RSU) en la cantidad y tipología que se indica en las siguientes tablas.

| FRACCIÓN RESTO (RSU) | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 51 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 312 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 0 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 22 |
| Litros/habitante: | | 32'84 |

| FRACCIÓN ENVASES LIGEROS | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 16 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 498 |
| Litros/habitante: | | 6 |

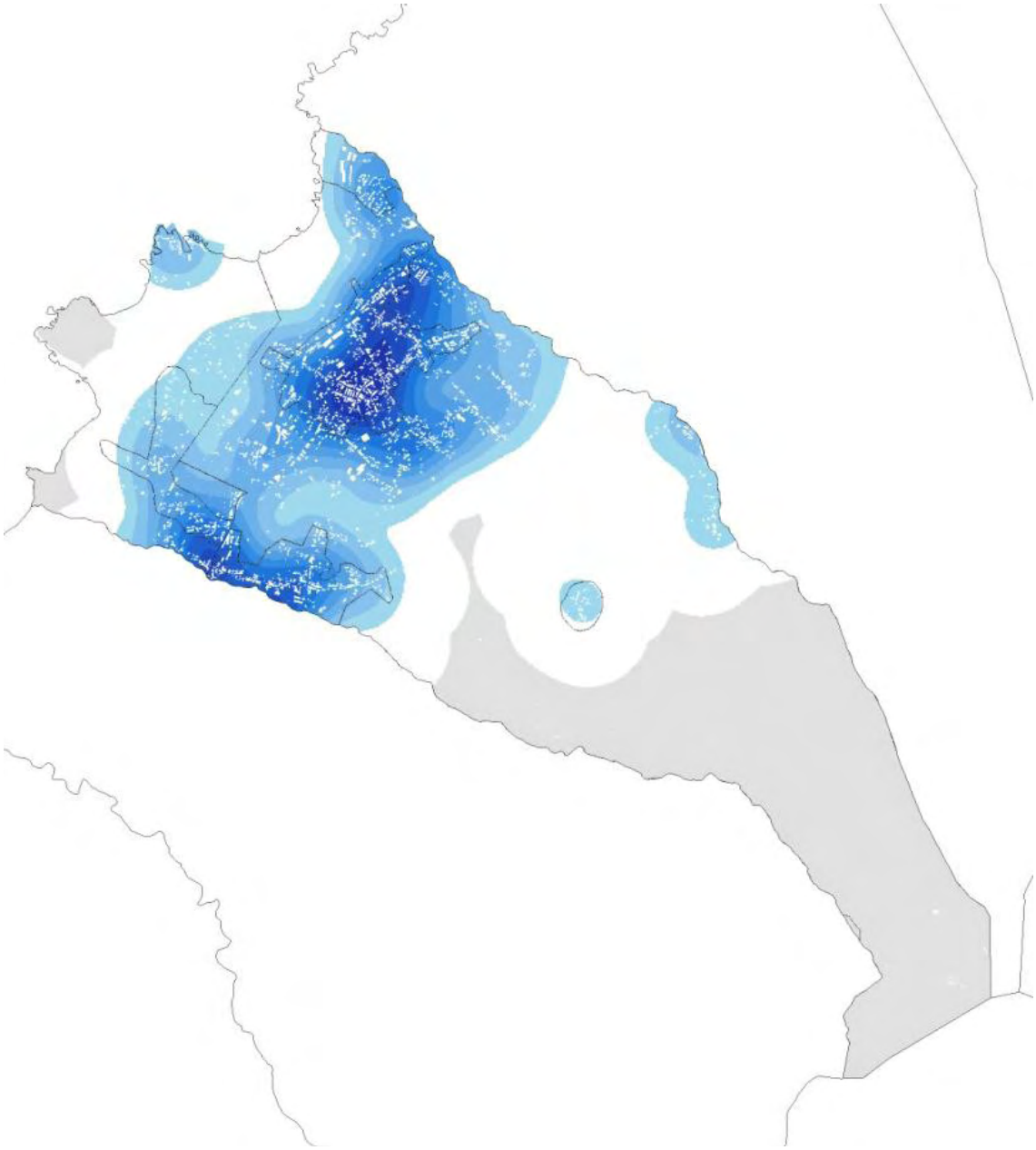
| FRACCIÓN VIDRIO | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 14 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 569 |
| Litros/habitante: | | 5'3 |

| FRACCIÓN PAPEL-CARTÓN | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 20 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 399 |
| Litros/habitante: | | 7'5 |

### *17.3.2 Análisis SIG*

Una vez llevadas a cabo las tareas de preparación de la información y del cálculo de indicadores de la situación actual, así como de la obtención del número óptimo de contenedores a ubicar en el municipio, se procedió al estudió de la distribución de la población, uno de los factores clave a la hora de determinar la ubicación definitiva de las áreas de aportación.

Los datos demográficos en los que se basa el estudio son los contenidos en el Nomenclátor de de población (Fuente: INE, Instituto Nacional de Estadística) con fecha de enero de 2006. Los habitantes han sido asignados a la capa de portales, de modo que es posible obtener una imagen de la distribución de la población muy ajustada a la realidad. A partir de aquí, y con el objeto de localizar las concentraciones demográficas más importantes y a través de herramientas de análisis espacial, se ha realizado un plano de densidad de población.



*Localización de las principales concentraciones demográficas del municipio de La Matanza de Acentejo.*

A la vista de la imagen así obtenida es posible reconocer las zonas en las que será necesario la ubicación de un área de aportación. Si, además, se tiene en cuenta en número de habitantes de cada concentración demográfica y la ratio de litros por habitante a aplicar se puede concretar una propuesta.

Para la elección definitiva del emplazamiento concreto del área de aportación se ha procedido a una valoración de los puntos de recogida y de las

ubicaciones idóneas inventariadas en campo, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

**VALOR = Visibilidad + Acc. Peatones + Acc. Vehículos + 2 (existencia de Vidrio) +2 (existencia de Envases) +2 (existencia de Papel Cartón).**

*Formula propuesta para el cálculo del emplazamiento de contenedores*

Donde:

- Visibilidad = valoración del 1 al 5 de la visibilidad para los usuarios del punto de recogida

- Acc. peatones = valoración del 1 al 5 de la accesibilidad para peatones del punto de recogida.

- Acc. vehículos = valoración del 1 al 5 de la accesibilidad para vehículos del punto de recogida.

- Se pondera con 2 puntos si en el punto de recogida existe actualmente un contenedor para la recogida de vidrio.

- Se pondera con 2 puntos si en el punto de recogida existe actualmente un contenedor para la recogida de papel-cartón.

- Se pondera con 2 puntos si en el punto de recogida existe actualmente un contenedor para la recogida de envases ligeros.

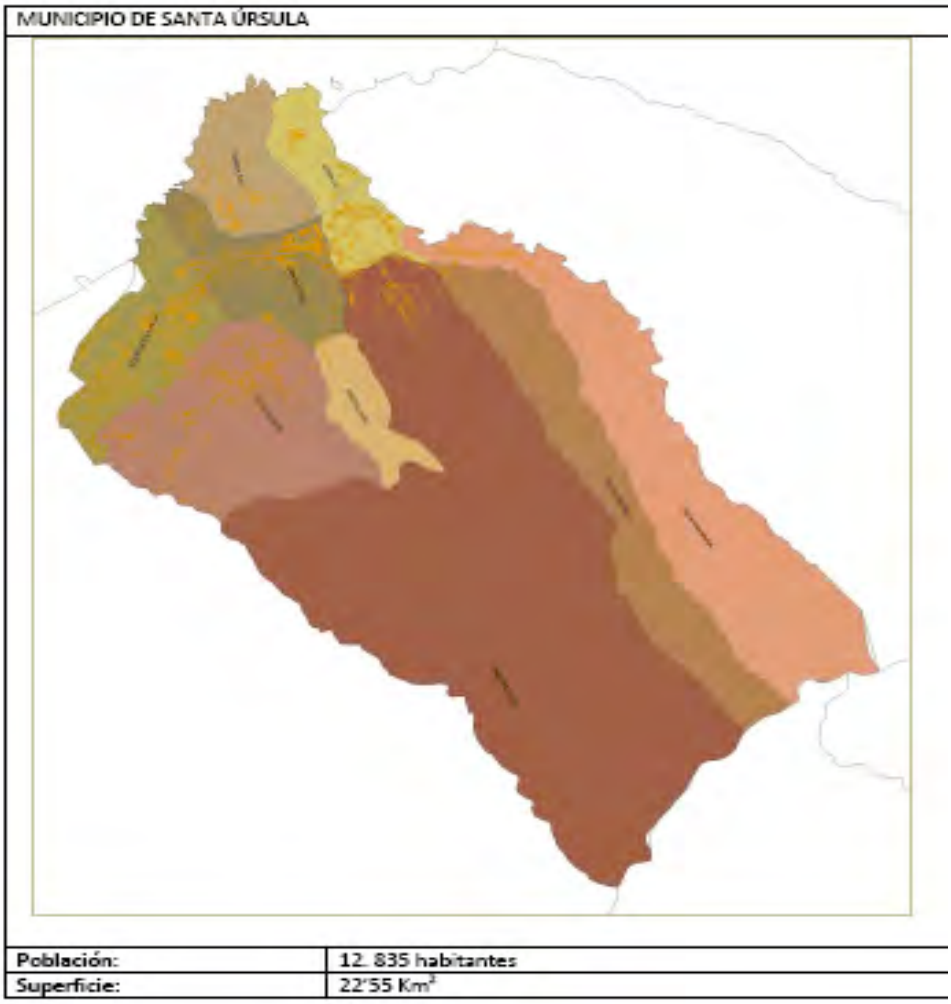
La valoración así obtenida será una puntuación del 1 al 21 que indicará cuánto es mejor una ubicación con respecto a otra próxima.

Por último, se tiene en cuenta el espacio disponible en el área de aportación propuesta, dato que ha sido medido en el trabajo de campo, y se confirma la adecuación de su emplazamiento a través de la fotografía aérea.

Disponiendo de los análisis e información descritos con anterioridad, y mediante un proceso iterativo, se van ubicando los contenedores en función de la distribución de los habitantes a los que debe dar servicio cada uno de ellos, hasta que se maximiza y equilibra la población que queda cubierta por cada contenedor, procurando que el mayor número posible de viviendas cuente en sus proximidades con este servicio.

### *17.4.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN SANTA ÚRSULA*

A continuación se presentan algunas de las características más notables del municipio objeto de estudio, fundamentales a la hora de abordar el estudio. En el análisis SIG ha sido necesaria el tratamiento individualizado de cada uno de los núcleos de población que componen el municipio, si bien los resultados se presentan de forma conjunta.




### *17.4.1 Análisis de la situación actual.*

En el momento de la realización del inventario Santa Úrsula presentaba contenedores de todas las fracciones (envases ligeros, papel-cartón, vidrio y RSU) en la cantidad y tipología que se indica en las siguientes tablas.

| FRACCIÓN RESTO (RSU) | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 21 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 418 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 0 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 29 |
| Litros/habitante: | | 26'45 |

| FRACCIÓN ENVASES LIGEROS | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 30 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 428 |
| Litros/habitante: | | 7 |

| FRACCIÓN VIDRIO | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 23 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 558 |
| Litros/habitante: | | 5'4 |

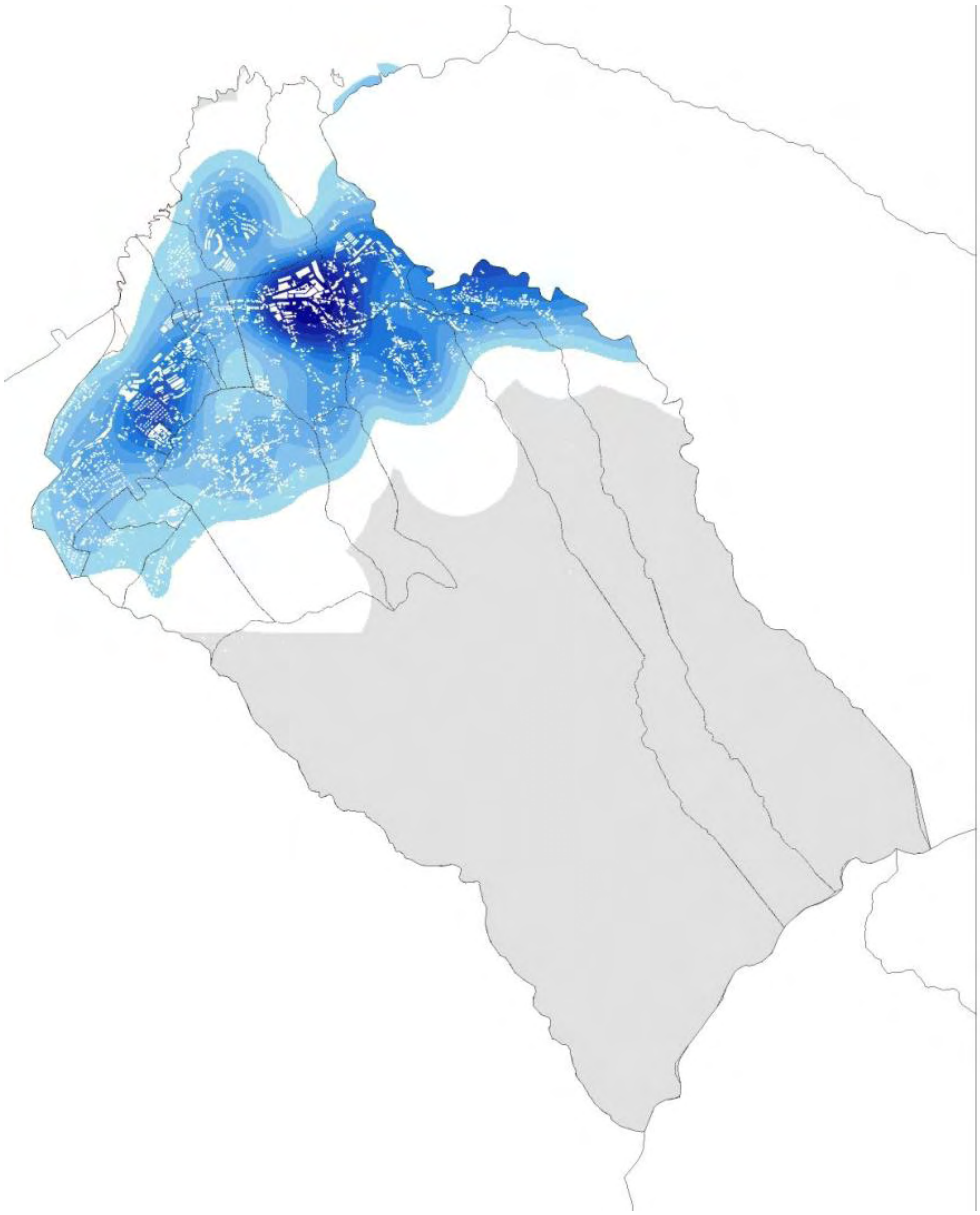
| FRACCIÓN PAPEL-CARTÓN | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 1 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 27 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 458 |
| Litros/habitante: | | 6'4 |

### *17.4.2 Análisis SIG*

Una vez llevadas a cabo las tareas de preparación de la información y del cálculo de indicadores de la situación actual, así como de la obtención del número óptimo de contenedores a ubicar en el municipio, se procedió al estudió de la distribución de la población, uno de los factores clave a la hora de determinar la ubicación definitiva de las áreas de aportación.

Los datos demográficos en los que se basa el estudio son los contenidos en el Nomenclátor de de población (Fuente: INE, Instituto Nacional de Estadística) con fecha de enero de 2006. Los habitantes han sido asignados a la capa de portales, de modo que es posible obtener una imagen de la distribución de la población muy ajustada a la realidad. A partir de aquí, y con el objeto de localizar las concentraciones demográficas más importantes y a

través de herramientas de análisis espacial, se ha realizado un plano de densidad de población.



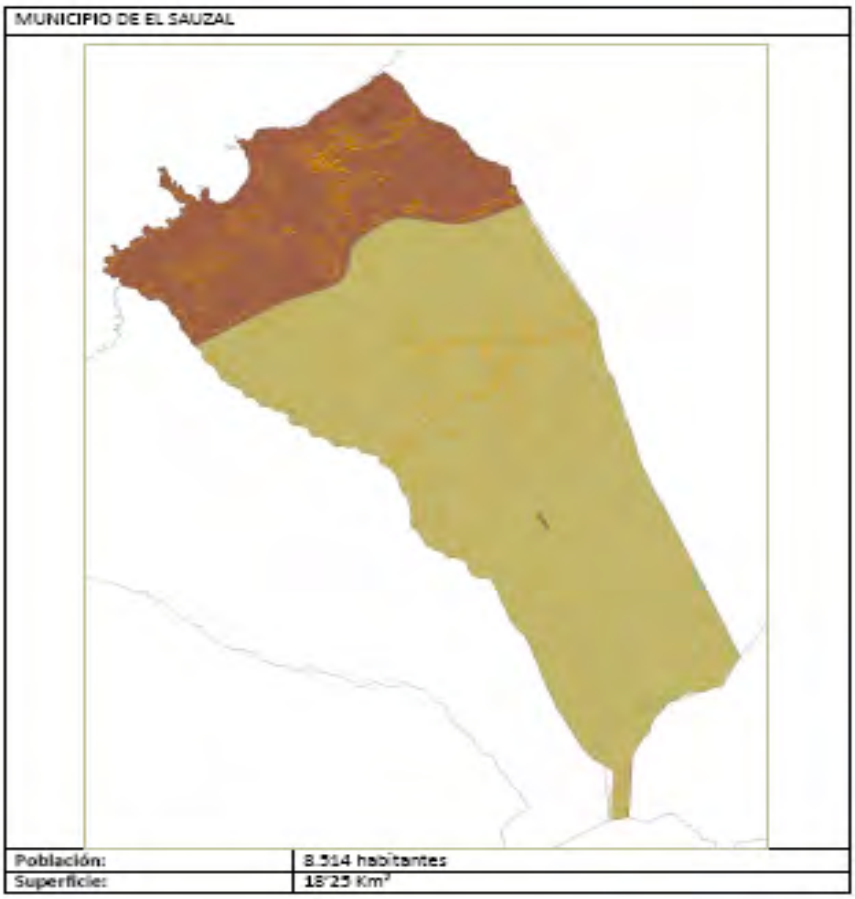
*Localización de las principales concentraciones demográficas del municipio de Santa Úrsula*

A la vista de la imagen así obtenida es posible reconocer las zonas en las que será necesario la ubicación de un área de aportación. Si, además, se tiene en cuenta en número de habitantes de cada concentración demográfica y la ratio de litros por habitante a aplicar se puede concretar una propuesta.

Para la elección definitiva del emplazamiento concreto del área de aportación se ha procedido a una valoración de los puntos de recogida y de las ubicaciones idóneas inventariadas en campo, mediante la aplicación de la fórmula propuesta anteriormente.

### *17.5.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN EL SAUZAL.*

A continuación se presentan algunas de las características más notables del municipio objeto de estudio, fundamentales a la hora de abordar el estudio. En el análisis SIG ha sido necesaria el tratamiento individualizado de cada uno de los núcleos de población que componen el municipio, si bien los resultados se presentan de forma conjunta.



### *17.5.1 Análisis de la situación actual*

En el momento de la realización del inventario El Sauzal presentaba contenedores de todas las fracciones (envases ligeros, papel-cartón, vidrio y RSU) en la cantidad y tipología que se indica en las siguientes tablas.

| FRACCIÓN RESTO (RSU) | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 18 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 372 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 0 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 22 |
| Litros/habitante: | | 35'46 |

| FRACCIÓN ENVASES LIGEROS | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 2 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 24 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 328 |
| Litros/habitante: | | 8'64 |

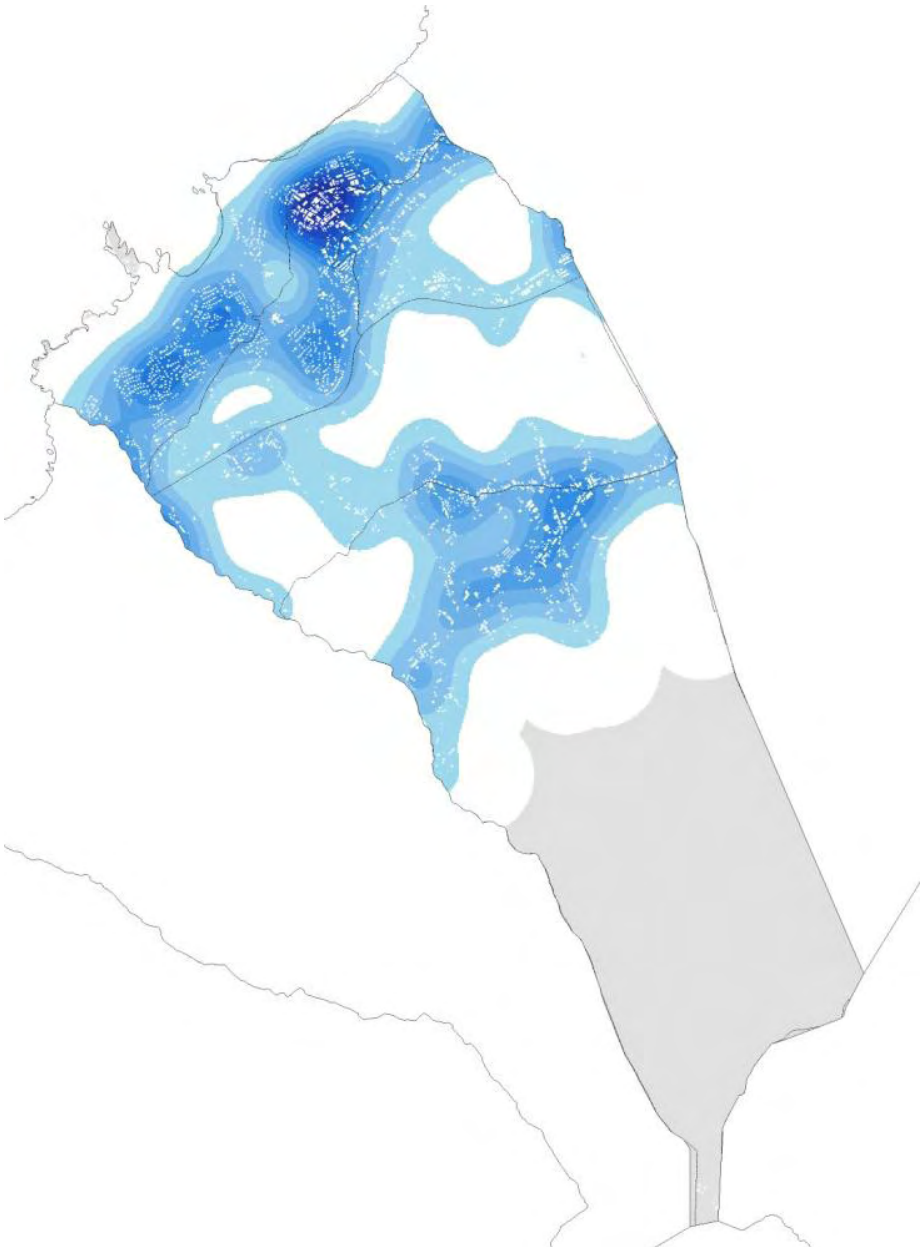
| FRACCIÓN VIDRIO | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 24 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 355 |
| Litros/habitante: | | 8'5 |

| FRACCIÓN PAPEL-CARTÓN | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 20 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 426 |
| Litros/habitante: | | 7'1 |

### *17.5.2 Análisis SIG*

Una vez llevadas a cabo las tareas de preparación de la información y del cálculo de indicadores de la situación actual, así como de la obtención del número óptimo de contenedores a ubicar en el municipio, se procedió al estudió de la distribución de la población, uno de los factores clave a la hora de determinar la ubicación definitiva de las áreas de aportación.

Los datos demográficos en los que se basa el estudio son los contenidos en el Nomenclátor de de población (Fuente: INE, Instituto Nacional de Estadística) con fecha de enero de 2006. Los habitantes han sido asignados a la capa de portales, de modo que es posible obtener una imagen de la distribución de la población muy ajustada a la realidad. A partir de aquí, y con el objeto de localizar las concentraciones demográficas más importantes y a través de herramientas de análisis espacial, se ha realizado un plano de densidad de población.



*Localización de las principales concentraciones demográficas del municipio de El Sauzal*

A la vista de la imagen así obtenida es posible reconocer las zonas en las que será necesario la ubicación de un área de aportación. Si, además, se tiene en cuenta en número de habitantes de cada concentración demográfica y la ratio de litros por habitante a aplicar se puede concretar una propuesta.

Para la elección definitiva del emplazamiento concreto del área de aportación se ha procedido a una valoración de los puntos de recogida y de las ubicaciones idóneas inventariadas en campo, mediante la aplicación de la fórmula propuesta anteriormente.

### *17.6.- SERVICIO PUERTA A PUERTA DE TACORONTE.*

De forma conjunta con el Ayuntamiento de Tacoronte se delimitó la siguiente zona de estudio para el diseño de una ruta de recogida del papel-cartón generado por el comercio minorista del municipio.

ÁREA COMERCIAL DE TACORONTE

| | |
|---|---|
| Nº de establecimientos | 122 |
| Calles comerciales | Carretera General del Norte |

Se inventariaron un total de 122 puntos de pequeño comercio y HORECA en la zona de estudio delimitada, que se clasifican en alguno de los 18 tipos de actividades (ver anexo V). A través de la información obtenida en el trabajo de campo, ha sido posible realizar una estimación media diaria de la producción de papel-cartón de cada uno de los establecimientos, obteniéndose los siguientes gráficos y valores.

| Tipo | Establecimientos | % | Kg/día | % | Media |
|---|---|---|---|---|---|
| Alimentación | 8 | 6.6 | 25.5 | 15.0 | 3.19 |
| HORECA | 18 | 14.8 | 25.5 | 15.0 | 1.42 |
| Textil-Calzado-Moda-Complementos | 20 | 16.4 | 27.0 | 15.9 | 1.35 |
| Mobiliario doméstico | 5 | 4.1 | 8.5 | 5.0 | 1.70 |
| Decoración | 2 | 1.6 | 3.0 | 1.8 | 1.50 |
| Bazar | 3 | 2.5 | 7.5 | 4.4 | 2.50 |
| Informática y telefonía | 3 | 2.5 | 0.3 | 0.2 | 0.10 |
| Reparación - Servicios Técnico | 6 | 4.9 | 13.0 | 7.7 | 2.17 |
| Farmacia - Parafarmacia - Ortopedia | 6 | 4.9 | 3.5 | 2.1 | 0.58 |
| Droguería - perfumes - cosmética | 2 | 1.6 | 3.5 | 2.1 | 1.75 |
| Ferretería - Bricolaje | 2 | 1.6 | 5.0 | 2.9 | 2.50 |
| Papelería - Fotocopias - Artes Gráficas | 2 | 1.6 | 2.5 | 1.5 | 1.25 |
| Prensa - Revistas | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.00 |
| Tabacos y sellos | 1 | 0.8 | 2.0 | 1.2 | 2.00 |
| Lotería | 1 | 0.8 | 0.5 | 0.3 | 0.50 |
| Óptica - Visión - Fotografía | 3 | 2.5 | 2.0 | 1.2 | 0.67 |
| Peluquería - estética - belleza | 5 | 4.1 | 3.0 | 1.8 | 0.60 |
| Varios | 35 | 28.7 | 37.5 | 22.1 | 1.07 |
| **Totales** | **122** | **100** | **169'8** | **100** | **1.38** |

*Tabla 17.3 Clasificación de las actividades inventariadas en Tacoronte*

El grupo más numeroso de actividades lo constituye el “Varios” (28’7%). Le siguen a continuación el sector del textil, calzado, moda y complementos con un 16’4% y las actividades de ocio y restauración (HORECA), que suponen el 14’8 % del total inventariado. El resto de grupos se halla poco representado, tal y como muestra la tabla.

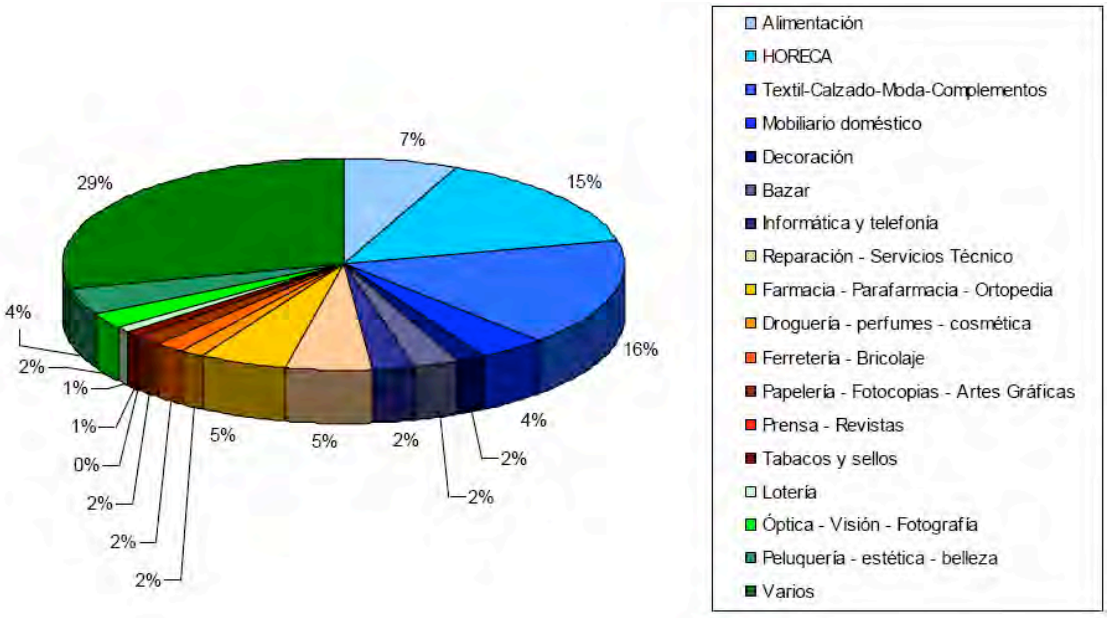



*Figura 17.3 Distribución de comercios por rama de actividad.*

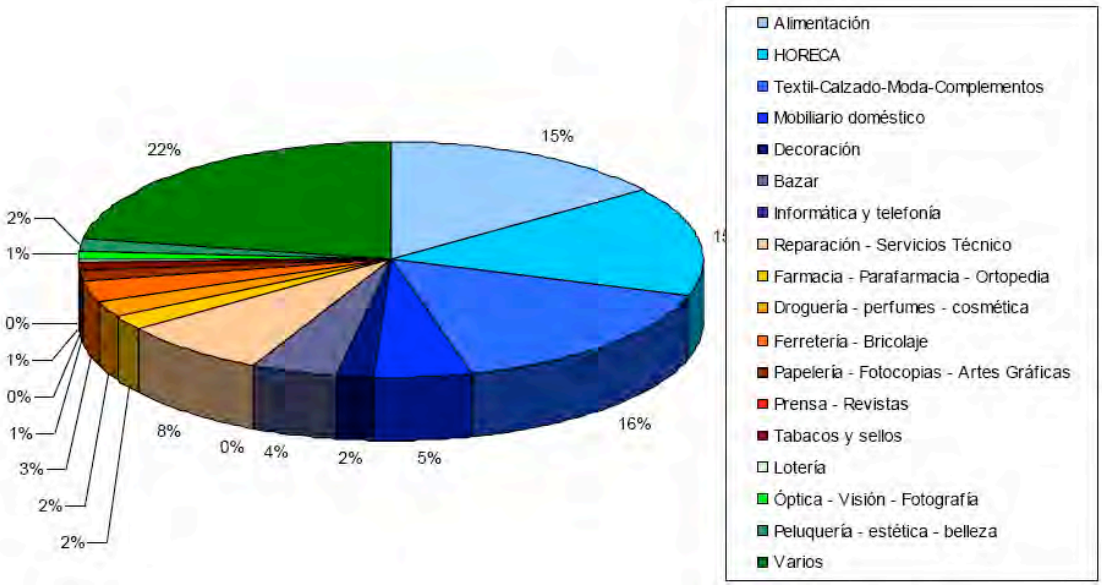



*Figura 17.4 Distribución de la generación de papel/cartón según tipo de actividad*

### *17.6.1 Análisis SIG*

La zona comercial de Tacoronte objeto de estudio cuenta con un total de 122 de establecimientos de comercio minorista y de ocio y restauración, que suponen una generación estimada de 169’8 kilogramos de papel-cartón al día.

| Nº comercios | Generación total de la zona (Kg/día) | Generación media (Kg/comercio/día) |
|---|---|---|
| 122 | 169'8 | 1'38 |

La densidad de producción de residuos de papel-cartón presenta una desigual distribución en el área, tal y como muestra el siguiente mapa

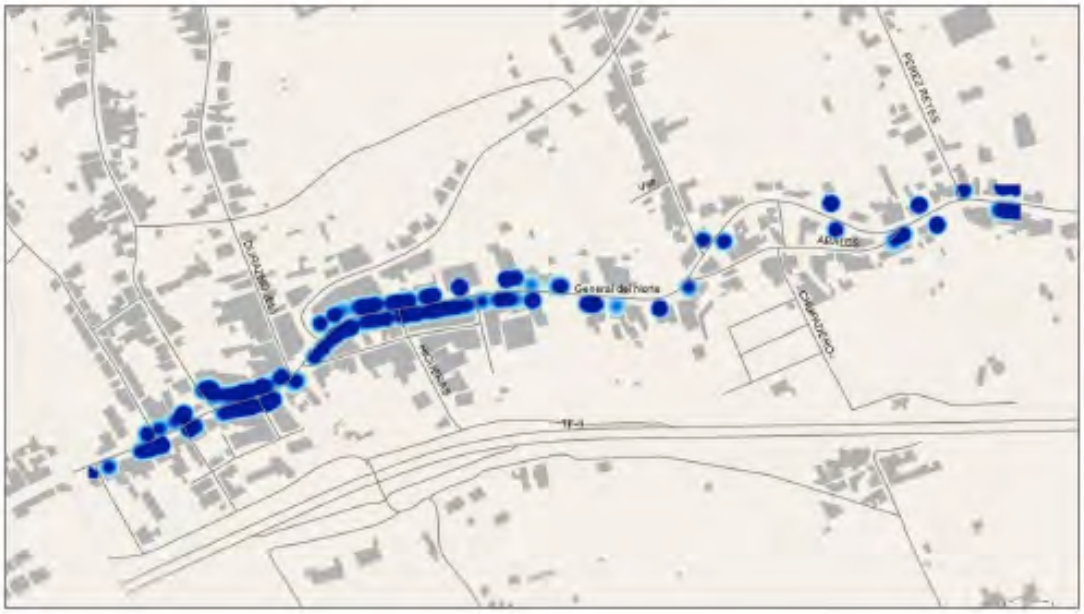


*Figura 17.5 Mapa de densidad de generación de residuos de papel/cartón en el área comercial de Tacoronte*

*La mayor parte de la generación de este tipo de residuo se concentra en la zona central de la Carretera General del Norte, cerca de la intersección de esta vía con la carretera Tacoronte-Tejina. Otro tramo de la Ctra. General del Norte con alta densidad se encuentra hacia el Oeste, delimitado por la C/Durazno y la C/ Ismael Domínguez.*

### *17.6.2 Propuesta.*

Se ha definido una única ruta que consigue dar servicio a la demanda analizada en Tacoronte. Sus principales características aparecen recogidas en la siguiente tabla.

| Nombre | Recorrido (metros) | Nº comercios abastecidos | % abastecidos sobre nº total de comercios | Recogida estimada (kg /día) | % recogida sobre generación de la zona |
|---|---|---|---|---|---|
| Ruta 1 | 1.161 | 122 | 100 | 169'8 | 100 |

*Tabla 17.4 Caracterización de la ruta de recogida selectiva puerta a puerta de Tacoronte*

A continuación se presentan los principales indicadores del servicio de recogida del papel-cartón que se incluyen en el informe del "Análisis Técnico Ambiental de la Recogida Selectiva", tales como número total de contenedores, y las ratios de nº de habitantes por contenedor y dotación de litros por habitante.

| | FRACCIÓN PAPEL-CARTÓN | | |
|---|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | ACTUAL | PROPUESTA |
| Iglú | 3.000 l | 40 | 54 |
| Habitantes/contenedor: | | 567 | 420 |
| Litros/habitante: | | 5'3 | 7'1 |

*Figura 17.6 Resumen de la situación actual y propuesta de contenerización de la fracción papel-cartón para Tacoronte.*

La ruta de recogida puerta a puerta supondrá una clara reducción del uso del contenedor azul por parte del pequeño comercio, tal y como muestran los siguientes indicadores, ya que el 100% de los establecimientos quedan cubiertos por la Ruta 1.

| SITUACIÓN ACTUAL | | PROPUESTA (PUERTA A PUERTA + CONTENERIZACIÓN) | |
|---|---|---|---|
| Nº Contenedores papel-cartón[4] (Iglú 3.000 l) | Establecimientos a contenedor | Nº Contenedores papel-cartón[4] (Iglú 3.000 l) | Establecimientos a contenedor |
| 8 | 122 | 4 | 0 |

*Tabla 17.5 Valoración de la situación actual y de la propuesta del nivel de servicio de los comercios de Tacoronte.*

La propuesta de un servicio de recogida puerta a puerta combinado con la nueva dotación de contenedores azules supondrá importantes beneficios tanto para los ciudadanos como para los responsables de la recogida y gestión de

esta fracción de residuos. Así, se espera que se produzca una reducción sustancial del volumen de papel-cartón proveniente del pequeño comercio que va a parar al contenedor azul, lo que evitará amontonamientos de residuos en la vía pública, mejora de la limpieza del entorno, y, en fin, una optimización del uso de los contenedores.

### *17.6.3 La recogida selectiva en Tacoronte*

A continuación se presentan algunas de las características más notables del municipio, fundamentales a la hora de abordar el estudio. En el análisis SIG ha sido necesaria el tratamiento individualizado de cada uno de los núcleos de población que componen el municipio, si bien los resultados se presentan de forma conjunta.

### *17.6.4 Análisis de la situación actual*

En el momento de la realización del inventario Tacoronte presentaba contenedores de todas las fracciones (envases ligeros, papel-cartón, vidrio y RSU) en la cantidad y tipología que se indica en las siguientes tablas.

| FRACCIÓN RESTO (RSU) | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 49 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 843 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 0 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 25 |
| Litros/habitante: | | 30'23 |

| FRACCIÓN ENVASES LIGEROS | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 2 |
| contenedor | 800-1.100 l | 3 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 51 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 420 |
| Litros/habitante: | | 6'8 |

| FRACCIÓN VIDRIO | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 35 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 648 |
| Litros/habitante: | | 4'6 |

| FRACCIÓN PAPEL-CARTÓN | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 40 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 567 |
| Litros/habitante: | | 5'3 |

### *17.6.5 Análisis SIG*

Una vez llevadas a cabo las tareas de preparación de la información y del cálculo de indicadores de la situación actual, así como de la obtención del número óptimo de contenedores a ubicar en el municipio, se procedió al estudió de la distribución de la población, uno de los factores clave a la hora de determinar la ubicación definitiva de las áreas de aportación.

Los datos demográficos en los que se basa el estudio son los contenidos en el Nomenclátor de de población (Fuente: INE, Instituto Nacional de Estadística) con fecha de enero de 2006. Los habitantes han sido asignados a la capa de portales, de modo que es posible obtener una imagen de la distribución de la población muy ajustada a la realidad. A partir de aquí, y con el objeto de localizar las concentraciones demográficas más importantes y a

través de herramientas de análisis espacial, se ha realizado un plano de densidad de población.

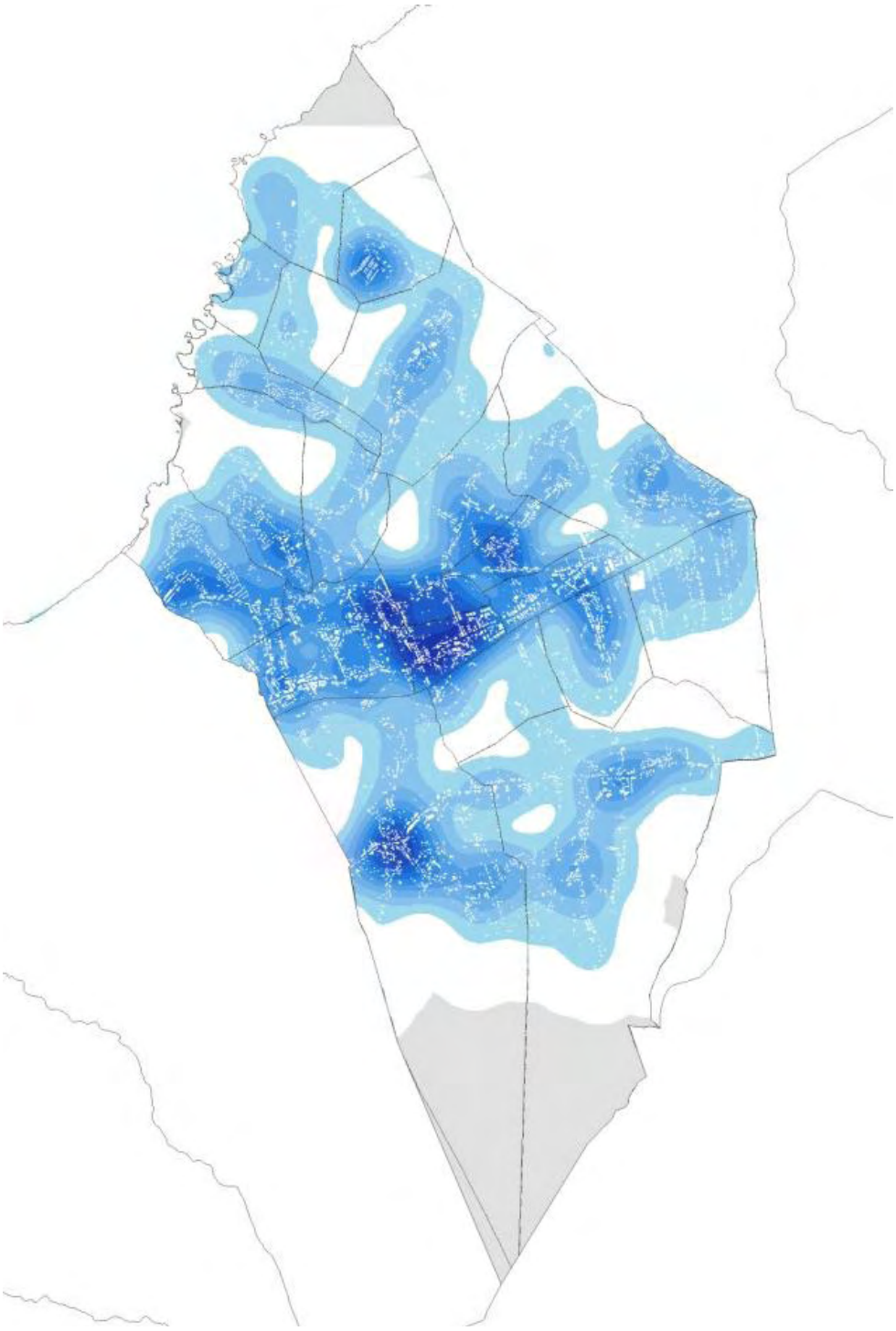


*Figura 17.7 Localización de las principales concentraciones demográficas del municipio de Tacoronte*

A la vista de la imagen así obtenida es posible reconocer las zonas en las que será necesario la ubicación de un área de aportación. Si, además, se tiene en cuenta en número de habitantes de cada concentración demográfica y la ratio de litros por habitante a aplicar se puede concretar una propuesta.

Para la elección definitiva del emplazamiento concreto del área de aportación se ha procedido a una valoración de los puntos de recogida y de las ubicaciones idóneas inventariadas en campo, mediante la aplicación de la fórmula propuesta.

### *17.7.- SITUACIÓN DE LA RECOGIDA SELECTIVA EN LA VICTORIA DE ACENTEJO*

A continuación se presentan algunas de las características más notables del municipio, fundamentales a la hora de abordar el estudio. En el análisis SIG ha sido necesaria el tratamiento individualizado de cada uno de los núcleos de población que componen el municipio, si bien los resultados se presentan de forma conjunta.

MUNICIPIO DE LA VICTORIA DE ACENTEJO

| | |
|---|---|
| Población: | 8.432 habitantes |
| Superficie: | 18'21 Km$^2$ |

### *17.7.1 Análisis de la situación actual*

En el momento de la realización del inventario La Victoria de Acentejo presentaba contenedores de todas las fracciones (envases ligeros, papel-cartón, vidrio y RSU) en la cantidad y tipología que se indica en las siguientes tablas.

| FRACCIÓN RESTO (RSU) | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 17 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 290 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 0 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 27 |
| Litros/habitante: | | 28 |

| FRACCIÓN ENVASES LIGEROS | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 1 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 19 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 422 |
| Litros/habitante: | | 6'9 |

| FRACCIÓN VIDRIO | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 13 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 649 |
| Litros/habitante: | | 4'6 |

| FRACCIÓN PAPEL-CARTÓN | | |
|---|---|---|
| TIPO | CAPACIDAD | NÚMERO |
| contenedor | 240 l | 0 |
| contenedor | 360 l | 0 |
| contenedor | 800-1.100 l | 0 |
| Iglú | 2.500 l | 0 |
| Iglú | 3.000 l | 16 |
| soterrados | | 0 |
| Habitantes/contenedor: | | 527 |
| Litros/habitante: | | 5'7 |

### *17.7.2 Análisis SIG*

Una vez llevadas a cabo las tareas de preparación de la información y del cálculo de indicadores de la situación actual, así como de la obtención del número óptimo de contenedores a ubicar en el municipio, se procedió al estudió de la distribución de la población, uno de los factores clave a la hora de determinar la ubicación definitiva de las áreas de aportación.

Los datos demográficos en los que se basa el estudio son los contenidos en el Nomenclátor de de población (Fuente: INE, Instituto Nacional de Estadística) con fecha de enero de 2006. Los habitantes han sido asignados a la capa de portales, de modo que es posible obtener una imagen de la distribución de la población muy ajustada a la realidad. A partir de aquí, y con el objeto de localizar las concentraciones demográficas más importantes y a

través de herramientas de análisis espacial, se ha realizado un plano de densidad de población.

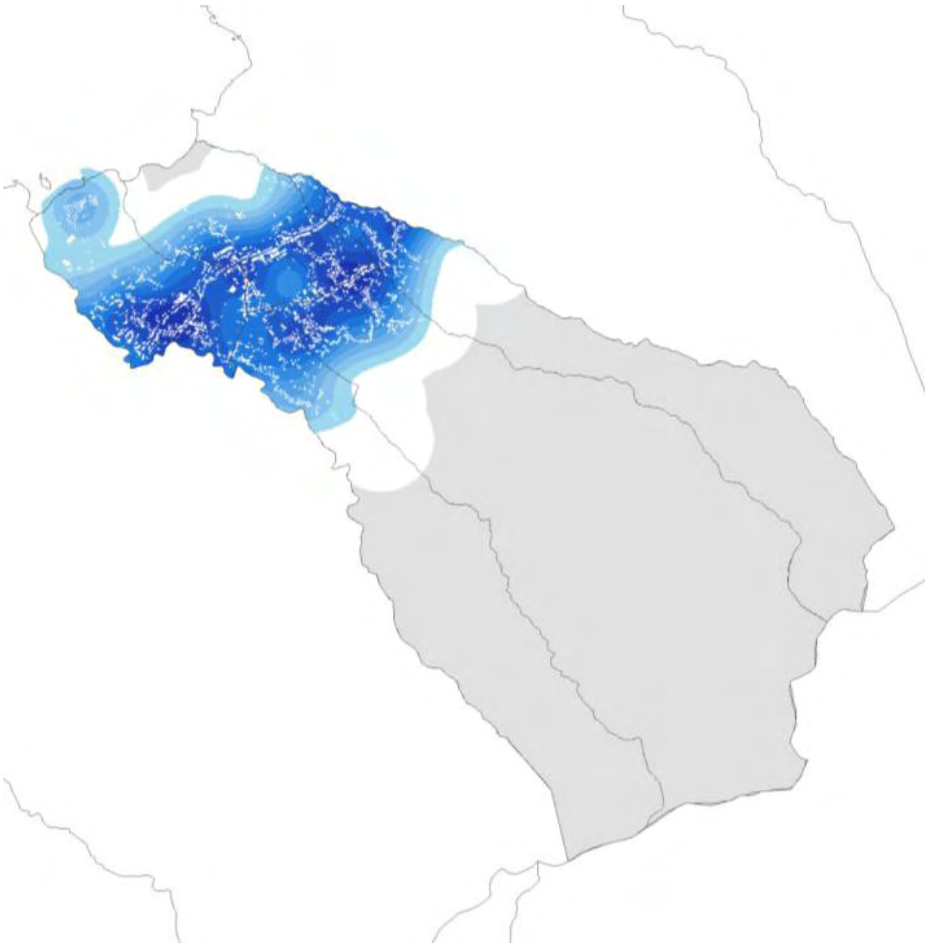


*Figura 17.8 Localización de las principales concentraciones demográficas del municipio de La Victoria de Acentejo*

A la vista de la imagen así obtenida es posible reconocer las zonas en las que será necesario la ubicación de un área de aportación. Si, además, se tiene en cuenta en número de habitantes de cada concentración demográfica y la ratio de litros por habitante a aplicar se puede concretar una propuesta

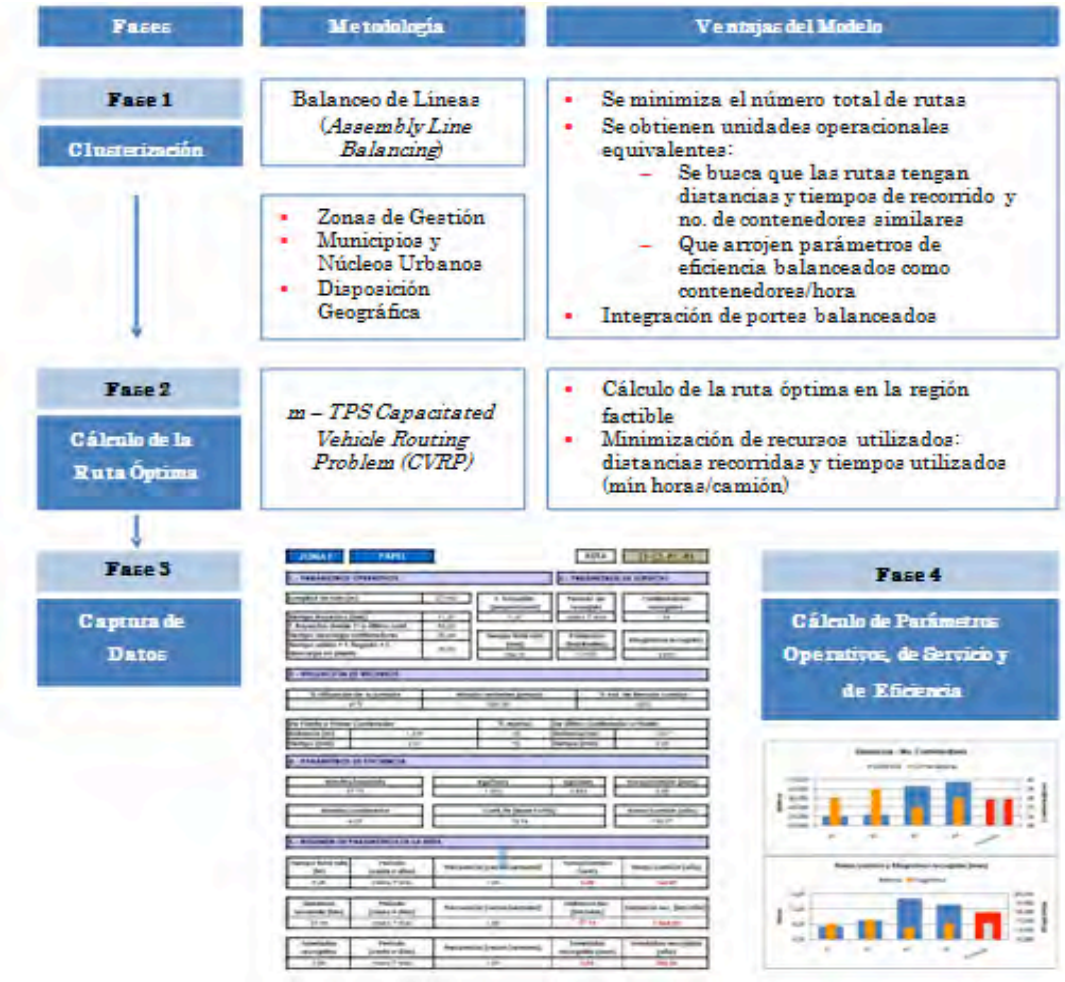
Para la elección definitiva del emplazamiento concreto del área de aportación se ha procedido a una valoración de los puntos de recogida y de las ubicaciones idóneas inventariadas en campo, mediante la aplicación de la fórmula propuesta.

# 18.- ESTUDIO DE RUTAS PARA LAS RECOGIDAS SELECTIVAS

## *18.1.- MODELO DE DISEÑO DE RUTAS*

El modelo utilizado se conoce como *Cluster First – Optimization Second (Two-Phase Method)*, empleado para dar solución al tipo de problema en cuestión *CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem)* que no es más que una extensión del *m - TPS (Traveling Salesman Problem)*. El objetivo de estos modelos heurísticos es hallar la *mejor* solución al problema del cálculo de la ruta óptima, en nuestro caso, bajo las restricciones inherentes de la recogida de los residuos como es el volumen de las cajas de los camiones y la duración de las jornadas (tiempo).

Para la determinación de los clusters se ha realizado un balanceo de líneas (*Assembly Line Balancing*) con la finalidad de minimizar el número total de rutas y hallar unidades operacionales equivalentes que serán la entrada al modelo del cálculo de la ruta óptima. El modelo de diseño de rutas se presenta en el siguiente esquema:



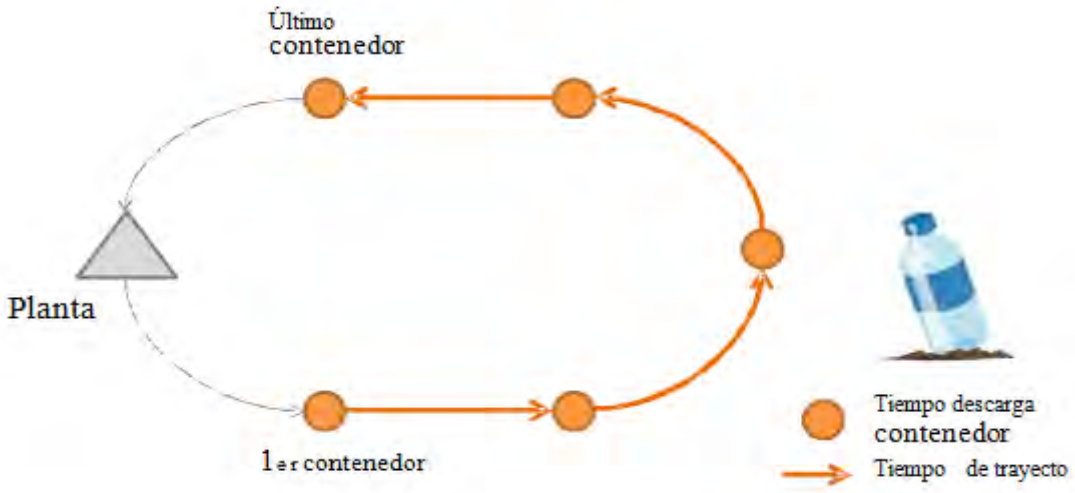

## *18.2.- DEFINICIÓN DE TIEMPOS.*

- **Tiempo de trayecto:** Corresponde únicamente al tiempo en que el camión está en marcha o avanzando.
- **Tiempo de descarga de contenedores:** Corresponde al tiempo que toma vaciar cada contenedor, este tiempo dependerá del sistema de carga así como de la fracción en cuestión.
- **Tiempo total de ruta:** Corresponde al tiempo completo de la ruta, desde su inicio y salida en planta hasta su finalización y regreso a la misma. Es la suma de los siguientes tiempos: Tiempo de salida de planta + Tiempo de trayectos + Tiempo de descarga de los contenedores + Tiempo de descarga en planta + Tiempo de llegada + Tiempo de bocadillo proporcional.

*ENVASES LIGEROS*

Tiempos que contabilizan:

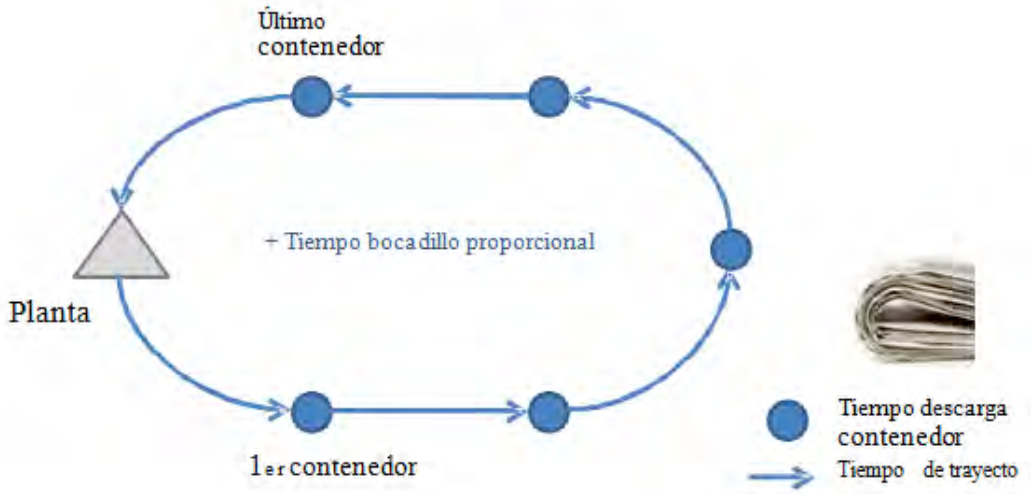
- Tiempos d trayectos de 1º a ultimo contenedor.
- Tiempo de descarga de los contenedores




*PAPEL/CARTÓN*

Tiempos que contabilizan:

- Tiempos de trayectos desde la salida de panta hasta el regreso
- Tiempo de descarga de los contenedores.
- Tiempo de bocadillo/descanso (proporcional)




### *18.3.- ESCENARIOS DE ANÁLISIS.*

| | | |
|---|---|---|
| **Z1** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

| | | |
|---|---|---|
| **Z2** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

| | | |
|---|---|---|
| **Z4** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

| | | |
|---|---|---|
| **Z3** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

| | | |
|---|---|---|
| **Z5** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

| | | |
|---|---|---|
| **Z6** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

| | | |
|---|---|---|
| **Z7** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

| | | |
|---|---|---|
| **Z8** | C.L. caja 25 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C |
| | | EE.LL. |

Grupos de escenarios de análisis.

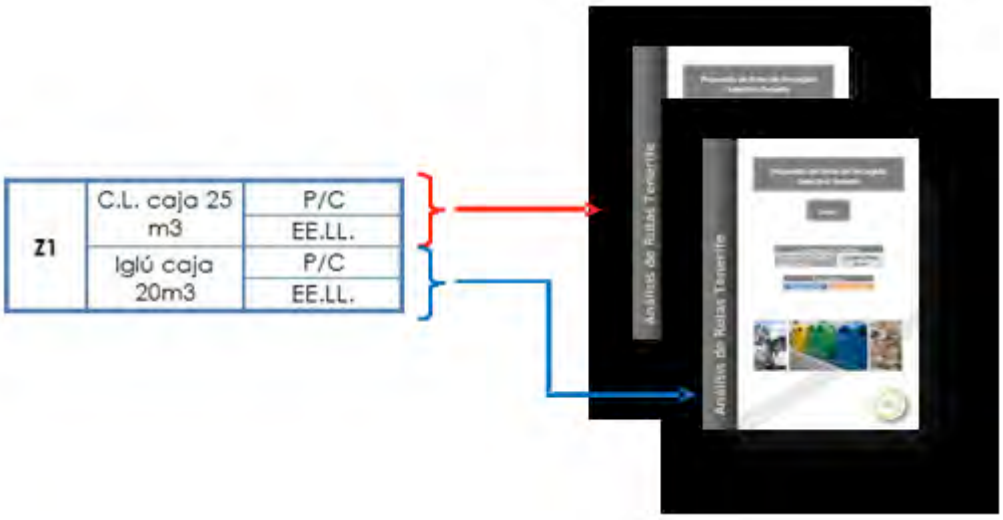
| Escenario de Análisis Grupo 1 | |
|---|---|
| Tipología contenedor | Carga Lateral |
| Caja camión | 25 m3 |

| Escenario de Análisis Grupo 2 | |
|---|---|
| Tipología contenedor | Iglú |
| Caja camión | 20 m3 |

| Fracciones | |
|---|---|
| Papel/cartón | Envases Ligeros |

Con la finalidad de facilitar el análisis y manejo de los diferentes escenarios, la estructura del proyecto se basa en la presentación de cuadernillos por cada grupo de escenarios de análisis correspondientes a cada zona de gestión. De tal forma que en el caso de la zona 1, se

entregan dos cuadernillos que contienen las dos fracciones papel/cartón y envases ligeros.




### *18.4.- ESTRUCTURA DE LOS CUADERNILLOS.*

**1. Ficha Resumen**
- → Características de la Zona
- → Parámetros totales (operativos, de servicio y de eficiencia)
- → Mapa con la vista de la Zona

**2. Ficha Resumen de Parámetros**
- → Todas las rutas
- → Parámetros operativos
- → Parámetros de servicio
- → Parámetros de eficiencia
- → Utilización de recursos
- → Gráficas (rutas y promedio)

**3. Ficha de Parámetros por Ruta**
- → Parámetros operativos
- → Parámetros de servicio
- → Utilización de recursos
- → Parámetros de eficiencia
- → Resumen de parámetros de la ruta
- → Mapa de la ruta

**4. Mapa de Rutas**
- → Mapa con todas las rutas del escenario evaluado y por zona

## *18.5.- DATOS DE ENTRADA.*

### *GENERALES*

**Tipología contenedores**

→ Carga Lateral de 3.200 l

→ Iglú de 3.000 l

**Grado de llenado 66% promedio**

| Fracción | Papel/cartón | | EE.LL. |
|---|---|---|---|
| ª Compactación | 3,6 | | 5 |
| Densidad | 46,47 kg/m3 | Rural | 25 kg/m3 |
| | 52,15 kg/m3 | Semi-Urbano | |
| | 71,46 kg/m3 | Urbano | |

**Tiempos Jornada**

**Duración Jornada** 390 minutos

| **Tiempos** | **(min)** | |
|---|---|---|
| T. salida | 10 | |
| T. llegada | 10 | |
| T. descarga | 10 | |
| T. bocadillo | 20 | (proporcional en base a la jornada) |

**Rangos de Velocidades (km/hr)**

| | |
|---|---|
| → Autovías | 65 |
| → Carreteras Insulares | 30 |
| → Calles | 15 |

### *ESPECÍFICOS*

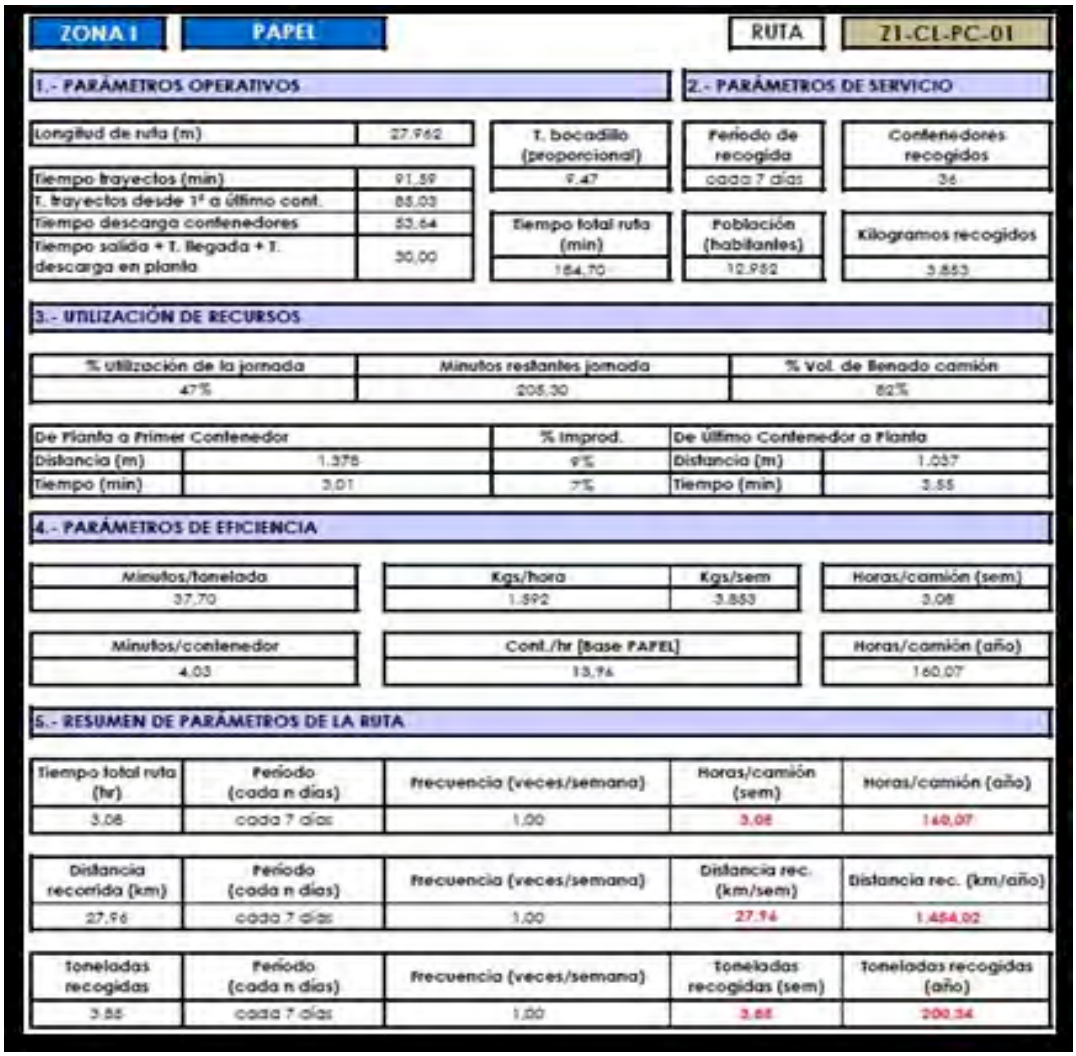
| Tiempos de descarga de contenedor | | |
|---|---|---|
| Tipología | Papel/cartón | EE.LL. |
| Carga Lateral | 1,49 min/cont. | 1,3 min/cont. |
| Iglú | 2,81 min/cont. | 2,86 min/cont. |

| Capacidad caja camión | |
|---|---|
| Sistema de carga | Volumen [m3] |
| Carga Lateral | 25 |
| Iglú | 20 |

## *18.6.- FICHAS DE PARÁMETROS POR RUTA*

Tras la ejecución del modelo y la captura de datos se recogen los parámetros operativos, de servicio, utilización de recursos y parámetros de

eficiencia de cada ruta y se presentan en la siguiente ficha de parámetros:

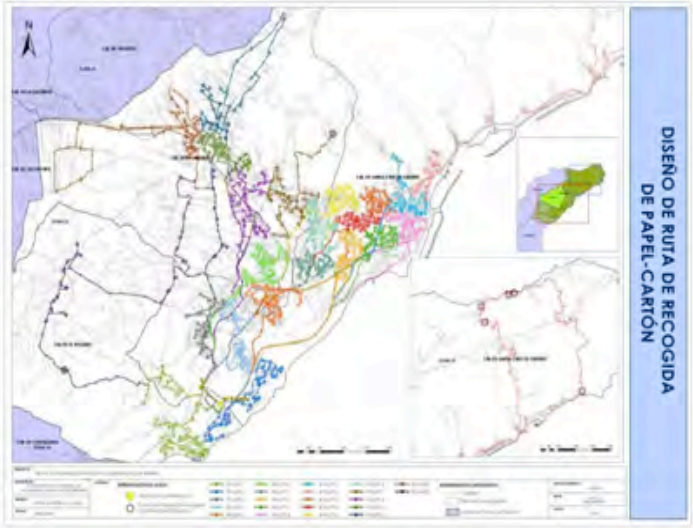


| ZONA 1 | PAPEL | | | RUTA | Z1-CL-PC-01 |
|---|---|---|---|---|---|
| **1.- PARÁMETROS OPERATIVOS** | | | | **2.- PARÁMETROS DE SERVICIO** | |
| Longitud de ruta (m) | 27.962 | T. bocadillo (proporcional) | | Período de recogida | Contenedores recogidos |
| Tiempo trayectos (min) | 91,59 | 9,47 | | cada 7 días | 36 |
| T. trayectos desde 1ª a último cont. | 88,03 | | | | |
| Tiempo descarga contenedores | 53,64 | Tiempo total ruta (min) | | Población (habitantes) | Kilogramos recogidos |
| Tiempo salida + T. llegada + T. descarga en planta | 30,00 | 164,70 | | 12.982 | 3.853 |
| **3.- UTILIZACIÓN DE RECURSOS** | | | | | |
| % Utilización de la jornada | | Minutos restantes jornada | | % Vol. de llenado camión | |
| 47% | | 205,30 | | 82% | |
| De Planta a Primer Contenedor | | % Improd. | | De Último Contenedor a Planta | |
| Distancia (m) | 1.378 | 9% | | Distancia (m) | 1.037 |
| Tiempo (min) | 3,01 | 7% | | Tiempo (min) | 3,55 |
| **4.- PARÁMETROS DE EFICIENCIA** | | | | | |
| Minutos/tonelada | | Kgs/hora | Kgs/sem | Horas/camión (sem) | |
| 37,70 | | 1.592 | 3.853 | 3,08 | |
| Minutos/contenedor | | Cont./hr (Base PAPEL) | | Horas/camión (año) | |
| 4,03 | | 13,96 | | 160,07 | |
| **5.- RESUMEN DE PARÁMETROS DE LA RUTA** | | | | | |
| Tiempo total ruta (hr) | Período (cada n días) | Frecuencia (veces/semana) | | Horas/camión (sem) | Horas/camión (año) |
| 3,08 | cada 7 días | 1,00 | | 3,08 | 160,07 |
| Distancia recorrida (km) | Período (cada n días) | Frecuencia (veces/semana) | | Distancia rec. (km/sem) | Distancia rec. (km/año) |
| 27,96 | cada 7 días | 1,00 | | 27,96 | 1.454,02 |
| Toneladas recogidas | Período (cada n días) | Frecuencia (veces/semana) | | Toneladas recogidas (sem) | Toneladas recogidas (año) |
| 3,85 | cada 7 días | 1,00 | | 3,85 | 200,34 |

En este apartado se muestra una tabla resumen con los parámetros operativos, de servicio y de eficiencia más representativos, como es el de horas/camión [año], para las ocho Zonas de Gestión de la Isla de Tenerife. Esta tabla resume prácticamente todos los resultados del modelo y presenta sumatorias por cada grupo de escenarios de análisis con la finalidad de compararlos de forma práctica y facilitar la toma de decisiones.

### *18.7.- MAPAS DE RUTAS Y LEYENDAS.*

Cada ruta se acompaña con un mapa en el que se muestran los *stops* (contenedores y planta) y la propia ruta y flujo de dirección. De la misma forma, cada escenario de análisis por zona se acompaña con un mapa en el que se muestran todas las rutas que conforman a dicho escenario, como se muestra en los siguientes ejemplos:



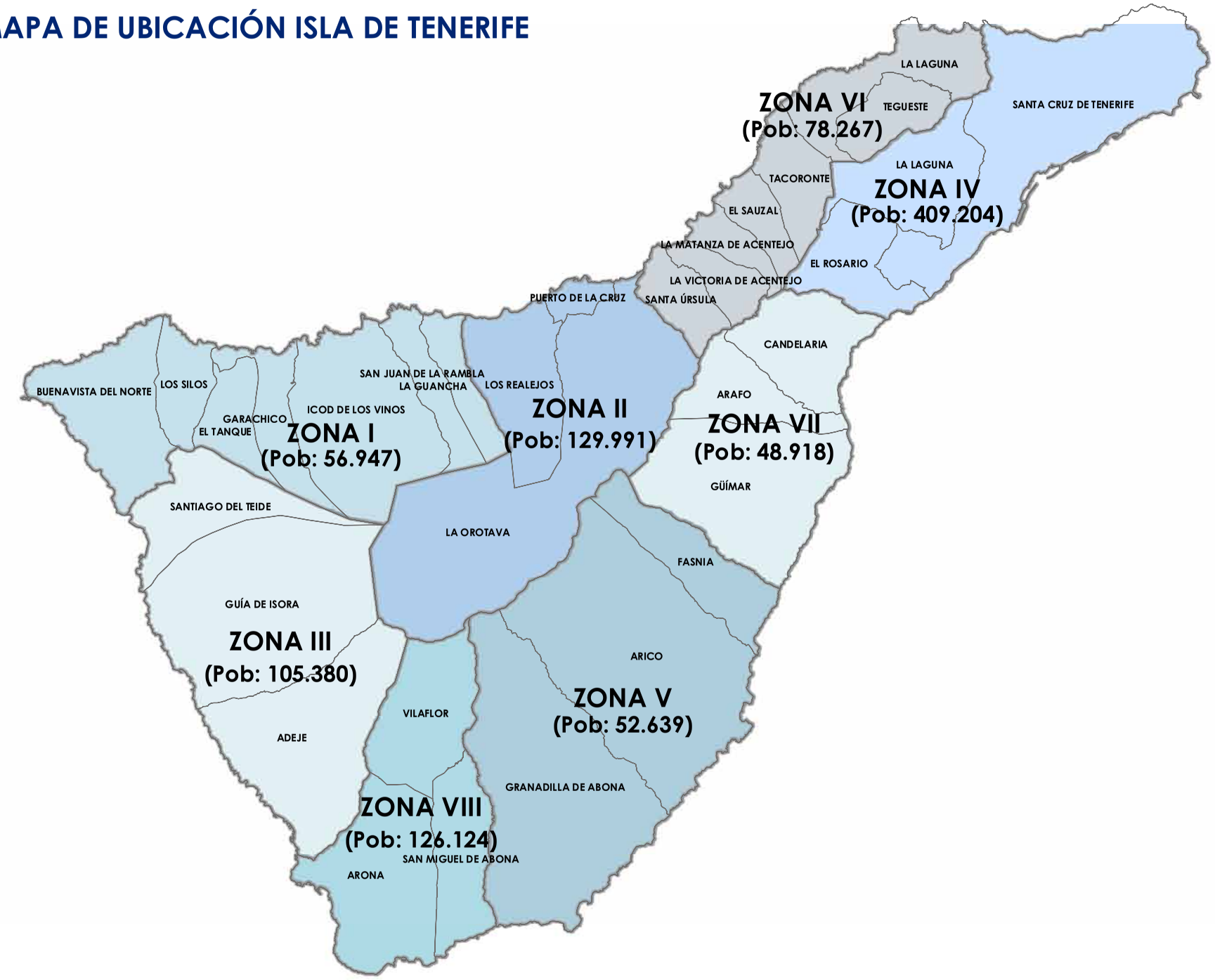

Todos los mapas se acompañan con su respectiva leyenda como se muestra en la siguiente figura:

También se marcan con un círculo azul aquellos puntos de contenerización que se podrían considerar como puntos dispersos debido a condiciones tales como población de servicio reducida y dispersión geográfica considerable con respecto al resto de contenedores de la ruta.

Estos puntos se encuentran dentro de la ruta y de los parámetros evaluados, sin embargo podrían recogerse con un intervalo de tiempo mayor al del resto de los contenedores.

## *18.8.- MAPA DE UBICACIÓN ISLA DE TENERIFE.*

# MAPA DE UBICACIÓN ISLA DE TENERIFE




RUTAS RECOGIDA SELECTIVA

## *18.9.- FICHA RESUMEN DE PARÁMETROS ISLA DE TENERIFE.*

| Zonas de Gestión | | | Parámetros Operativos - Totales - | | | | | | Parámetros de Servicio | | | Parámetros de Eficiencia | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Escenarios | | | No. Rutas | Tiempo total rutas [horas] | Σ Sistema de Carga | Distancia [kilómetros] | Distancia [kilómetros/semana] | Σ Sistema de Carga | Contenedores recogidos | Toneladas recogidas | Toneladas recogidas [semana] | Horas/camión [semana] | Horas/camión [año] | Σ Sistema de Carga |
| Z1 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 4 | 16,61 | 31,56 | 188,65 | 185,78 | 429,89 | 148 | 16,78 | 16,94 | 16,51 | 858,59 | 1.902,16 |
| | | EE.LL. | 3 | 14,95 | | 180,36 | 244,11 | | 145 | 7,66 | 10,12 | 20,07 | 1.043,57 | |
| | Iglú caja 20m3 | P/C | 5 | 22,02 | 41,87 | 213,96 | 241,49 | 513,59 | 148 | 15,17 | 16,94 | 24,75 | 1.287,17 | 2.806,87 |
| | | EE.LL. | 4 | 19,85 | | 186,92 | 272,09 | | 145 | 6,82 | 10,12 | 29,22 | 1.519,70 | |
| Z2 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 8 | 23,49 | 43,79 | 198,40 | 241,67 | 533,59 | 285 | 31,77 | 38,66 | 28,55 | 1.484,43 | 3.161,35 |
| | | EE.LL. | 6 | 20,30 | | 183,99 | 291,91 | | 279 | 14,63 | 23,14 | 32,25 | 1.676,92 | |
| | Iglú caja 20m3 | P/C | 9 | 31,45 | 60,68 | 209,86 | 283,76 | 614,29 | 285 | 28,82 | 38,66 | 42,60 | 2.215,34 | 4.810,59 |
| | | EE.LL. | 7 | 29,23 | | 193,27 | 330,53 | | 279 | 13,57 | 23,14 | 49,91 | 2.595,25 | |
| Z3 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 6 | 20,97 | 38,55 | 265,27 | 336,80 | 699,22 | 220 | 24,46 | 31,35 | 26,81 | 1.394,12 | 2.901,84 |
| | | EE.LL. | 4 | 17,57 | | 221,98 | 362,42 | | 218 | 11,22 | 18,74 | 28,99 | 1.507,73 | |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C | 7 | 26,43 | 50,74 | 264,27 | 351,44 | 755,02 | 220 | 22,73 | 31,35 | 35,74 | 1.858,48 | 4.110,09 |
| | | EE.LL. | 5 | 24,31 | | 230,88 | 403,58 | | 218 | 10,40 | 18,74 | 43,30 | 2.251,61 | |
| Z4 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 18 | 45,46 | 83,89 | 597,55 | 985,39 | 2.031,86 | 725 | 73,74 | 114,74 | 72,70 | 3.780,63 | 7.656,76 |
| | | EE.LL. | 13 | 38,43 | | 533,76 | 1.046,47 | | 724 | 36,30 | 68,53 | 74,54 | 3.876,14 | |
| | Iglú caja 20m3 | P/C | 21 | 64,96 | 125,02 | 639,87 | 1.109,49 | 2.438,75 | 725 | 69,99 | 114,54 | 108,62 | 5.648,28 | 12.866,02 |
| | | EE.LL. | 15 | 60,05 | | 555,84 | 1.329,26 | | 724 | 30,64 | 68,53 | 138,80 | 7.217,74 | |
| Z5 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 4 | 14,27 | 26,91 | 202,46 | 216,42 | 474,98 | 127 | 14,00 | 15,66 | 15,39 | 800,29 | 1.741,02 |
| | | EE.LL. | 3 | 12,64 | | 182,19 | 258,56 | | 122 | 6,37 | 9,36 | 18,09 | 940,72 | |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C | 4 | 17,22 | 33,20 | 202,46 | 229,96 | 488,52 | 127 | 13,24 | 15,66 | 19,94 | 1.037,06 | 2.233,99 |
| | | EE.LL. | 3 | 15,98 | | 182,19 | 258,56 | | 122 | 6,37 | 9,36 | 23,02 | 1.196,93 | |
| Z6 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 6 | 22,88 | 43,24 | 219,83 | 285,04 | 604,50 | 221 | 23,60 | 29,83 | 29,63 | 1.540,67 | 3.220,45 |
| | | EE.LL. | 4 | 20,37 | | 201,58 | 319,46 | | 221 | 11,39 | 17,84 | 32,30 | 1.679,77 | |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C | 7 | 29,33 | 57,13 | 230,26 | 310,77 | 662,85 | 221 | 22,80 | 29,83 | 39,10 | 2.033,37 | 4.367,69 |
| | | EE.LL. | 5 | 27,79 | | 218,53 | 352,08 | | 221 | 11,12 | 17,84 | 44,89 | 2.334,32 | |
| Z7 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 4 | 12,63 | 22,30 | 142,71 | 148,32 | 342,30 | 128 | 14 | 14,55 | 13,14 | 683,32 | 1.482,99 |
| | | EE.LL. | 2 | 9,66 | | 120,94 | 193,98 | | 117 | 6 | 8,70 | 15,38 | 799,67 | |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C | 4 | 15,58 | 29,26 | 142,71 | 154,41 | 345,08 | 128 | 14 | 14,55 | 16,88 | 877,74 | 1.959,00 |
| | | EE.LL. | 3 | 13,68 | | 126,59 | 190,67 | | 117 | 6 | 8,70 | 20,79 | 1.081,26 | |
| Z8 | C.L. caja 25 m3 | P/C | 6 | 20,52 | 38,51 | 215,59 | 335,10 | 737,80 | 224 | 24 | 37,51 | 32,01 | 1.664,46 | 3.501,95 |
| | | EE.LL. | 4 | 17,99 | | 201,73 | 402,71 | | 221 | 11 | 22,41 | 35,34 | 1.837,49 | |
| | Iglú caja 20 m3 | P/C | 7 | 27,11 | 52,19 | 236,36 | 401,46 | 828,58 | 224 | 23 | 37,51 | 45,13 | 2.346,73 | 4.975,29 |
| | | EE.LL. | 5 | 25,08 | | 210,85 | 427,12 | | 221 | 11 | 22,41 | 50,55 | 2.628,56 | |

# 19.- CONTENEDORES VACRI (VOLTEO PARA LA ASISTENCIA DE CONTENEDORES RODANTES INDIVIDUALES)

## *19.1.- INTRODUCCIÓN.*

### *19.1.1 Marco.*

En virtud de lo establecido en la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases, se pone en marcha el sistema de gestión integrada de los residuos y envases de vidrio generados en España. Entre las numerosas acciones que se han desarrollado en Canarias cabe destacar aquellas encaminadas a la dotación de contenedores para la recogida selectiva del vidrio.

### *19.1.2 Objetivo*

El objetivo principal del presente estudio es plantear una serie de medidas destinadas a la mejora de la recogida selectiva de la fracción vidrio en los distintos municipios de la Isla de Tenerife. Más concretamente, se trata de determinar las mejores localizaciones para la instalación de contenedores VACRI (Volteo para la asistencia de contenedores rodantes individuales) para la recogida selectiva del vidrio producido por los establecimientos de hostelería, restauración y catering (HORECA) en base a una serie de criterios técnicos.

En este proceso de contenerización no se tienen en cuenta los residuos de vidrio y envases de vidrio procedentes de los hogares ni de otro tipo de actividades económicas, que ya han sido objeto de atención por parte de proyectos similares.

### *19.1.3 Situación de partida.*

Diversos estudios ponen de manifiesto la relevancia del canal HORECA en la producción de residuos de envases de vidrio, especialmente notable en un territorio de eminente vocación turística como es el canario.

No obstante, en muchas ocasiones, estos establecimientos no cuentan con los medios adecuados que incentiven la tarea del reciclaje, como cercanía al contenedor de vidrio o disponibilidad de contenedores que faciliten la deposición del material. Es por ello que no se está reciclando la cantidad de material que cabría esperar, de manera que se hace necesario desarrollar las medidas oportunas.

### *19.1.4 Soluciones propuestas.*

Con este plan se pretende dar respuestas a la situación anteriormente descrita, ubicándose los contenedores de acuerdo a las necesidades reales detectadas. En este sentido cabe destacar la implicación de los Ayuntamientos en el estudio, que han facilitado la información de la que disponían y que han participado en la fase de alegaciones, con lo que las ubicaciones aquí propuestas han sido consensuadas y se ajustan a las particularidades de cada caso.

En este informe se recoge, para cada municipio, un listado con los establecimientos HORECA que dispondrán en sus proximidades de un contenedor de vidrio modelo VACRI. El compromiso con el medioambiente y la adhesión a esta iniciativa es un acto voluntario, y desde aquí se anima a la

participación de todas las partes implicadas, especialmente de las empresas.

### *19.2.- METODOLOGÍA EMPLEADA.*

La metodología ha sido elaborada por el equipo de trabajo, consensuada y comprobada su eficacia ante los diferentes casos que ofrece la realidad. El esquema de trabajo puede resumirse en una serie de etapas tal y como muestra el siguiente esquema:

*Figura 19.1 Sucesión de etapas en la realización del trabajo*

### *19.2.1 Criterios de ubicación.*

Dos son los criterios manejados para la ubicación de contenedores en la vía pública:

- Criterio de concentración de establecimientos HORECA
- Criterio de cercanía al contenedor.

La aplicación de estos dos criterios supone que algunos establecimientos recogidos en el trabajo de campo no serán incluidos en el proyecto en una primera fase de contenerización. Es de esperar que, a medio plazo, se cubran estas zonas que presentan concentraciones HORECA menos importantes.

El primer criterio, el de concentración de establecimientos, implica que sólo se tendrán en cuenta aquellas áreas en las que hayan sido inventariados, al menos, cinco negocios del sector.

*Figura 19.2 Los establecimientos seleccionados deberán configurar concentraciones de al menos, cinco negocios del sector HORECA.*

Por otra parte, el criterio de cercanía al contenedor determina que la distancia máxima entre el contenedor y el establecimiento será de 75 metros

*Figura 19.3 La distancia entre el contenedor Vacri y el establecimiento deberá ser inferior a 75 metros*

De este modo, el establecimiento contará con un contenedor tipo cubo (de unos 120 litros de capacidad) en el que se acumulará el vidrio producido por su actividad. Una vez se ha producido el llenado del cubo se procederá a su vaciado en el contenedor Vacri instalado en la vía pública, no debiendo recorrer para ello el operario más de 75 metros. Ya se ha

### *19.2.2 Trabajo de campo.*

Buena parte del trabajo se fundamenta en la toma de datos en campo, recogiéndose la siguiente información:

- Localización de los puntos de recogida actuales (ubicaciones con contenedores de vidrio).
- Localización de los establecimientos HORECA:

- Nombre del establecimiento.
- Dirección.
- Tipo de establecimiento.

Para facilitar la recogida de datos y permitir su adecuada organización los agentes de campo han utilizado un tablet PD equipado con el software ArcGis 9.x y con la cartografía base de los municipios.

### *19.2.3 Análisis SIG.*

Los sistemas de información geográfica (SIG o GIS) ofrecen excelentes herramientas para la sistematización, explotación y presentación de la información territorial, por lo que han sido elegidos como motor del análisis. Concretamente, se ha empleado el software ArcGis 9.x.

En esta fase del trabajo se persiguen dos objetivos:

- Localizar las principales concentraciones de establecimientos HORECA de cada municipio
- Ubicar de manera adecuada los contenedores, de manera que se de servicio a todas las localizaciones anteriormente delimitadas.

El esquema de trabajo seguido en el análisis S.I.G. puede resumirse de la siguiente manera:

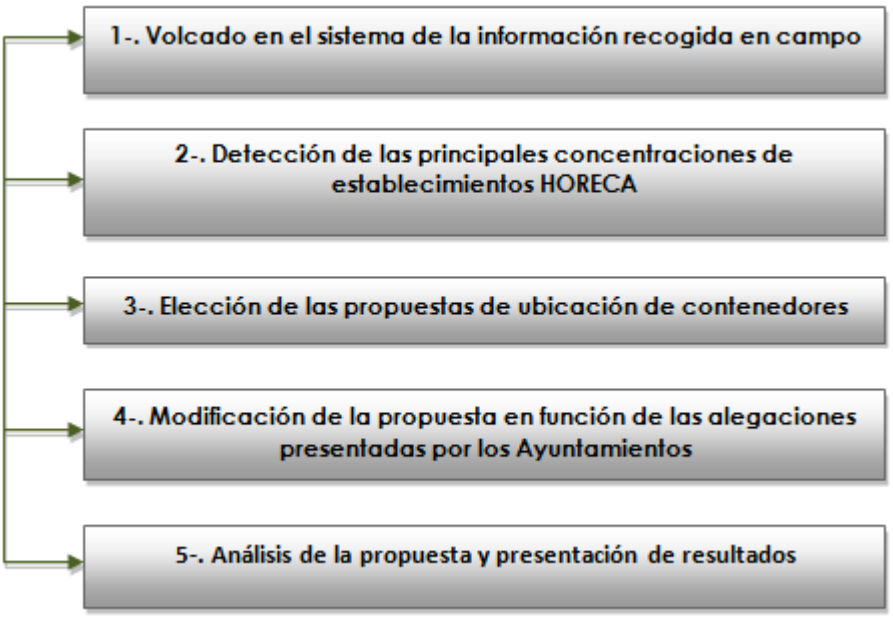



*Figura 19.4 Sucesión de etapas del análisis SIG*

### *19.2.4 Fase de Alegación.*

Una vez realizada la propuesta preliminar en el análisis SIG, los resultados son remitidos a cada uno de los Ayuntamientos afectados, con el objetivo de que las corporaciones locales puedan estudiar y valorar las localizaciones propuestas.

Aunque las localizaciones han sido formuladas partiendo de la información recopilada en campo y del análisis de la ortofoto y cartografía digital, la revisión por parte de los Ayuntamientos resulta imprescindible, ya que son los organismos competentes en la gestión de los servicios de recogida de residuos, conocedores de las particularidades de cada caso.

De este modo, teniendo en cuenta las alegaciones presentadas por los Ayuntamientos, se introducen las oportunas modificaciones.

En el caso de que las modificaciones propuestas no cumplan con los criterios señalados (criterios de ubicación) las alegaciones se considerarán desestimadas.

### *19.2.5 Presentación de resultados*

Una vez se han introducido las modificaciones aportadas en la fase de alegaciones se revisa la propuesta inicial y se redacta la propuesta definitiva. Los resultados así obtenidos se presentan a través de los siguientes productos:

- **Tabla resumen** a escala insular. En esta tabla se contabiliza el número total de contenedores Vacri que deberá instalarse en cada municipio, así como el número de establecimientos HORECA que se beneficiarán de la puesta en marcha del servicio (establecimientos abastecidos).

- **Cartografía.** De cada municipio se presenta una colección de planos de detalle por zonas en las que se puede observar de manera precisa la localización de cada contenedor propuesto, así como de los establecimientos HORECA que serán atendidos por el servicio.

- **Listado de contenedores.** Para cada municipio se presenta una tabla en la que se listan los contadores propuestos, precisándose su ubicación (dirección y coordenadas geográficas).

- **Listado de establecimientos abastecidos.** Para cada municipio se presenta una tabla con el listado de los establecimientos abastecidos por cada contenedor, así como datos precisos sobre su ubicación, identificación y caracterización.

- **Shapefiles**. La información generada en el SIG, en formato shapefile: establecimientos inventariados en campo, contenedores propuestos y establecimientos abastecidos.

### *19.3.- RESUMEN DE RESULTADOS*

| | | COMERCIOS | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Código | MUNICIPIO | Inventariados | Abastecidos | %Abastecido | Contenedores |
| 38001 | ADEJE | 278 | 144 | 52 | 21 |
| 38004 | ARAFO | 12 | 5 | 42 | 1 |
| 38005 | ARICO | 41 | 5 | 12 | 1 |
| 38006 | ARONA | 747 | 430 | 58 | 52 |
| 38010 | BUENAVISTA DEL NORTE | 14 | 0 | 0 | 0 |
| 38011 | CANDELARIA | 94 | 55 | 61 | 11 |
| 38012 | FASNIA | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 38015 | GARACHICO | 28 | 6 | 21 | 1 |
| 38017 | GRANADILLA DE ABONA | 176 | 96 | 55 | 15 |
| 38018 | GUANCHA (LA) | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 38019 | GUIA DE ISORA | 86 | 0 | 0 | 7 |
| 38020 | GUIMAR | 72 | 17 | 24 | 3 |
| 38022 | ICOD DE LOS VINOS | 81 | 11 | 14 | 2 |
| 38023 | LAGUNA (LA) | 332 | 180 | 54 | 24 |
| 38025 | MATANZA DE ACENTEJO (LA) | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 38026 | OROTAVA (LA) | 119 | 16 | 13 | 2 |
| 38028 | PUERTO DE LA CRUZ | 307 | 176 | 57 | 24 |
| 38031 | REALEJOS (LOS) | 118 | 27 | 23 | 5 |
| 38032 | ROSARIO (EL) | 40 | 10 | 25 | 3 |
| 38034 | SAN JUAN DE LA RAMBLA | 21 | 0 | 0 | 0 |
| 38035 | SAN MIGUEL | 98 | 44 | 43 | 7 |
| 38039 | SANTA URSULA | 61 | 0 | 0 | 4 |
| 38040 | SANTIAGO DEL TEIDE | 130 | 83 | 64 | 11 |
| 38041 | SAUZAL (EL) | 57 | 11 | 19 | 2 |
| 38042 | SILOS (LOS) | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 38043 | TACORONTE | 125 | 11 | 9 | 2 |
| 38044 | TANQUE (EL) | 11 | 0 | 0 | 0 |
| 38046 | TEGUESTE | 27 | 5 | 19 | 1 |
| 38051 | VICTORIA DE ACENTEJO (LA) | 35 | 0 | 0 | 0 |
| 38052 | VILAFLOR | 17 | 0 | 0 | 0 |
| | | 3205 | 1332 | 42 | 199 |

*Tabla 19.1 Resumen de resultados a escala insular*

## *19.4.- CONCLUSIONES.*

La aplicación de las medidas recogidas en este informe supondrá a corto plazo la instalación de 199 contenedores Vacri en 21 municipios de la Isla, dando servicio al 42% de los establecimientos inventariados.

Con la información recabada en campo y la definición de nuevos criterios, a medio plazo se podrá dar cobertura a un número más amplio de establecimientos HORECA, extendiendo el servicio a la totalidad de municipios de Tenerife.

De este modo es de esperar que se produzca un aumento significativo del volumen de vidrio recogido de manera selectiva, contribuyendo así a avanzar hacia los objetivos de sostenibilidad y protección del medio ambiente.

# 20.- PLAN DE ORDENACIÓN DE UN COMPLEJO AMBIENTAL. EL COMPLEJO AMBIENTAL DE TENERIFE

## *20.1.- DOCUMENTO DE ORDENACIÓN.*

### *20.1.1 Entorno territorial.*

- **El Sureste recoge gran parte de las Operaciones Singulares Estratégicas del PIOT**

El PIOT propone cinco de sus once Operaciones Singulares Estructurantes (OSE) en el Sureste de la isla, configuradas como herramientas de equilibrio territorial e intervención estratégica en diversos sectores: infraestructuras ambientales y logísticas, rehabilitaciónurbana, o dotación y equipamientos turísticos

- **El Sureste es el territorio de las infraestructuras de carácter insular más relevantes**

El Complejo de Tratamiento Integral de Residuos de Arico, el Corredor Eléctrico, el Puerto Comercial de Granadilla, son proyectos estratégicos localizados en una de las escasas áreas de reserva de la Isla.

El Aeropuerto de Tenerife Sur - Reina Sofía, con una capacidad de grandes tráficos de pasajeros superior a las limitadas posibilidades del Aeropuerto de Tenerife Norte - Los Rodeos.

En el Sur se encuentran las grandes infraestructuras energéticas de abastecimiento y transformación energética insular, y además está recorrido por los pasillos infraestructurales de servicio a la capital.

- **La zona del Sureste de la Isla es el territorio de mayor complejidad funcional y diversidad:**

La actividad turística está limitada a pequeñas localidades costeras, sin comparación con los grandes complejos del norte y el suroeste, pero muy integrados en la escala local y el entorno de la capital.

Se trata de un territorio organizado sobre una trama de pequeños núcleos localizados entre la franja litoral y la corona interior, con menor ocupación que el norte de la Isla.

Se ha preservado el desarrollo las zonas agrícolas, de gran valor para la economía insular, y se ha complementado el rango de actividades económicas con sus dos polígonos industriales más significativos, Güímar y Granadilla.

- **Los municipios del Sureste se sitúan como un gran espacio de articulación entre el Área Metropolitana de Santa Cruz de Tenerife y la costa turística del oeste:**

La Autopista TF-1 constituye un potente corredor de accesibilidad entre los núcleos del oeste, el Aeropuerto de Tenerife Sur y el conjunto metropolitano.

La nueva vía ferroviaria correspondiente al Tren del Sur, que unirá la zona norte con el sur de la isla y que transcurrirá paralela a la autopista TF-1, facilitará la comunicación entre espacios estratégicos de la isla.

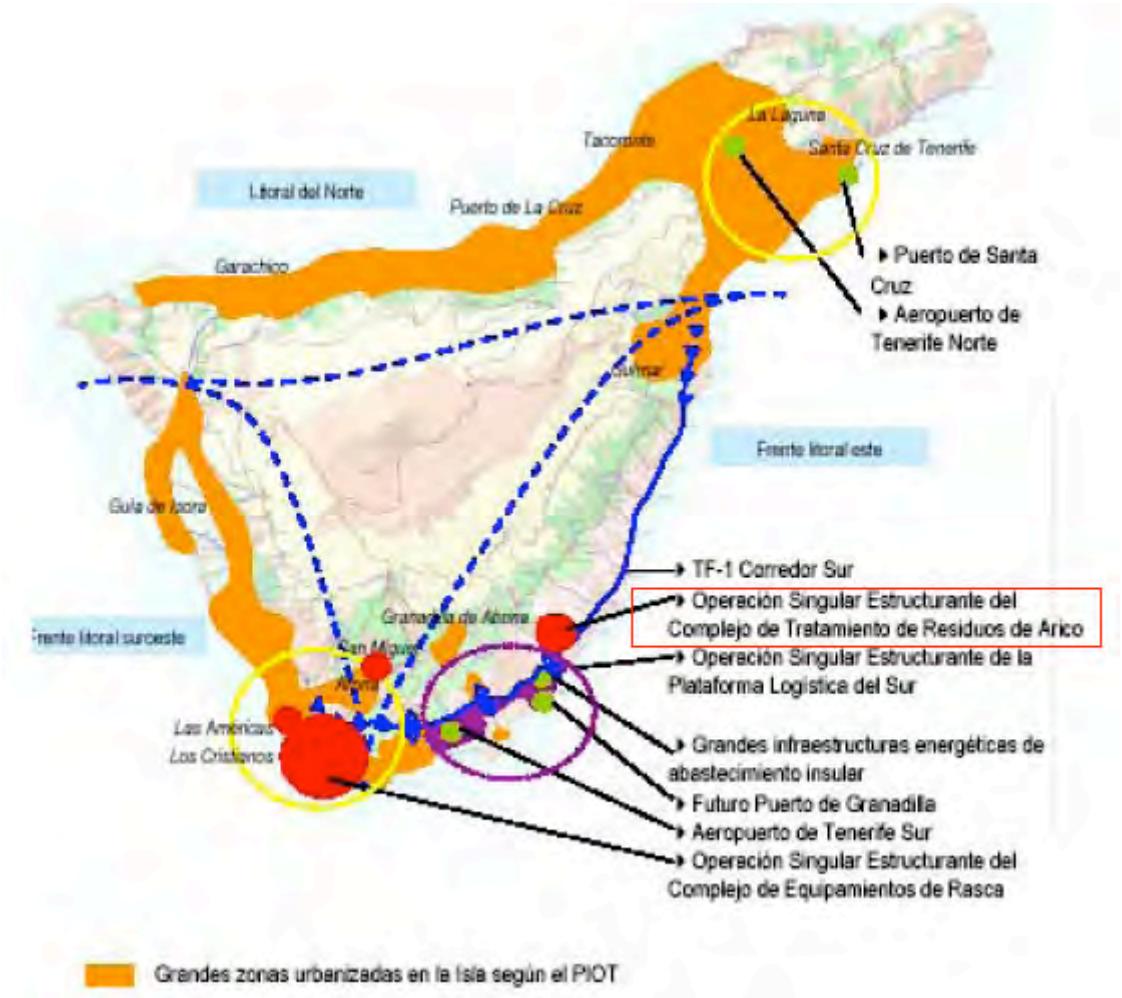
En estos municipios se localiza la oferta de suelo logístico e industrial que complementa las áreas saturadas de Santa Cruz de Tenerife, equilibrando la estructura territorial y acercando la disponibilidad de servicios a las zonas

de demanda directamente relacionada con la población e infraestructuras turísticas.

### *20.1.2 Accesibilidad y conectividad*

Los principales problemas en relación con la accesibilidad y la conectividad a los que se debe enfrentar la Ordenación del Complejo Ambiental de Tratamiento Integral de Residuos son los que se relacionan a continuación:

- El acceso principal al Complejo se produce por conexión desde la TF-1. Este acceso ha de ser de gran capacidad y funcionalidad, con un mínimo de interferencias al tráfico y enlaces internos, con pendiente admisible para tráficos pesados.



- Atendiendo a las funcionalidades previstas para el Complejo Ambiental de Arico, cabe prever que el futuro Polígono de Empresas Recicladoras incidirá en las condiciones del tráfico y accesibilidad de la zona. Esta nueva funcionalidad exigirá conexiones viarias, tanto externas como internas para facilitar la movilidad en la misma.

- Conectividad potencial del Complejo Ambiental de Arico con el Tren del Sur.

- Durante la fase de construcción del Complejo, va a ser necesaria una conexión viaria interior especifica con los tajos en trazados viarios compatibles, preferiblemente con su permanencia a largo plazo como parte de la estructura viaria interior del Complejo.

- Ha de resolverse la conexión correcta con los núcleos de población afectados tanto por la fase de obra como la de explotación del Complejo.

### *20.1.3 Integración con la actividades más importantes del entorno*

El complejo debe articularse con las dinámicas existentes y futuras, y generara nuevas oportunidades integradas en su entorno territorial:

a) Actividades más importantes en el Complejo Ambiental:

i. Actividad turística. Algunos de los más importantes núcleos turísticos de la Isla están situados en el suroeste. Existen nuevos planes de rehabilitación e integración del espacio turístico, residencial y medioambiental, como por

ejemplo la estructuración urbana del entorno de Cabo Blanco o la recuperación de Los Cristianos.

ii. Dinámicas de regeneración urbanística y dotación de servicios necesarios para este desarrollo tanto en los nucleos rurales tradicionales, que se sitúan al norte de la autopista (Arico, Granadilla y San Isidro), como en la costa las áreas turísticas de El Médano, Poris de Abona y los Roques.

b) Integración con la base y expectativas socioeconómicas:

i. El Complejo Ambiental de Arico se revelará como un importante foco de creación de empleo en Arico y los municipios de su entorno, fomentando probablemente una base de nuevas empresas locales que desarrollen su labor dentro y fuera del ámbito del mismo, las cuales contribuirán a la diversificación de la base económica actual, con nuevas actividades terciarias, industriales y dotacionales de alto valor añadido.

ii. La atracción de nuevas funciones de rango insular, asociadas al ámbito de servicios singulares y avanzados, con importante impacto local, mejorará el nivel funcional de las empresas: áreas de servicios, atracción de sectores funcionalmente afines, incorporación de infraestructuras especializadas, etc.

c) Articulación con las grandes operaciones de mejora y protección del entorno: El Complejo es un ámbito de generación de sinergias y cualificación del entorno, articulado con el resto de las operaciones singulares.

i. Nuevos usos y desarrollos ligados al turismo:

1. En general están creciendo las tendencias a la valoración de recursos locales, como las playas, el paisaje (Montaña Pelada, Montaña Roja, El Médano), los núcleos rurales, y la ocupación de primera residencia, con trabajo en el área metropolitana de Santa Cruz de Tenerife.

ii. Integración funcional con los nuevos equipamientos insulares:

1. El Aeropuerto del Sur de configura como principal puerta de entrada del turismo en el sur y oeste de la Isla.

2. La OSE esta relacoinada con el refuerzo de otras actuaciones estructurantes de accesibilidad insular : tren del sur, mejora de la autopista TF-1 y circunvalaciones locales, etc.

iii. Integración con la protección ambiental del territorio

1. Las actividades con impactos más significativos del Complejo están alejadas del núcleo residencial de Arico y los nucleos turísticos cercanos.

## *20.2.- CONDICIONES DE ORDENACIÓN.*

### *20.2.1 Estructura actual de la propiedad del suelo*

La superficie asignada por el PIOT a la OSE del Complejo Ambiental de Arico soporta en la actualidad diferentes usos del suelo. Éstos son:

- Las actividades del antiguo PIRS, entre las que se encuentran dos diferentes celdas de vertido, una planta de desgasificación y el aula medioambiental
- Canteras en explotación, principalmente para la extracción de puzolanas
- Usos agrícolas en la franja meridional de la superficie delimitada

El reparto de las parcelas que componen la superficie objeto de estudio se presenta en la figura anexa.

La gran mayoría de éstas son propiedad del Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Sin embargo, un determinado número son actualmente propiedad de particulares (sombreadas en verde).

### *20.2.2 Situación actual del planeamiento.*

Tal y como se analiza en el Documento de Información, **figura de planeamiento actualmente vigente para el municipio de Arico son las Normas Subsidiarias de Planeamiento redactadas en el año 1997**. En este documento se clasifica la superficie asignada a la OSE como suelo rústico, asignándole al PIRS la categoría de sistema general dotacional, y repartiendo el resto de la superficie entre las categorías productivas extractiva y agrícola.

Por otro lado, se encuentra desde 2002 en fase de redacción el Plan

General de Ordenación de Arico.

Este documento modifica la clasificación y calificación del suelo. El suelo dedicado al tratamiento de residuos adquiere mayor superficie, pasando a recibir la categoría de suelo rústico de protección de infraestructuras. Por otro lado, se mantienen los suelos vinculados a la producción agrícola o minera.

*Figura 20.1 Estructura actual de la propiedad del suelo en el ámbito de ordenación*

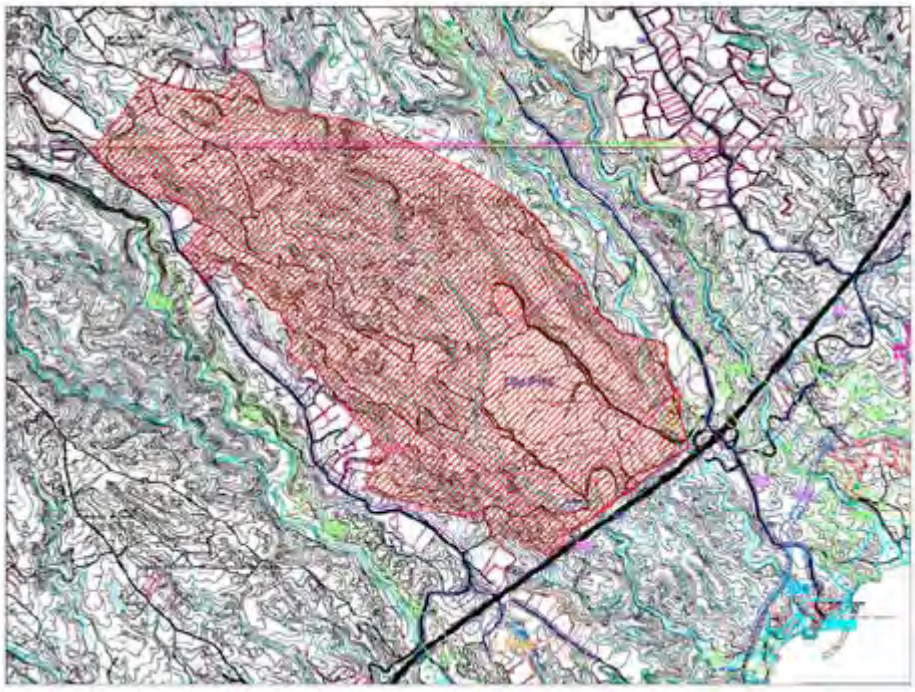


*Figura 20.2 Situación actual de planeamiento según NNSS*

## *20.3.- ASPECTOS AMBIENTALES*

### *20.3.1 Valoración del entorno del Complejo Ambiental de Arico*

Tanto el interior de la parcela donde se prevé realizar la ampliación de la zona de vertido de residuos urbano como los lugares destinados a albergar las nuevas instalaciones de las que contará el Complejo Ambiental de Arico se caracterizan por ser una zona totalmente intervenida por la actividad de gestión de residuos o la actividad extractiva. La mayor parte de la superficie asignada a la OSE se ha visto morfológicamente transformada, y se encuentra desprovista de su estrato vegetal original.

*Figura 20.3 Complejo Ambiental de Arico. Vista del Aula Medioambiental.*

Se puede afirmar que la desaparición de los hábitats previos al inicio de la actividad, sumado al movimiento de la maquinaria y del personal del Complejo Ambiental y de la cantera activa existentes condiciona suficientemente las propiedades naturales de la zona y hace que deba ser considerada como de calidad baja o muy baja.

Sólo hay dos zonas de la parcela donde la cubierta vegetal todavía proporciona refugio y alimento a varias especies de vertebrados. Estas zonas se localizan al suroeste del vertedero antiguo sellado y en la loma que marca el límite de la parcela por el este.

En la zona sureste de la superficie objeto de estudio aparece un matorral degradado, compuesto mayoritariamente por la tabaiba amarga (*Euphorbia broussonetti*). Esta parte de la parcela, que contiene también cultivos abandonados en bancales y que está bastante intervenida por la mano del hombre, se puede calificar como de calidad baja.

La loma situada al este presenta un matorral de cardonal y tabaibal, en el que las formaciones de matorral de tabaiba dulce (*Euphorbia balsamifera*), acompañadas de algunos cardones (*Euphorbia canariensis*), se pueden considerar como la zona del Complejo Ambiental de Arico que conserva el mayor grado de naturalidad, pudiéndose considerar como una zona con una calidad medio-alta.

A excepción de la parte alta de estas lomas cubiertas principalmente de tabaibas que se sitúan al Este, la cubierta vegetal del Complejo Ambiental de Arico no ofrece un interés destacable, siendo, como ya se ha indicado, prácticamente inexistente en la mayor parte de la parcela.

En cuanto a las poblaciones de vertebrados que se pueden encontrar en el interior del recinto, y cuya presencia o ausencia puede ser considerada como un indicador del estado del medio, cabe señalar la escasez de los mismos y la ausencia de poblaciones de gran tamaño.

Destacan las cuatro especies de vertebrados endémicas de la Región Macaronésica: dos de reptiles, la lisa común (*Chalcides viridianus*) y el lagarto tizón (*Gallotia galloti*); y dos de aves, la subespecie canaria del

cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus* subsp. *tinnunculus*), de la que al menos se conoce una pareja nidificante en los escarpes del terreno situados al Sur del vertedero sellado, y el bisbita caminero (*Anthus berthelotti*). Asimismo son de destacar las dos especies de murciélago que utilizan el Complejo Ambiental de Arico como lugar de refugio y alimentación. Se han detectado otras especies de aves, aunque utilizan la zona de vertido como lugar de alimentación o bien se encuentran de paso en la parcela.

Los barrancos existentes son de cursos de agua estacionales y dos de ellos (Guasiegre y El Río) se encuentran unidos por dos canales de conexión para evitar que el agua alcance la zona de vertido.

En cuanto a otros valores naturales, como formaciones geológicas, destacan algunos escarpes que forman los barrancos que atraviesan la parcela, pero no están catalogados.

Tampoco se han encontrado referencias a yacimientos arqueológicos o presencia de elementos del Patrimonio Artístico en el interior del recinto del Complejo Ambiental de Arico.

Desde el punto de vista paisajístico, la zona donde está enclavado el Complejo tiene una calidad visual baja. En cuanto a la cuenca visual, ésta no se ve notablemente aumentada por la apertura de la nueva zona de vertido. En cuanto a las nuevas instalaciones propuestas, éstas no tienen un impacto visual destacable debido a la pequeña extensión que ocupan respecto a las zonas de vertido.

En conjunto, **los valores ambientales de la parcela donde se enclava el vertedero ofrecen una calidad muy baja**. Si se tiene en cuenta el terreno circundante, tampoco los valores ambientales son mayores, puesto que el uso principal del suelo se dedica a cultivos intensivos en

invernadero, producción de energía eólica y actividades extractivas. Más lejos aún se encuentran varios espacios naturales, pero a más de 2 Km de los límites de la superficie asignada a la OSE.

### *20.3.2 Principales alteraciones ambientales previsibles*

La ampliación de la zona de vertido no va a producir nuevos impactos ambientales en el entorno ocupado por el Complejo, tan sólo se mantendrán algunos de los existentes o incluso se atenuarán, puesto que se mejorará la incidencia de las emisiones de polvo, ruido y olores, gracias a la mejora de la eficiencia de las máquinas y las medidas correctoras de la actualidad en comparación con el momento en que se puso en explotación el vaso del vertedero.

En primer lugar, habrá una mayor ocupación de suelo, aunque en estos momentos la mayor parte de ese terreno esta dedicada a actividades extractivas y a depósitos temporales de algunos residuos,, durante la fase de construcción.

Respecto a la atmósfera, durante la fase de construcción se prevé que se produzcan emisiones de polvo, al igual que en el momento de la formación de celdas durante la fase de explotación del vertedero, aunque estas pueden ser atenuadas si se riegan los caminos con agua mediante camiones cisterna, tanto durante la fase de construcción como en la de explotación. La quema del biogás producido, así como las emisiones que puedan llegar a la atmosfera, serán similares alas que se producen en ese momento, aunque la cantidad dependerá de la mayor o menor generación de residuos que se produzcan en la isla. Los olores producidos afectarán de igual manera a la que se pueda producir en la actualidad, dándose sucesos esporádicos debido a que la población que queda al Suroeste de la zona de vertido (el viento dominante es del Noreste) es muy escasa, puesto que

potencialmente afectaría al Polígono Industrial y a la Central Térmica de Unelco, situados a más de 2.500 m del nuevo emplazamiento del vertedero.

No se prevén afecciones a acuíferos ni cursos de agua permanentes, debido a la inexistencia de los primeros y a que la red hidrográfica está controlada mediante canales de desviación de los barrancos. Además de que está previsto colocar una lámina de polietileno que aísle el vaso de vertido, existe ya un control y tratamiento de los lixiviados producidos. Además, la generación de "compost" previa al vertido de los residuos permite generar muchos menos lixiviados que en el pasado.

La construcción de una planta de valorización energética y la instalación de un conjunto de aerogeneradores (que se emplazarían en la parte este de la parcela), tal y como se prevé, afectarían al matorral de cardonales y tabaibas, que constituyen, como ya se ha señalado, el área mejor conservada de la misma.

No parece que las nuevas construcciones afecten al emplazamiento de un nido de cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*) que se encuentra situado al sur del vertedero antiguo. En cuanto a la afección a otras especies de vertebrados, es posible que se afecte principalmente al lagarto tizón (*Gallotia galloti* y al bisbita caminero (*Anthus berthelotti*), principalmente por reducir su territorio, aunque no directamente a los individuos presentes en la zona que no es previsible que sean muchos, puesto que la densidad de bisbita caminero (*Anthus berthelotti*) en la zona es inferior a 0,20 aves/ha.

La construcción de un nuevo vial de acceso a la zona de compostaje y la planta de valorización producirá una afección a la vegetación de matorral de tabaibas y cardonal, aunque menor en superficie que la nueva planta de valorización, aunque los taludes de desmonte podrían producir gran cantidad de sedimentos si no son tratados convenientemente.

### *20.3.3 Conclusiones de diagnostico*

### *Análisis DAFO*

El análisis DAFO (Debilidades - Amenazas - Fortalezas - Oportunidades) es una forma de disponer el conocimiento adquirido durante la fase de diagnóstico para **facilitar la identificación de estrategias y objetivos** de cara al desarrollo del presente Plan Territorial Parcial.

Dicho análisis se concreta en una matriz, cuyas entradas por filas están ocupadas por fortalezas y debilidades (atributos correspondientes al ámbito del Plan), mientras que las correspondientes a columnas los están por amenazas y oportunidades.

La correcta interpretación y valoración de la matriz permite identificar con facilidad objetivos y líneas de acción que han de ser consideradas durante la fase de planificación, mediante la aplicación de estrategias defensivas, reactivas, adaptativas u ofensivas según proceda en cada caso

| MATRIZ DAFO | DEBILIDADES | FORTALEZAS |
|---|---|---|
| AMENAZAS | *Estrategias defensivas* | *Estrategias reactivas* |
| OPORTUNIDADES | *Estrategias adaptativas* | *Estrategias ofensivas* |

Para el caso que es objeto del presente Plan Territorial Parcial, se han identificado los siguientes aspectos:

i. Fortalezas

1. Calidad ambiental, a través del cumplimiento de la normativa vigente y adopción de los preceptos filosóficos de “las cuatro erres” en materia de residuos: reducir, reutilizar, reciclar y revalorizar.

2. Creación de empleo, tanto directo como indirecto.

3. Existencia de inversiones asociadas al desarrollo del Complejo Ambiental de Arico.

4. Valorización económica para determinados residuos.

5. Centralización de la gestión de los residuos generados en la isla, aspecto que contribuye a optimizar la asignación técnica y especial necesaria para el correcto desarrollo de la gestión de los residuos en la isla.

ii. Debilidades

1. Consumo de recursos, tanto para la operación como el mantenimiento de las diferentes actividades existentes en el Complejo.

2. Efectos paisajísticos, a través de la implantación de un elemento ajeno en un entorno fisiográfico que potencia la fragilidad visual del espacio asignado al Complejo.
3. Efectos biológicos, producidos por posibles afecciones a las poblaciones de flora y fauna preexistentes en el espacio asignado al Complejo

4. Inhibición de otros usos del suelo, como el agrícola o el extractivo

5. Efectos sobre el entorno físico, debido a modificaciones topográficas y a posibles afecciones a suelos, cauces superficiales o acuíferos.

iii. Oportunidades.

1. Sensibilización medioambiental creciente en la población

2. Planificación y legislación sectorial suficientemente desarrollada como para acometer una gestión coherente de los residuos sólidos en la isla.

3. Potencial inversor a través de las diferentes administraciones insular, autonómica, estatal y europea.

4. Desarrollo del tren del sur.

5. Potenciación territorial otorgada por el PIOT a la Región Sureste de la isla.

iv. Amenazas.

1. Escasa accesibilidad en las condiciones actuales.

2. La insularidad que puede lastrar el correcto desarrollo de ciertos procesos en la gestión de los residuos generados.

3. Falta de suelo útil en la isla, lo cual obliga a optimizar la ordenación territorial y el desarrollo de los usos asignados.

Todos estos factores configuran la siguiente matriz DAFO. Se han cruzado debilidades y fortalezas con amenazas y oportunidades para analizar

la incidencia mutua existente. Los casos en que un aspecto reúne un significativo balance negativo deberán ser tenidos especialmente en cuenta a la hora de prescribir líneas de actuación.

A partir del análisis de la Matriz DAFO, cabe introducir las siguientes consideraciones:

- Es positivo desde el punto de vista estratégico favorecer el desarrollo del Complejo Ambiental de Arico.

- Deberá minimizarse, dentro de lo tecnológicamente posible, el consumo de recursos en cada una de las instalaciones y procesos productivos que se establezcan en el Complejo.

- La optimización del espacio será otro aspecto clave, debido a la problemática existente en la isla con la disponibilidad de suelo dad su particular geomorfología y su caracterización geológica.

- Será conveniente así mismo aprovechar las bondades intrínsecas que presenta la adecuación del Complejo como elemento clave en la gestión de los residuos de la isla para orientar nuevas inversiones y espolear medidas de educación ambiental para la población.

| | | Debilidades | | | | | Fortalezas | | | | | Balance |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Consumo de recursos | Efectos sobre el entorno físico | Efectos biológicos | Inhibición de otros usos del suelo | Efectos paisajísticos | Calidad ambiental | Creación de empleo | Inversiones asociadas | Valorización económica de determinados residuos | Centralización en la gestión de residuos | |
| Amenazas | Escasa accesibilidad | = | = | = | - | = | = | = | = | = | + | = |
| | Insularidad | - | = | = | - | = | = | = | = | = | + | 1- |
| | Falta de suelos útiles | - | - | = | - | = | + | = | = | = | + | 1- |
| Oportunidades | Sensibilización medioambiental | = | = | = | = | = | + | = | = | + | = | 2+ |
| | Planificación y legislación sectorial | = | = | = | = | = | + | = | + | = | = | 2+ |
| | Potencial inversor | = | = | = | - | = | = | + | + | + | = | 3+ |
| | Desarrollo del tren del Sur | - | = | = | = | = | = | = | + | = | = | = |
| | Potenciación territorial | - | = | = | - | = | + | + | + | = | = | 1+ |
| | Balance | 4- | 1- | = | 5- | = | 4+ | 2+ | 4+ | 2+ | 3+ | |

*Tabla 20.1 Matriz DAFO para aplicación del PTP*

***Conclusiones del Diagnostico.***

Superando los análisis temáticos y parciales de los distintos factores que intervienen en la planificación del PTP, puede sintetizarse el diagnóstico sobre la adecuación y viabilidad territorial del Complejo Ambiental de Arico en torno a dos consideraciones finales claramente acotadas:

**1. Un ámbito especialmente idóneo para el desarrollo del proyecto estratégico del Complejo.**

- Por la concentración e integración de las instalaciones e infraestructuras de tratamiento de residuos en una sola ubicación, lo que facilita y agiliza la gestión final de los mismos.

- Por la dimensión del ámbito: 421 Has, repartidas entre instalaciones y reservas para futuras ampliaciones (aunque deberá estudiarse la ampliación del ámbito espacial de ordenación)

- Por la localización y conectividad insular: en el centro de un área insular de gran dinámica de desarrollo, y conectado directamente a la autopista TF-1, columna vertebral de la isla.

- Por su carácter de pieza de potenciación del Sureste de la isla, y su elevado potencial de proyección de sinergias territoriales y socioeconómicas en su entorno.

- Por los condicionamientos internos mínimos de dicho ámbito: el nivel de servidumbres y condicionamientos de partida es excepcionalmente bajo para el caso de necesidades de infraestructuras para el tratamiento de residuos.

- Por los condicionamientos topológicos: tanto en su forma regular, como por su topografía admisible, el ámbito puede permitir un desarrollo razonable de la ordenación del PTP.

- Por su viabilidad medioambiental: el PTP del Complejo comprende zonas funcionales en las que ya existen instalaciones en marcha y proyectos ya evaluados y con su correspondiente . Declaración de Impacto Ambiental publicada. Por otra parte, el impacto del nuevo desarrollo del PTP se considera compatible a escala municipal e insular, tal y como refleja el Estudio Ambiental específico realizado en el desarrollo del presente Plan.

**2. Una adecuada configuración de partida de entidades gestoras y marco de competencias para hacer realidad este proyecto innovador.**

- La viabilidad del futuro Complejo no va a depender únicamente del nivel de acierto de su concepción y planificación, sino de su gestión. El concepto innovador de "complejo integral de residuos", que engloba todas las infraestructuras necesarias para la gestión de los residuos, requiere un modelo de gestión respetuoso con los ámbitos de competencias de los distintos ámbitos funcionales y que, a la vez, resuelva su interacción con el entorno.

***Principales retos de la planificación.***

En estas circunstancias de partida, la planificación del Complejo de Residuos, como proyecto estratégico insular, se enfrenta a los siguientes retos principales:

**1. Materialización del concepto innovador del Complejo como unidad o marco funcional que engloba diferentes ámbitos funcionales en la gestión de los residuos y su entorno funcional inmediato.**

- La integración de las diferentes infraestructuras de gestión de residuos responde a una necesidad creciente en la isla de la planificación territorial. El proyecto de PTP del Complejo constituye una iniciativa innovadora de articular esta integración mediante una figura de planeamiento y una concepción funcional no meramente pasiva, sino activa, en la que el entorno funcional del Complejo adquiere una importancia clave en el conjunto

- Con este proyecto, Tenerife puede dotarse de un gran marco de oportunidad para dar respuesta no solamente a las garantías de gestión de los residuos a largo plazo, sino a la puesta en pie de un importante polo de desarrollo económico y social insular.

**2. Conversión en operativo del concepto habitualmente pasivo de "reserva estratégica", ordenando y regulando su desarrollo a corto, medio y largo plazo.**

- Esa planificación y gestión ha de partir del respeto del ámbito de competencia de cada una de las grandes "piezas" funcionales del Complejo, pero estableciendo marcos claros de planificación global, de resolución de las interfases de las infraestructuras y de concertación de las decisiones de implementación y gestión de los sistemas comunes de infraestructuras.

- Cada nuevo desarrollo va a interactuar sobre todo el conjunto. El Complejo ha de dotarse de imprescindibles sistemas de flexibilidad, y su planeamiento ha de definir el marco genérico de "reserva", que contemple, entre otros aspectos, los siguientes:

  - Regulación flexible y concertada de competencias y actuaciones.

  - Definición de una estructura básica de ordenación.

  - Establecimiento de unidades de actuación de escala adecuada.

- Marco flexible de prioridades de desarrollo.

**3. Establecimiento de las bases de la necesaria coordinación de las infraestructuras fundamentales del Complejo (infraestructuras de accesibilidad e infraestructuras básicas), tanto en su planificación como en su ejecución y gestión.**

- El Complejo es un proyecto a largo plazo, que ha de articular procesos de planeamiento a corto con el concepto de "reserva estratégica", habitualmente incorporado a la planificación de infraestructuras.

**4. Integración del Complejo en su contexto territorial y ambiental en un marco sostenible y de calidad**

El PTP debe elaborar las determinaciones, recomendaciones indicativas y orientativas para la consecución del Complejo como un área de actividades económicas e infraestructurales sostenibles:

- Protección de áreas de valor ambiental (IBA de la Montaña Centinela y el Llano de La esquina.

- Corrección de impactos de los nuevos desarrollos.

- Adecuada integración del nuevo paisaje industrial y logístico desarrollado.

- Compatibilidad de toda la gama de actividades de posible implantación.

- La calidad integral como criterio de desarrollo

## *20.4.- EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS.*

### *20.4.1 Análisis ambiental de la ordenación propuesta*

El Reglamento de contenido ambiental de los instrumentos de planeamiento (Decreto 35/1995, de 24 de febrero) establece que el planeamiento territorial y de desarrollo debe contener, aparte de las propias de su naturaleza y finalidad, las determinaciones ambientales que a continuación se especifican:

a) Medidas de ordenación previstas para evitar, reducir o compensar los efectos negativos sobre el medio ambiente y el paisaje.
b) Medidas de protección de los elementos del patrimonio histórico, arqueológico y etnográfico existentes, y de su integración dentro de la ordenación preestablecida.
c) Medidas minimizadoras de los efectos ambientales producidos durante la fase de ejecución de la urbanización y la edificación.
d) Medidas correctoras previstas para disminuir los efectos negativos permanentes sobre el medio y rectificar situaciones preexistentes productoras de un impacto desfavorable.
e) Condiciones ambientales que han de cumplir los diferentes proyectos y otros instrumentos que desarrollen el plan
f) Programa de actuaciones positivas de contenido ambiental.

Por este motivo, y una vez afrontado el diagnóstico ambiental correspondiente al ámbito de aplicación del presente Plan Territorial Parcial, resulta perentorio afrontar el análisis de la ordenación propuesta desde el punto de vista ambiental, para posteriormente prescribir una serie de medidas correctoras de cara a garantizar la viabilidad de la propuesta establecida.

### *20.4.2 Viabilidad ambiental del Plan Territorial Parcial*

El Modelo de Ordenación propuesto es ambientalmente viable. Sin embargo, se considera necesario identificar los efectos ambientales a que puede dar lugar. Independientemente de la adecuación de la ordenación propuesta a los valores ambientales de la zona, los efectos más relevantes se producirán debido la construcción y entrada en funcionamiento de las instalaciones previstas. Cuando se asuma una ordenación estructural definitiva y pueda profundizarse en el análisis de cada área funcional y proyecto en concreto, habrá que identificar todos y cada uno de los impactos que se generan en las sucesivas fases, así como proporcionar y poner en marcha las medidas correctoras oportunas. Será este el momento de establecer la identificación exacta de cada espacio y solución tecnológica, y poder analizar con profundidad la compatibilidad entre ellas, los recursos que se emplean o consumen, los residuos, efluentes y emisiones generados, etc.

No obstante, es necesario plantear una serie de medidas destinadas a establecer el desarrollo del Complejo Ambiental de Arico de una forma respetuosa con el entorno que lo acoge, además del presupuesto cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Estas medidas son las que a continuación se detallan:

- Control diario del tonelaje de residuos

- Drenaje de aguas superficiales, mediante la construcción de cunetas de guarda para captación y desvío de escorrentías externas y sistema de drenaje y depuración de escorrentías propias. Se evitará el vertido de caudales sin depurar.

- Plan de gestión para el material sobrante de las excavaciones

- Para evitar la dispersión de partículas de polvo se deberá garantizar la estabilización de viales; también se realizarán riegos periódicos (en función de las condiciones meteorológicas) mediante la utilización de camiones cisterna, y se cubrirán con lonas protectoras los materiales susceptibles de dispersarse durante su transporte.

- Se deberá garantizar el correcto estado de toda la maquinaria empleada tanto en fase de obra como de explotación. Se designará un área específica para el mantenimiento de la maquinaria, que deberá estar impermeabilizada y dotada de un sistema de recogida y tratamiento para los efluentes generados

- El control de accesos al Complejo Ambiental de Arico ha de regularse estrictamente. Se instalarán lavarruedas a la entrada de las instalaciones

Una vez aprobado definitivamente el presente documento, se redactará un "Proyecto de Ordenación Paisajística para el Complejo Ambiental de Arico" como elemento transversal al resto de actuaciones que desarrollen este Plan Territorial Parcial. Dicho proyecto tendrá como objetivo prioritario la integración del Complejo Ambiental de Arico en su entorno ecológico y paisajístico. Este proyecto contemplará el cerrado perimetral de la superficie del Complejo, que deberá ejecutarse mediante un vallado con una altura suficiente que impida la entrada al recinto de pequeños mamíferos y la salida en suspensión de elementos ligeros; este vallado se asentará sobre una zanja que recoja posibles escorrentías generadas. También se proyectará la adecuación paisajística y ecológica de este espacio mediante actuaciones de revegetación utilizando especies vegetales adaptadas a las condiciones ecológicas existentes, a poder ser de carácter autóctono. El objetivo final es poder disfrutar de un espacio integrado visual y ecológicamente en su

entorno, que pueda ser visitado por diferentes colectivos sociales

### *20.4.3 Efectos socioeconómicos.*

A lo largo del presente documento de ordenación se han ido analizando las oportunidades, amenazas, fortalezas y debilidades asociadas al desarrollo del Complejo Ambiental de Tratamiento Integral de Residuos de Arico. Entre los aspectos positivos que deben ser analizados están sin duda los socioeconómicos. Sin embargo, resulta complicado anticipar cualquier tipo de valoración respecto a un proyecto tan abierto a posibles variaciones en el tiempo. En cualquier caso, a continuación se aproxima una serie de efectos que previsiblemente el desarrollo del Complejo Ambiental de Arico generara:

i. Creación directa e indirecta de empleo.

A continuación se aporta una estimación de los puestos de trabajo directos que puede generar la entrada en actividad de los diferentes elementos que compondrán el desarrollo del Complejo Ambiental de Arico

| Dotación | Puestos estimados |
|---|---|
| Mantenimiento general | 20 |
| Oficinas, control y aula medioambiental | 5 |
| Planta de reciclaje "todo-uno" | 38 |
| Acondicionamiento y pretratamiento de MO | 3 |
| Proceso de biometanización | 4 |
| Maduración, túneles y afino de compost | 6 |
| Valorización termoeléctrica del rechazo | 10 |
| Planta de reciclaje de envases ligeros | 26 |
| Sellado, desgasificación y celdas de vertido | 5 |
| Plantas de residuos animales | 3 |
| Celdas de vertido en explotación | 10 |
| Planta de machaqueo | 3 |

| Dotación | Puestos estimados |
|---|---|
| Planta de lixiviados | 20 |
| Parque eólico | 2 |
| Polígono industrial de reciclado | 50 |
| Total | 187 |

*Tabla 20.2 Estimación de empleo directo para las diferentes dotaciones del Complejo*

La cualificación necesaria para desempeñar estos puestos será variada, abarcando desde perfiles técnicos hasta personal menos cualificado, asociado a cada proceso de construcción u operativo.

i. Economía asociada

La implantación y entrada en funcionamiento de todas las actividades proyectadas para el Complejo Ambiental de Arico generarán con toda probabilidad una economía asociada, tanto para el abastecimiento de los diferentes procesos establecidos, como para dar salida a los subproductos generados en los procesos de revalorización económica.

Este aspecto se verá sin duda potenciado mediante la ubicación en el área del Complejo del Polígono de Empresas Recicladoras.

ii. Inversión rentable

Las inversiones establecidas en el presente Plan Territorial Parcial resultarán viables, teniendo en cuenta la participación de capital procedente de diversas administraciones y la posibilidad de afrontar la valorización económica de algunos residuos.

iii. Activación territorial

El desarrollo del Complejo Ambiental de Arico, junto al conjunto de operaciones singulares estructurantes que el Plan Insular de Ordenación de Tenerife ha previsto en la región sureste de la isla, significará a corto y medio plazo una clara activación territorial para este entorno geográfico

iv. Fomento de la cultura del reciclado

La completa puesta en marcha del Complejo Ambiental de Arico puede favorecer el fomento entre la población tinerfeña de la cultura del desarrollo sostenible, y del reciclado en particular. A este efecto contribuirá la potenciación del Aula Ambiental allí ubicada actualmente.

## *20.5.- DESARROLLO DEL PLAN TERRITORIAL PARCIAL. ESTRUCTURA FUNCIONAL*

### *20.5.1 Modelo de Ordenación Propuesto*

El presente Plan Territorial Parcial, en desarrollo de las determinaciones establecidas en el Plan Insular de Ordenación de Tenerife, define los elementos fundamentales de la estructura territorial en el ámbito de aplicación del Complejo Ambiental de Tratamiento Integral de Residuos de Arico como Operación Singular Estructurante.

Para garantizar el correcto desarrollo de la alternativa propuesta, es necesario establecer un **modelo básico de ordenación**, que en nuestro caso resulta ser la Alternativa 1, de la cual rescatamos a continuación las características básicas, la distribución espacial de los ámbitos funcionales y los condicionantes.

Alternativa 1

i. Características básicas

Esta alternativa se caracteriza por apoyarse en la ubicación de las infraestructuras existentes para continuar con el desarrollo de las funcionalidades del Complejo Ambiental de Arico. No existen motivaciones de especial relevancia que indiquen la necesidad de reorientar el reparto territorial ya establecido.

ii. Distribución espacial de los ámbitos funcionales

Se amplía hacia el norte el área de tratamiento ya replanteada, así como su área de servicios generales asociada, reservándose una pequeña superficie para acopios al sur del vertedero ya sellado. El área de vertido queda delimitada por el barranco de Guasiere, el canal superficial que une el mismo con el cauce que procede desde el pueblo de El Rio, la línea replantada para el parque eólico sur, y el vertedero sellado

El polígono de empresas recicladoras se ubica a ambos lados de los primeros metros del camino interior del Complejo que parte del enlace con la TF-1. Cada uno de los ámbitos funcionales definidos se encuentra ubicado junto a un espacio de reserva estratégica lo suficientemente extenso como para no ser necesario considerar su deslocalización.

iii. Condicionantes.

*Desde* el punto de vista económico, resulta más favorable continuar con la línea de trabajo ya establecida, puesto que en caso contrario sería necesario afrontar una serie de costes “extra” para desmantelar, rediseñar y volver a poner en explotación las infraestructuras existentes.

La figura de la página siguiente recoge la imagen gráfica del modelo

básico de ordenación objeto del presente Documento

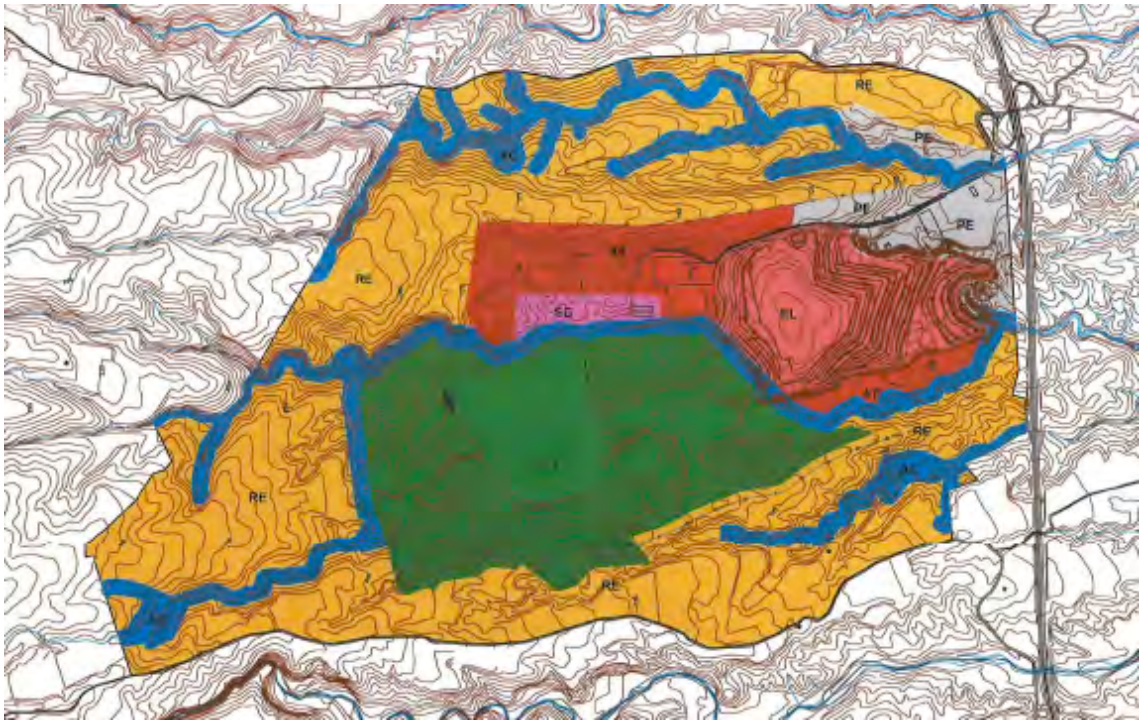



*Figura 20.4 Alternativa 1*

### *20.5.2 Esquema funcional del Modelo de Ordenación.*

Además del modelo básico de ordenación, para garantizar el correcto desarrollo de la alternativa propuesta, es necesario establecer una serie de **determinaciones** que regulen los usos establecidos dentro del Complejo Ambiental de Arico. Por tanto, las determinaciones que a continuación se presentan tendrán carácter vinculante para cada uno de los documentos de planeamiento o proyectos afectados.

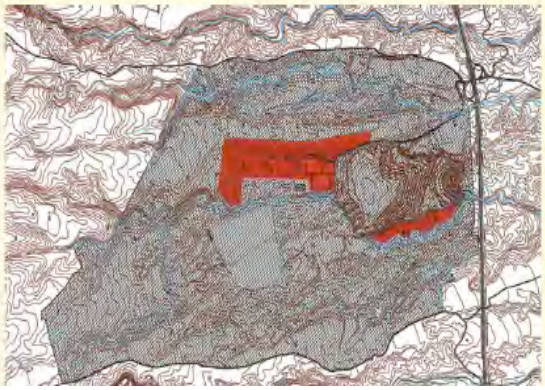
El Complejo de Tratamiento Integral de Residuos de Arico constituirá **el elemento central de la gestión de los residuos urbanos generados la isla**. Su ubicación en el entorno del actual vertedero de Arico exige la ampliación de las actuales instalaciones, además del desarrollo de un área destinada a usos productivos vinculados al tratamiento, gestión y aprovechamiento de los residuos.

El objetivo principal de la Operación Singular Estructurante definida por el Plan Insular de Ordenación de Tenerife es el desarrollo de un complejo de carácter industrial en el cual se centralice y resuelva al más largo plazo posible el tratamiento y gestión de los residuos generados en la isla. El desarrollo de este complejo se concibe como una pieza clave dentro de políticas sectoriales y territoriales de más amplio alcance.

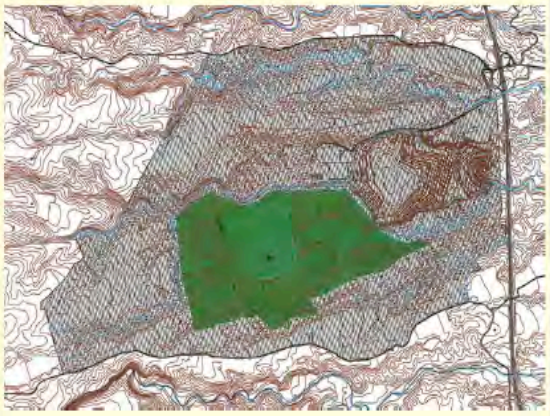
Según se anticipa en capítulos precedentes, la ordenación del Complejo Ambiental de Arico quedará acotada por la definición de una serie de **áreas funcionales**, caracterizadas por una cierta homogeneidad interna. Estas áreas ya han sido descritas con profundidad en capítulos anteriores.

A continuación se hará una acotación acerca de sus hitos de desarrollo y normas básicas de gestión en forma de **fichas de ordenación**, sin menoscabo de atender a lo dispuesto en el Documento de Normativa Urbanística.

## *Ámbito funcional. Área de Tratamiento*

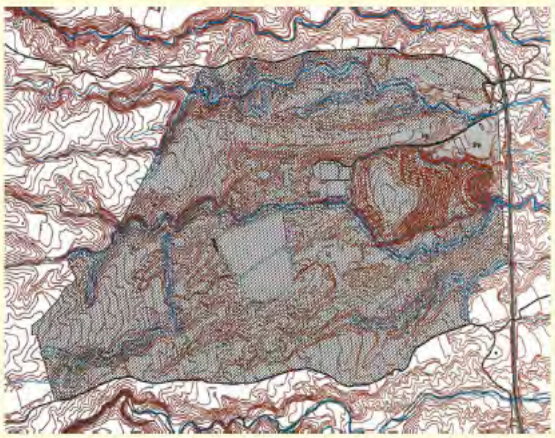
| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ámbito funcional** | Área de Tratamiento (AT) | **Superficie asignada** | 29, 47 has |
| **Objetivos** | Optimizar el tratamiento y gestión de los residuos generados en la isla mediante el empleo de las infraestructuras y tecnologías dedicadas reutilización, reciclado y revalorización que se estimen adecuadas. Minimizar el volumen de residuos destinados a vertedero | | |
| **Infraestructuras necesarias** | Recepción | Clasificación | |
| | Tratamiento de residuos no reutilizables | Reciclado | |
| | Planta de Compostaje | Planta de Biometanización | |
| | Planta de valorización de rechazos | Área de acopios | |
| | Planta de Valorización de Residuos MER | Planta de Desgasificación | |
| **Limitaciones de ubicación** | Deberá evitarse en la medida de lo posible la proximidad a las áreas de protección ambiental definidas. Por otro lado, la ubicación de las infraestructuras necesarias considerará la mínima variación de las condiciones planimétricas de partida para optimizar la gestión de los movimientos de tierra | | |
| **Condiciones de accesibilidad** | Se requiere la dotación de accesos que permita la correcta, ágil y flexible movilidad de los vehículos y maquinaria empleados | | |
| **Infraestructuras existentes** | Planta de Separación de Residuos (4 líneas). Planta de Compostaje. Planta de Valorización de Materiales Específicos de Riesgo (MER) | | |
| **Propuesta de planeamiento** | Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras (Rpl) / Situación actual según NNSS de 1997: Suelo Rústico de Protección Minera (Ppex) – Sistema General Dotacional (zona sur) | | |
| **Usos característicos** | Tratamiento de residuos: actividades y elementos funcionales, en cumplimiento de las determinaciones que establezca el presente PTP, así como las contempladas en el Plan Territorial Insular de Ordenación y en el Plan Territorial Especial de Ordenación de los Residuos |  | |
| **Usos tolerados** | Se toleran los usos industriales que sean necesarios para garantizar el adecuado tratamiento de los residuos generados en la isla de Tenerife. Actividades de investigación y desarrollo vinculadas al aprovechamiento productivo de los residuos reciclables | | |
| **Usos prohibidos** | Cualquier uso o actividad no contemplados como característico o tolerado | | |
| **Condicionantes ambientales** | Las infraestructuras que compondrán el Área de Tratamiento presentarán una serie de necesidades que deberán ser satisfechas minimizando las implicaciones ambientales que lleven asociadas: consumo de recursos, generación de residuos y efluentes, e intrusiones paisajísticas | | |

## *Ámbito funcional. Área de vertido*

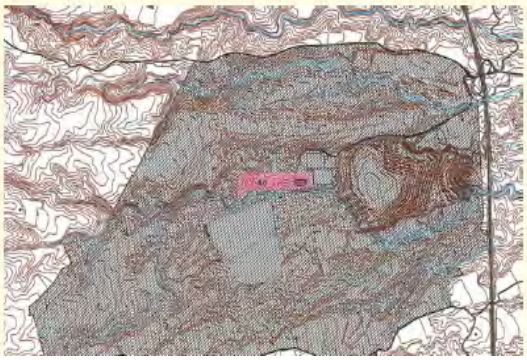
| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ámbito funcional** | Área de Vertido | **Superficie asignada** | 87,25 has |
| **Objetivos** | Previsión a largo plazo para depósito controlado de los residuos que no pueden ser reutilizados, recibir tratamiento de reciclado o revalorización, así como de los rechazos generados a partir de alguno de los procedimientos definidos para el anterior ámbito funcional | | |
| **Infraestructuras necesarias** | Celdas de vertido | Planta de Machaqueo de Áridos | |
| | Recogida y tratamiento de gases, pluviales y lixiviados | Celdas de Seguridad | |
| **Limitaciones de ubicación** | Deberá evitarse en la medida de lo posible la proximidad a las áreas de protección ambiental definidas. Por otro lado, la ubicación de los vasos de vertido e infraestructuras necesarias considerará la mínima variación de las condiciones planimétricas de partida para optimizar la gestión de los movimientos de tierra | | |
| **Condiciones de accesibilidad** | El correcto desarrollo de este espacio funcional requiere la dotación de accesos que permitan la movilidad y operatividad de la maquinaria empleada. Para ello, se requiere una correcta dotación de accesos que permita la correcta, ágil y flexible movilidad de los vehículos y maquinaria empleados | | |
| **Infraestructuras existentes** | Celdas en diferentes fases de explotación y sellado. Planta de Tratamiento de Lixiviados. Planta de Machaque de Áridos | | |
| **Propuesta de planeamiento** | Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras (Rpl) / Situación actual según NNSS de 1997: Suelo Rústico de Protección Minera (Ppex) | | |
| **Usos característicos** | Depósito controlado de residuos: actividades y elementos funcionales, en cumplimiento de las determinaciones que establezca el presente PTP, así como las contempladas en el Plan Territorial Insular de Ordenación y en el Plan Territorial Especial de Ordenación de los Residuos |  | |
| **Usos tolerados** | Se toleran los usos industriales que sean necesarios para garantizar el adecuado tratamiento de los residuos generados en la isla de Tenerife. Actividades de investigación y desarrollo vinculadas al aprovechamiento productivo de los residuos reciclables | | |
| **Usos prohibidos** | Cualquier uso o actividad no contemplados como característico o tolerado | | |
| **Condicionantes ambientales** | Los espacios dedicados a vertedero deberán adecuarse y recibir los tratamientos necesarios para evitar cualquier efecto no deseado sobre el suelo o cursos de agua próximos. Para ello se respetarán al menos los preceptos establecidos en la legislación vigente, concretamente en el RD 1481/2001, por el que se regula la eliminación de residuos mediante su depósito en vertedero, así como posteriores desarrollos | | |

## *Ámbito funcional. Polígono de empresas recicladoras*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ámbito funcional** | Polígono de empresas recicladoras | **Superficie asignada** | 19,36 has |
| **Objetivos** | Centralización tanto de la actividad económica como de la Investigación, desarrollo e innovación que se genere en la isla en materia de reciclado y revalorización de residuos. De este modo se potenciará la vinculación de las políticas de gestión de residuos con otros sectores de la actividad económica | | |
| **Infraestructuras necesarias** | Las edificaciones que alberguen las actividades anteriormente señaladas, que deberán disfrutar las dotaciones correspondientes | | |
| **Limitaciones de ubicación** | Deberá evitarse en la medida de lo posible la proximidad a las áreas de protección ambiental definidas. Por otro lado, la ubicación de los edificios considerará la mínima variación de las condiciones planimétricas de partida para optimizar la gestión de los movimientos de tierra | | |
| **Condiciones de accesibilidad** | El correcto desarrollo de este espacio funcional requiere la dotación de accesos que permitan la movilidad y operatividad en su interior. Para ello deberá ejecutarse una red de viales que comunique esta zona con el resto del Complejo, y en especial con sus accesos generales | | |
| **Infraestructuras existentes** | El actual espacio asignado, con una superficie de 45.000 m² y en fase de urbanización, cuenta únicamente con un acuerdo (ECOEMBES) de radicación en el Polígono | | |
| **Propuesta de planeamiento** | Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras (Rpl) / Situación actual según NNSS de 1997: Suelo Rústico de Protección Minera (Ppex) - Suelo Rústico de Protección Paisajística (PBp) | | |
| **Usos característicos** | Será uso característico para este ámbito funcional el sustentar un tejido empresarial alrededor de las tecnologías del reciclado, y del tratamiento de residuos sólidos en general. También se acogerán todas aquellas actividades relacionadas con el Investigación, desarrollo e innovación en las citadas material | | |
| **Usos tolerados** | Pese a no ser su uso vocacional, y siempre que resulte ambientalmente viable y no impida el desarrollo saludable del uso característico, se tolerará la implantación de aquellos usos industriales que resulten necesarios para garantizar el adecuado tratamiento de los residuos generados en la isla de Tenerife. Asimismo se permite el uso del suelo para las actividades extractivas que se encuentran actualmente en funcionamiento en zonas próximas al polígono, siempre que no se precise la ocupación de estas áreas para implantación de empresas relacionadas con el ámbito de los residuos por saturación de la superficie asignada. | | |
| **Usos prohibidos** | Cualquier uso o actividad no contemplados como característico o tolerado | | |

| | | |
|---|---|---|
| **Condicionantes ambientales** | Las instalaciones que se implanten deberán considerar en su diseño criterios de carácter ambiental: minimización de los recursos empleados, así como de los residuos, efluentes y emisiones generados. Tal y como se ha relatado anteriormente, no deberá comprometerse el normal desarrollo del uso vocacional de este ámbito funcional; esta idea comprende también garantizar el bienestar (visual, sonoro, etc.) del personal perteneciente a las empresas que se establezcan en el Complejo. |  |

## *Ámbito funcional. Servicios generales.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ámbito funcional** | Servicios generales | **Superficie asignada** | 3,93 has |
| **Objetivos** | Permitir el desarrollo del resto de funcionalidades descritas, gracias al normal suministro de elementos y espacios básicos | | |
| **Infraestructuras necesarias** | Abastecimiento y depuración de aguas | Suministro eléctrico | |
| | Accesos y redes de transporte | Telecomunicaciones | |
| | Dotaciones para el personal que opere en el Complejo | Aparcamientos para empleados y visitantes | |
| | El Cabildo la posibilidad de replantear, construir y explotar dentro del espacio asignado al Complejo un Parque Eólico de 40 MW de potencia instalada en dos líneas de aerogeneradores más o menos paralelas situadas en los extremos norte y sur del mismo. | | |
| **Limitaciones de ubicación** | Deberá evitarse en la medida de lo posible la proximidad a las áreas de protección ambiental definidas. Por otro lado, la ubicación de las infraestructuras necesarias considerará la mínima variación de las condiciones planimétricas de partida para optimizar la gestión de los movimientos de tierra | | |
| **Condiciones de accesibilidad** | El correcto desarrollo de este espacio funcional requiere la dotación de elementos que permitan movilidad, accesibilidad e interconexión con otros elementos del Complejo | | |
| **Infraestructuras existentes** | Existen en la actualidad una serie de elementos presentes en el Complejo que cumplen estas funciones. Sin embargo, y ante el previsible crecimiento del nivel de actividad, será necesario dimensionar, diseñar y ubicar nuevos elementos comunes de infraestructuras y equipamientos. | | |
| **Propuesta de planeamiento** | Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras (Rpl) / Situación actual según NNSS de 1997: Suelo Rústico de Protección Minera (Ppex) | | |
| **Usos característicos** | Las superficies asignadas por el presente PTP a Servicios Generales tendrán el uso vocacional de albergar infraestructuras y actividades que sirvan para el desarrollo del resto de funcionalidades presentadas |  | |
| **Usos tolerados** | Se toleran los usos industriales que sean necesarios para garantizar el adecuado tratamiento de los residuos generados en la isla de Tenerife. Actividades de investigación y desarrollo vinculadas al aprovechamiento productivo de los residuos reciclables | | |
| **Usos prohibidos** | Cualquier uso o actividad no contemplados como característico o tolerado | | |
| **Condicionantes ambientales** | Las infraestructuras que compondrán el ámbito funcional de Servicios Generales presentarán una serie de necesidades que deberán ser satisfechas minimizando las implicaciones ambientales que lleven asociadas: consumo de recursos, generación de residuos y efluentes, e intrusiones paisajísticas | | |

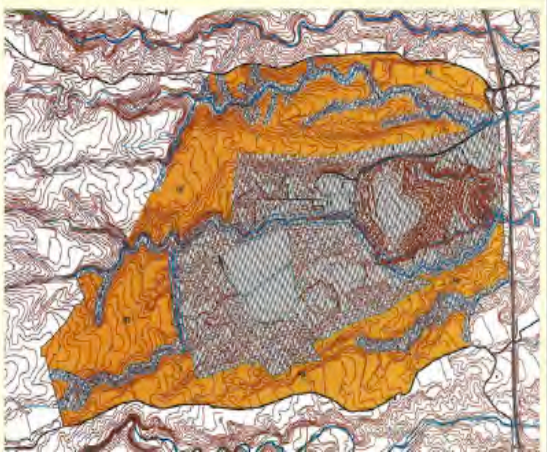
## *Ámbito funcional. Área de protección hidráulica de cauces y barrancos.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ámbito funcional** | Área de Protección Hidráulica de Cauces y Barrancos | **Superficie asignada** | 59,13 has |
| **Objetivos** | Bajo esta denominación se acotan espacios o elementos naturales situados en el ámbito espacial de ordenación que es necesario proteger ante el previsible desarrollo de los diferentes ámbitos funcionales descritos | | |
| **Elemento incluidos en el ámbito funcional** | La definición de espacios de protección ambiental en el interior del espacio asignado al desarrollo del Complejo responde básicamente a la localización de los barrancos y otros cauces intermitentes que atraviesan de oeste a este el ámbito de estudio. Se trata de espacios dotados de una configuración geomorfológica considerablemente abrupta que ya de por sí inhiben la implantación de cualquier uso de suelo productivo. En todo caso, se aportarán las determinaciones necesarias para garantizar su protección | | |
| **Propuesta de planeamiento** | Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras (Rpl) / Situación actual según NNSS de 1997: Suelo Rústico de Protección Minera (Ppex) - Suelo Rústico de Protección Paisajística (PBp) | | |
| **Usos característicos** | Se entiende por uso característico para el Área de Protección Ambiental la completa ausencia de efectos (directos o indirectos) sobre el mismo derivados de toda acción humana, de tal modo que no se interfiera sobre el funcionamiento hidrológico de los barrancos ni en la calidad o calidad de sus aguas | | |
| **Usos tolerados** | Se tolerará la ejecución de obras de mejora ambiental en general, y de corrección hidrológica en particular, previa autorización de la actividad competente en el Cabildo | | |
| **Usos prohibidos** | Cualquier uso o actividad no contemplados como característico o tolerado, y específicamente movimientos de tierras, voladuras y vertidos incontrolados a cauces y suelos | | |
| **Condicionantes ambientales** | Los barrancos son los únicos cauces con cierta continuidad existentes en la isla. Por este motivo, cualquier actividad que pueda inducir potenciales daños en este ámbito deberá ser estrictamente controlada. Corresponde a la gestión del Complejo velar por que este hecho se cumpla escrupulosamente | | |

## *Ámbito funcional. Espacios libres.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ámbito funcional** | Espacios Libres | **Superficie asignada** | 30,51 has |
| **Objetivos** | Otorgar un uso extensivo a los espacios del Complejo que han agotado su vida útil desde el punto de vista funcional | | |
| **Elemento incluidos en el ámbito funcional** | Se incluyen en este ámbito funcional los espacios ocupados por la celda de vertido sellado situada al sur del área asignada por el Plan Insular de Ordenación a la Operación Singular Estructurante del Complejo | | |
| **Propuesta de planeamiento** | Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras (Rpl) / Situación actual según NNSS de 1997: Sistema General Dotacional | | |
| **Usos característicos** | Se permitirán como usos característicos los definidos en el epígrafe denominado 'Alternativas de uso final" de este documento, es decir, infraestructuras energéticas (paneles fotovoltaicos), parques y jardines, etc. Podrán incorporarse a este listado aquellas ideas compatibles con las restricciones estructurales y ambientales existentes que sean aceptadas por el Cabildo como viables | | |
| **Usos tolerados** | Se permite la utilización de estas superficies como área de reserva para acopio de materiales | | |
| **Usos prohibidos** | Cualquier uso o actividad no contemplados como característico o tolerado, y específicamente movimientos de tierras, voladuras y vertidos incontrolados a cauces y suelos | | |
| **Condicionantes ambientales** | Los usos que se planteen para esta zona no deberán poner en peligro la capa de sellado ejecutada. Por ejemplo, las especies vegetales elegidas para la restauración deberán caracterizarse por poseer un sistema radical superficial, o los anclajes/soportes de los equipos que se instalen deberán poseer la profundidad adecuada | | |

## *Ámbito funcional. Área de reserva estratégica.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ámbito funcional** | Área de Reserva Estratégica | **Superficie asignada** | 191,50 has |
| **Objetivos** | Ante la necesidad de resolver al más largo plazo de tiempo posible el tratamiento y gestión de los residuos generados en la isla, se determina crear dentro del Ámbito Espacial de Ordenación definido un área destinado a ampliar las funcionalidades previstas para el Complejo en este PTP e incluso acoger otras nuevas si así se considera oportuno en función tanto de la evolución cualitativa y cuantitativa en la generación de residuos como de los posibles avances tecnológicos que se produzcan en este ámbito de conocimiento. Sólo se pasará a disponer de estas áreas de reserva en el caso de que se justifique adecuadamente tal necesidad, de acuerdo con los condicionantes establecidos en el marco legal existente | | |
| **Posibles usos posteriores** | Ampliación necesaria y debidamente justificada del espacio asignado a cada uno de los cinco ámbitos funcionales anteriormente definidos. Salvo impedimentos técnicos justificados, se tomará como opción preferente anexar superficies colindantes a las ya acotadas para cada ámbito funcional | | |
| | Espacio geográfico para la ubicación de nuevos ámbitos funcionales | | |
| **Usos del suelo existentes** | En el Ámbito de Ordenación definido se localizan parcelas en las que se desarrollan usos distintos a los asignados para cada uno de los ámbitos funcionales definidos. Se trata de parcelas dedicadas al cultivo (en invernaderos preferentemente) y a actividades extractivas. | | |
| **Propuesta de planeamiento** | Suelo Rústico de Protección de Infraestructuras (Rpl) / Situación actual según NNSS de 1997: Suelo Rústico de Protección Minera (Ppex) - Suelo Rústico de Protección Paisajística (PBp) - Suelo Rústico de Protección Agrícola de Medianías (Ppe3) | | |
| **Condiciones de desarrollo** | Para el caso de las parcelas dedicadas a usos primarios, y con el fin de evitar posibles incompatibilidades - comentadas a la hora de justificar la delimitación del Ámbito Espacial de Ordenación -, se estudiará la posibilidad (permutas, expropiaciones) de trasladar estas actividades a otros espacios alejados del Ámbito Espacial de Ordenación. Respecto a las canteras, se permitirá el desarrollo de las actividad que se encuentren actualmente en marcha, pudiéndose proceder a la urbanización de estos espacios siempre que así se determine por la saturación de las superficies destinadas a implantación de empresas dedicadas al tratamiento de los residuos. Asimismo se permite el uso del suelo para implantación de instalaciones de generación eléctrica mediante energías renovables. |  | |
| **Usos característicos** | Hasta el momento en el que Cabildo Insular de Tenerife obtenga la propiedad de las parcelas incluidas en el Ámbito Espacial de Ordenación, se tomarán como válidas las determinaciones territoriales y ambientales establecidas para cada uno de estos espacios en el Planeamiento General vigente para el municipio de Arico, según la clasificación y calificación del suelo que éste establezca. | | |

## *20.6.- INFRAESTRUCTURAS.*

### *20.6.1 Red de abastecimiento de agua*

En este sentido se consideran tres clases de agua de abastecimiento:

- Agua potable destinada a consumo e higiene humana.

- Agua de uso industrial, cuya diferencia con la anterior es que no está clorada y sus usos principales serán: procesos térmicos evitando los efectos perniciosos por presencia del Cloro y abastecimiento de la red de protección contra incendios del Complejo.

- Agua depurada para labores de limpieza y baldeo de grandes superficies así como para riego de viales, zonas de excavación y movimiento de tierras y riego de zonas verdes del Complejo.

**Objetivos**

Sobre la base de la propuesta de ordenación expuesta, las actuaciones van encaminadas a alcanzar los siguientes objetivos:

- Adecuar los recursos necesarios de agua del Complejo tanto de agua potable como de agua industrial y depurada.

- Asegurar la garantía de suministro mediante regulación y alternativas en la aducción.

**Criterios**

- La introducción de la desalación de agua de mar y la reutilización de agua depurada en el mercado del agua contribuye a proteger el acuífero insular además de regular los precios del agua y de diversificar las fuentes de suministro del sector.

- La regulación en cabeza de las redes permite asegurar el suministro frente a posibles problemas de aducción e incorporar el máximo número de fuentes de suministro.

**Actuaciones estructurales propuestas**

En base a lo expuesto, el conjunto de actuaciones consideradas y programadas en el ámbito del Complejo Ambiental de Arico para las líneas de aducción de las tres clases de agua indicadas es el siguiente:

- Acometida al Canal del Estado.- Agua procedente del acuífero insular que tras ser captada en galerías es conducida por canales en superficie. Situado entre las cotas 375-400, el caudal requerido será canalizado mediante tubería de diámetro suficiente para la reposición del volumen del depósito de almacenamiento y regulación en un tiempo prudencial. Se utilizará para abastecer las redes de agua industrial y potable.

- Construcción de Cámara de Válvulas en el área de servicios generales de tal forma que permita una serie de combinaciones adecuadas para el abastecimiento a las distintas áreas del Complejo: Área de Tratamiento, Polígono de Empresas Recicladoras, y Servicios Generales.

- Definición y ejecución de las redes interiores en las áreas de tratamiento, servicios generales y polígono industrial de empresas recicladoras

- Acometida a la red de Agua Desalada.- La carestía del acuífero insular aconsejan la sustitución parcial o total de la anterior línea de aducción por agua desalada, una vez se disponga de la infraestructura adecuada y proyectada para el sur de la isla. En este sentido, se propone una línea de aducción que conectara el depósito de abastecimiento del Complejo con la red que previsiblemente sea trazada paralela a la autopista TF-1. El agua desalada será utilizada para las redes de agua potable y agua industrial del Complejo.

- Red agua depurada. En la actualidad, el Complejo dispone de acometida y línea de aducción de agua depurada procedente de la canalización Santa Cruz-Arona que discurre paralela a la TF-1 en el costado mas cercano al mar. La infraestructura de saneamiento del Complejo, que dispondrá de tratamiento terciario por ultrafiltración, tratara de compensar los de suministro de este tipo de agua, pasando igualmente por dicho tratamiento terciario. Será preferentemente utilizada para las operaciones de limpieza por vía húmeda de grandes superficies: naves de tratamiento de residuos, plataformas de contenedores y de descarga, viales, etc.

En cuanto a las actuaciones consideradas y programadas en el ámbito del Complejo Ambiental de Arico para depósitos de almacenamiento de agua, se encuentran las siguientes:

- Depósito de almacenamiento que dispondrá de la capacidad suficiente para atender la demanda del Complejo con una reserva mínima de 2 días, que estará situado entre cotas 180-190 (m.s.n.m.)

- Para el agua depurada, será utilizado el depósito final de la Planta Depuradora y la red de agua depurada (Santa Cruz – Arona) cuya línea de aducción al Complejo estará conectada al terciario de la depuradora.

**Fases de desarrollo**

- En una primera fase se acometerá con la obra de urbanización y traída de servicio al Complejo Ambiental (actualmente en ejecución), las siguientes instalaciones: Ejecución de la línea de aducción de agua procedente del Canal del Estado, construcción de un depósito de almacenamiento en la cota 180-190 (msnm) y redes de abastecimiento a las plataformas urbanizadas (tratamiento y polígono industrial de empresas recicladoras) de agua potable, agua de uso industrial, red contra incendios y agua depurada.

- En una segunda fase se realizara la acometida a la futura red de agua desalada de la zona sureste de la isla y línea de aducción al depósito de abastecimiento del Complejo.

### *20.6.2 Red de saneamiento.*

Las plantas y zonas de tratamiento de residuos se proyectan con redes separativas para las distintas clases de aguas a evacuar: pluviales, aguas residuales procedentes de baldeos y limpieza de las superficies, y lixiviados captados en los puntos de generación (fosos, túneles de fermentación de M.O., celdas de vertido, etc.)

## Objetivos

Conforme a la propuesta de ordenación expuesta, las actuaciones van encaminadas a alcanzar los siguientes objetivos:

- Diferenciar cada clase de agua a evacuar en cada planta o área de tratamiento para posteriormente ser tratadas de acuerdo a su naturaleza.

- Mantener la política de "vertido cero" para favorecer el equilibrio sostenible en la isla y minimizar el impacto ecológico, dotando de los sistemas de saneamiento y depuración necesarios para alcanzar las calidades de reutilización.

- Adecuar la calidad de las aguas residuales y de origen industrial tratadas a los parámetros de reutilización establecidos por las normas de aplicación, para su uso posterior.

## Actuaciones estructurales propuestas

En base a lo expuesto, el conjunto de actuaciones consideradas y programadas en el ámbito del Complejo Ambiental de Arico es el siguiente:

- La construcción de una balsa de emergencia próxima al vertedero antiguo (punto bajo de las futuras celdas) para caudales procedentes por gravedad de las celdas de vertido y su posterior envío a tratamiento.
- La balsa de emergencia se proyecta para contener lixiviados diluidos en agua de lluvia generados durante episodios extraordinarios de

lluvias que afecten a celdas de vertido en fase de explotación. Dispondrá de bajo calado para favorecer los procesos de evaporación. En todo caso, estará conectada con los sistemas de depuración del Complejo.

- La red de lixiviados podrá trasvasar líquidos entre las distintas plantas y depósito de regulación de lixiviados, al objeto de ser utilizados, si así se requiere, en los procesos de fermentación de la materia orgánica.

- Ampliación de la planta de ósmosis inversa para tratar lixiviados de las plantas de tratamiento o celdas de vertido, si los estudios de caudales de generación así lo aconsejan.

- Las aguas pluviales se recogerán y canalizarán, bien por red subterránea o superficial, hasta los cauces adecuados. En cualquier caso deberán estar previstos los puntos de evacuación para las plataformas del Área de Tratamiento y los Polígonos industriales de Empresas Recicladoras.

- Se propone la instalación de una depuradora industrial con tratamiento terciario mediante sistema de ultrafiltración para conseguir el objetivo “vertido cero”, capaz de obtener calidad del agua depurada que garantice su uso posterior para riesgos y baldeo o limpieza húmeda de superficies. Se situará junto a la plataforma de contenedores en un punto bajo del área de tratamiento, al objeto de que las aguas lleguen por gravedad y evitar impulsiones.

- Se realizará la acometida de las aguas residuales del Polígono de Empresas Recicladoras a los sistemas de depuración del Complejo mediante estaciones de bombeo.

**Fases de desarrollo**

- En la actualidad, y dentro del proyecto de Urbanización y Traídas de Servicios, se construye la depuradora, redes interiores del área de tratamiento de las infraestructuras ejecutadas, canalización de aguas residuales procedente del Polígono 1 de Empresas Recicladoras, y balsa de emergencia.

- En una segunda fase se realizará la ampliación de la red interior, a medida que se proyecten y ejecuten nuevas instalaciones como la posible instalación de valorización energética y Polígono Industrial 2 de Empresas Recicladoras.

- En fases futuras se realizará la interconexión a las arterias existentes de las áreas de reserva estratégica que puedan ser ocupadas para albergar otras instalaciones

### *20.6.3 Red de suministro de energía eléctrica*

La energía eléctrica en el Complejo se clasificará en tres escalones: Alta Tensión (AT), Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT).

La Alta Tensión (66/220 kV) será necesaria para las operaciones de exportación e importación de energía. La Media Tensión (20 kV) será utilizada para operaciones de transporte y distribución interior a las distintas instalaciones o infraestructuras: parques eólicos, huertos solares, plantas térmicas, plantas de tratamiento; asimismo, se dispondrá de una conexión

con el exterior –Red de Transporte- como sistema redundante de suministro al Complejo, en caso de operaciones de mantenimiento o caída de la red de Alta. La Baja Tensión (0,4 kV) será utilizada en distribución o suministro a receptores concretos (planta machacadora, estaciones de bombeo, alumbrado público, edificios de servicios, etc.) siempre que no se superen los valores máximos de caídas de tensión.

**Objetivos**

Conforme a la propuesta de ordenación expuesta, las actuaciones van encaminadas a alcanzar los siguientes objetivos:

- La Red de Alta Tensión, que en la actualidad es de 66 kV y dispone de varios apoyos de línea dentro de los límites del Complejo, podrá ser repotenciada a 220 kV, según los planes del órgano gestor. Para poder exportar e importar energía se precisa la instalación de una Subestación Eléctrica a situar preferentemente junto al apoyo existente en el Polígono Industrial de Empresas Recicladoras. La Subestación dispondrá de los elementos adecuados que permitan exportar e importar energía eléctrica en función a las potencias de consumo y generación previstas para el proyecto del Complejo Medioambiental.

- El Complejo, asimismo, dispondrá de una conexión con la red eléctrica externa en Media Tensión (20 kV), en circuito exclusivo, que servirá inicialmente para el suministro y exportación del excedente de energía eléctrica, y que una vez se disponga de suministro en alta Tensión, quedara como línea redundante, para el caso de cualquier contingencia en la red de alta. De esta forma se garantiza el doble suministro o la doble salida, al menos en la potencia máxima permitida para la línea

- La red de Media Tensión se utilizará también para la distribución en el interior del Complejo a cada una de las instalaciones o plantas de tratamiento con potencias elevadas que precisen este tipo de suministro. Asimismo, se utilizará para el transporte de energía generada en las distintas instalaciones planificadas: planta térmica, plantas de energía renovable, etc.

- Con todo lo descrito se cumple el objetivo de garantizar las posibilidades de exportación e importación de energía, para las instalaciones proyectadas

**Actuaciones estructurales propuestas**

En base a lo expuesto, el conjunto de actuaciones consideradas y programadas en el ámbito del Complejo Ambiental de Arico es el siguiente:

- Desmantelar la línea aérea actual de suministro en Media Tensión (20 kV) y soterrado para cumplir con la Declaración de Impacto del Complejo

- Construcción de nueva línea de uso exclusivo en 20 kV con origen en la Planta de Granadilla, circuito paralelo a la TF-1 hasta entrada en el Complejo Ambiental.

- Ejecución de las canalizaciones de transporte interiores al Complejo desde la ubicación prevista para Subestación (Polígono 1 de Empresas Recicladoras) hasta la ubicación de instalaciones de generación y Centro de Reparto .

- Ejecución de las canalizaciones de distribución interiores al Complejo desde el Centro de Reparto de Media Tensión a cada una de las instalaciones de tratamiento.

- Construcción de Subestación Eléctrica para importar y exportar energía en AT.

**Fase de desarrollo**

- Inicialmente se acometerá una red de distribución y transporte en Media y Baja Tensión en el interior del Complejo.

- En una segunda Fase, se realizará un refuerzo de la red de suministro de media tensión al Complejo, con la ejecución de un circuito exclusivo con salida desde Planta de Generación de Granadilla, con capacidad suficiente para alimentar las instalaciones de tratamiento previstos y exportación de la energía generada por biogás.

- En una tercera fase, realizará la acometida en Alta Tensión, que supone la construcción de una Subestación con entronque a la red de Alta.

### *20.6.4 Red de accesos.*

La ubicación del Complejo es inmejorable respecto a las vías principales de comunicación de la isla (distancia a la autopista o futuro anillo insular).

En el complejo hay que destacar dos áreas urbanizadas importantes: Área

de Tratamiento y Polígono de empresas Recicladoras. Se dividirán los dos flujos de tráfico, el privado que utilizara las vías internas de ambos polígonos, y el destinado al servicio público de tratamiento de residuos.

En este segundo flujo está prevista la ejecución de cuatro vías de acceso a las instalaciones interiores del Complejo: dos en cada sentido, dos libres exteriores y dos con báscula interior. A partir de aquí se genera un único vial de acceso a la Plataforma de Recepción de Basuras para el inicio de los tratamientos mecánico biológicos de las basuras. Este eje permite segregar el tráfico pesado del tráfico interior del Complejo (movimiento entre plantas e instalaciones del personal de operación).

Destacar la comunicación directa entre celdas de vertido y plantas de tratamiento (transporte del rechazo) a través de un pontón sobre el barranco del Guasiegre, que reduce las distancias y ahorra costes.

**Objetivos**

Conforme a la propuesta de ordenación expuesta, las actuaciones van encaminadas a alcanzar los siguientes objetivos:

- Segregar y distribuir el tráfico de vehículos en todo el Complejo entre las distinta áreas funcionales.

- Recorridos cortos y directos según los tipos de vehículos que utilizan las instalaciones del Complejo.

- Permitir la accesibilidad a cualquier punto del Complejo.

**Fases de desarrollo**

- En la actualidad se está ejecutando todas las actuaciones indicadas a través del Proyecto de Urbanización y Traídas de Servicios.

- En fases futuras se prevé la interconexión a las arterias principales, destacando la construcción o prolongación del eje que accede a fosos de la planta térmica, o los viales perimetrales a las celdas de vertido, así como futuras conexiones con las áreas de reserva estratégica

### *20.6.5 Red de telefonía y comunicaciones*

**Objetivos**

Sobre la propuesta de ordenación expuesta, las actuaciones van encaminadas a alcanzar los siguientes objetivos:

- Establecer una red de comunicación interior que permita disponer de las señales digitales y analógicas principales de cada planta en el Centro de Control.

- Establecer un enlace con la red externa de telefonía y generar una red privada de comunicación entre las infraestructuras insulares de gestión de residuos, así como visualización de los parámetros de funcionamiento más importantes de las distintas instalaciones.

- Establecer aquellas comunicaciones precisas entre las plantas de generación del Complejo y la Red Eléctrica para evitar suministros en isla.

- Disponer de una infraestructura de comunicación potente, que permita exportar a la red toda la información pública que se genere en el Complejo y en las instalaciones asociadas.

**Actuaciones estructurales propuestas**

En base a lo expuesto, el conjunto de actuaciones consideradas y programadas en el ámbito del Complejo Ambiental de Arico es el siguiente:

- Ejecución de instalaciones necesarias para disponer de línea ADSL en el Complejo Medioambiental

- Implantación de una red interna (intranet) para agilizar las comunicaciones y la transmisión de información entre órganos y empresas gestoras

- Líneas punto a punto con la Subestación de Granadilla para las operaciones de corte y estado defuncionamiento de las instalaciones de generación.

**Fases de desarrollo**

- En una primera fase se acometerán las instalaciones necesarias para disponer de línea ADSL (ya en ejecución) junto con una intranet en el ámbito del Complejo Medio Ambiental

- En segunda fase se habilitarán las líneas punto a punto con la Subestación de Granadilla que permitan realizar las operaciones de

exportación de energía eléctrica por la red de transporte con total seguridad

### *20.6.6 Red de cauces naturales y canalización de barrancos*

**Objetivos**

Conforme a la propuesta de ordenación expuesta, las actuaciones van encaminadas a alcanzar los siguientes objetivos:

- Desviar los flujos de aguas superficiales que interfieran en el desarrollo de las infraestructuras y celdas de vertido

- Mejorar las el estado de los cauces naturales y de los barrancos con objeto de concretar y reducir las zonas inundables.

- Captar las aguas pluviales procedentes de áreas urbanizadas

**Actuaciones estructurales propuestas**

En base a lo expuesto, el conjunto de actuaciones consideradas y programadas en el ámbito del Complejo Ambiental de Arico es el siguiente:

- Canalización del barranco en su paso entre la plataforma de tratamiento y celdas de vertido al objeto de reducir las distancias que separan los rechazos de residuos obtenidos de las plantas de tratamiento de las celdas para su depósito y eliminación.

- Canalización del barranco que afecta a la zona en la que se

instalará el Segundo de los Polígonos Industriales de Empresas Recicladoras, al objeto de ocupar la superficie superior

- Desvíos de cauces en las áreas afectadas por celdas de vertido

**Fases de desarrollo**

- En una primera fase se ejecutará el paso entre plataforma de tratamiento y celdas de vertido, al objeto de reducir las distancias para el transporte de rechazos hasta su depósito final.

- En una segunda fase, se ampliará el canal receptor de aguas en cabecera de celdas de vertido, al objeto de desviar las aguas procedentes de afluentes menores que afectan a las zonas planificadas como áreas de vertido

- En tercera fase, se canalizarán los tramos afectados por la ampliación del polígono de empresas recicladoras, al objeto de ocupar la máxima superficie

### *20.7.- PROGRAMA DE ACTUACIÓN*

Para describir el Programa de Actuación a llevar a cabo en la ordenación del Complejo, se clasificarán las áreas susceptibles de intervención en tres grupos: Áreas de vertido, Polígono de empresas recicladoras y Áreas de tratamiento y servicios generales.

### *20.7.1 Áreas de vertido*

El área de vertido se dividirá, como ya se viene haciendo, en

diferentes celdas cuya dimensión superficial y volumétrica se determinará en función de las características geológicas e hidrogeológicas del terreno, volumen de rechazos procedentes de las plantas de tratamiento para su eliminación mediante vertido y tiempo máximo para alcanzar la fase de fermentación anaerobia con desprendimiento de metano en el interior de la celda.

En la actualidad, el área de vertido planificada cuenta con un primer desarrollo de tres celdas, cuyo sentido de ocupación respecto de la superficie planificada se mueve en sentido antihorario.

En base a estos criterios, se desarrolla el siguiente programa de actuación prioritario para el Area de Vertido:

- Construcción e inicio de la explotación en la Celda nº 3

- Sellado Parcial de la Celda nº 2

- Construcción e inicio de la explotación en la Celda nº 4

- Sellado parcial de la Celda nº 3

- Vertido sobre bermas de la unión entre las celdas número 1 a número 4, hasta una cota máxima de 200 metros sobre el nivel del mar.

- Construcción de nuevas celdas de vertido en el area comprendida entre las actuales celdas en explotación y el vertedro antiguo, bajo los criterios de diseño definidos en este punto, e inicio de la explotación.

- Sellado del vertedero compuesto por las celdas de vertido números uno, dos tres y cuatro.

- Sellado parcial de las distintas celdas de vertido

- Vertido sobre bermas de las distintas celdas hasta la cota máxima de 200 (m.s.n.m)

- Sellado del vertedero compuesto por las celdas.

### *20.7.2 Polígono de empresas recicladoras*

Actualmente se encuentra ya urbanizado el primer Polígono Industrial propuesto que se encuentra en fase preparatoria de concurso de concesión de las parcelas. Las fases propuestas para el desarrollo del mismo son las siguientes:

• Concurso para concesión de las parcelas

• Adjudicación de las parcelas

• Construcción y vigilancia de las obras (plazo previsto: dos años)

En caso de resultar exitoso el citado concurso, es decir, que el número de empresas que presentan proyectos con viabilidad técnica y económica para el reciclaje de fracciones de residuos sea elevado y no se disponga de terrenos suficiente para albergar a la totalidad de las propuestas presentadas, se iniciará

el expediente administrativo oportuno para la urbanización del segundo polígono, con una programación similar a la del primero.

Por último, si aún con la superficie destinada siguiera resultando insuficiente, se iniciarán las gestiones oportunas con los propietarios para urbanizar el área de reserva estratégica colindante con el Segundo Polígono de Empresas Recicladoras

### *20.7.3 Áreas de tratamiento y servicios generales*

El área de tratamiento y servicios generales se concibe como un punto central compuesto por la plataforma para descarga de los residuos procedentes de las recogidas municipales, particulares y plantas de transferencia, y su posterior tratamiento en plantas de tratamiento mecánico, que consiguen la separación de las distintas fracciones de residuos.

A partir de este punto central y a cada lado del mismo, se organizarán los flujos de salidas de fracciones procedentes de los residuos. Por un lado, la fracción orgánica de los residuos municipales será captada y conducida hacia el costado sureste de la planta de clasificación, mientras que los rechazos saldrán hacia el costado noroeste.

En el costado sureste de la planta de clasificación existe suelo para albergar infraestructuras y plantas para el tratamiento de la fraccion orgánica de los residuos, mientras que el costado noroeste será ocupado por instalaciones capaces de valorizar energéticamente la fracción de rechazos, reduciendo al mínimo la fracción final que irá a depósito o eliminación en vertedero.

Actualmente, se encuentra totalmente desarrolladas la 1ª y 2ª fases de la Nave de todo-uno, de la nave de compost y de la nave de servicios generales.

El Programa de Actuación para el área de tratamiento será por orden de prioridad el siguiente:

- Construcción de nave de fermentación

- Reforma de nave de compostaje, para incluir instalaciones de maduración y afino

- Construcción de infraestructuras y servicios generales como: aparcamientos, talleres, comedores…

- Construcción de instalaciones para el trasvase o valorización de los rechazos procedentes de la nave de clasificación.

### *20.7.4 Interrelaciones entre programas de Actuación por Áreas.*

Los programas de actuación definidos para cada una de las áreas, guardan una estrecha relación entre ellos, de tal forma que el desarrollo de cada nueva infraestructura o actuación influye en el resto.

Por tanto, el orden de prioridades establecido para cada área influirá decisivamente en el desarrollo de las actuaciones en el resto de áreas. Las más comunes podrán ser las siguientes:

- La implantación de los distintos procesos en el área de tratamiento de residuos, tendentes a la captación y recuperación de mayores porcentajes de fracciones reciclables y valorizables de los residuos influye notablemente en el grado de desarrollo de las actuaciones

previstas en el área de polígono de Empresas de Reciclable, demandando mayor superficie, a la vez que reduce las necesidades de suelo para celdas de vertido.

- La implantación de una planta de valorizacion energética de la fracción de rechazos de los residuos influye en la segregación por tipos de las celdas de vertido: residuos no peligrosos y residuos peligrosos

- Las técnicas de reciclaje que se desarrollen en las empresas del polígono podrán influir en la cantidad de residuo que llegará a las áreas de tratamiento y vertido

Análoga situación se producirá en las areas de tratamiento con la evolución y mejora de los procesos y la gestión de los residuos (recogida selectiva, separación en origen,…) obteniendo menores volúmenes de residuos con destino a las áreas de vertido.

# 21.- PROGRAMA DE ACTUACIONES E INVERSIONES.

## *21.1.- INTRODUCCIÓN.*

Con el objeto de dar un tratamiento adecuado a la creciente cantidad de residuos que se generan y procurando minimizar los impactos asociados, el Excmo. Cabildo de Tenerife, a través del Servicio Técnico de Sostenibilidad de Recursos y Energía, ha puesto en marcha la redacción y ejecución del Plan Territorial Especial de Ordenación de Residuos de Tenerife (PTEOR), con un enfoque basado en las nuevas tendencias de gestión de residuos y en las necesidades de la Isla de Tenerife.

En el documento se ha realizado un estudio económico detallado de la implantación del PTEOR, considerando tanto el gasto que se va a realizar por parte de las Administraciones Públicas, así como la previsión de costes por parte de la iniciativa privada, recogidos en los Ejes Estratégicos, y la previsión de ingresos que puedan obtenerse a través del los Sistemas Integrados de Gestión (SIG) a través de la planta de tratamiento mecánico (todo-uno) y los envases obtenidos de la recogida selectiva y clasificados en las plantas de clasificación de envases, venta de energía y del compost.

## *21.2.- MEMORIA ECONÓMICA*

### *21.2.1 Metodología.*

Los datos que se han tomado como base del estudio provienen, fundamentalmente, de los contratos que en la actualidad están vigentes entre diferentes empresas y el Excmo. Cabildo Insular de Tenerife:

a) Concesión Administrativa del P.I.R.S.

b) Concesión Administrativa de gestión de los Puntos Limpios.

Las previsiones para todos los ejercicios de vigencia del Plan se han realizado en euros constantes de 2007, por lo tanto, no se tiene en cuenta la inflación que pudiera producirse en ese período.

El estudio económico se centra en el gasto al que va a tener que hacer frente la Administración Pública para llevar a cabo el PTEOR, sin que, en este punto, se haya tenido en cuenta los costes a los que hará frente la iniciativa privada, que sí se recogen en los Ejes Estratégicos, puesto que se trata de determinar la imputación al ciudadano de la actividad de gestión del servicio público de tratamiento de los residuos sólidos.

El estudio se ha dividido en dos grandes grupos, que se han denominado Grupo A, que comprende los gastos de gestión administrativa, compañas de concienciación y recogida selectiva, y Grupo B, que comprende la recogida en masa de residuos sólidos urbanos.

El coste para cada grupo se ha descompuesto de la siguiente forma:

a) Explotación. Recoge el coste de gestión de cada infraestructura, distribuyendo en los diez años de vigencia del Plan aquellos gastos que corresponden con actividades como por ejemplo las campañas de concienciación.

b) Inversión. Recoge el gasto de inversión que se ha de acometer a lo largo de la vigencia del Plan, estructurado de la siguiente forma:

- Aquella inversión que no puede determinarse su distribución en el tiempo, se ha supuesto que se realiza de forma uniforme en el período de vigencia del Plan (10 años), como pueden ser por ejemplo la adquisición de contenedores, tanto para la recogida selectiva, como la recogida en masa.

- En el caso de las inversiones en instalaciones cuya vida útil está prevista a más largo plazo, su coste se distribuye en un período que finaliza en 2037, independientemente del momento en que se pongan en marcha,

momento a partir del cual se calcula su amortización anual, imputándose al estudio.

- En este estudio no se ha considerado el coste de financiación, puesto que éste puede variar en función del momento en que se ejecuten las diferentes instalaciones.

En cuanto a la periodificación de las inversiones, ésta se presenta en tabla aparte.

El cálculo de los posibles ingresos se ha realizado en función de los actuales Convenios Marco firmados por el Gobierno de la Comunidad Autónoma de Canarias con los diferentes Sistemas Integrados de Gestión (S.I.G.), así como de los datos existentes.

### *21.2.2 Resultados.*

Se refleja en las siguientes tablas las inversiones previstas en el Plan, la periodificación de las mismas y los costos de explotación, así como la previsión de ingresos.

### *21.2.3 Modelos de financiación.*

Con los datos obtenidos de la previsión del coste, no solo de ejecución del Plan por parte de las Administraciones Públicas, sino también de explotación, se plantean dos posibilidades de financiación:

a) *Financiación mixta*. Esta financiación tiene en cuenta la distribución en dos grupos que se ha efectuado, de la siguiente forma:

-**Grupo A:** ***Recogida Selectiva.*** Se distribuye su coste por habitante,

determinándose la aportación de cada municipio al Ente de Gestión de Residuos en función de su población de hecho.

-**Grupo B:** ***Recogida en masa.*** El coste se calcula por tonelada de residuo sólido urbano, imputándose al usuario en función del volumen, en peso, de los residuos depositados en las instalaciones previstas por el Plan.

b) *Financiación simple.* En este caso, tanto el Grupo A como el Grupo B, se financiación de la misma forma, a través de una sola exacción, que toma como base el coste por tonelada de residuo sólido urbano depositada en las instalaciones previstas en el Plan.

En este caso, es factible plantear que los ingresos obtenidos por la puesta a disposición de los Sistemas Integrados de Gestión de los residuos recogidos selectivamente, se consideren como entregas a cuenta de los Municipios que lleven a cado la citada recogida, distribuyéndose en función de la importancia de su aportación sobre el total de residuos recogidos selectivamente.

En el Plan Territorial Parcial para la Ordenación del Complejo Ambiental de Tratamiento Integral de Residuos de Tenerife se recoge la propuesta de instalación de energías alternativas (solar fotovoltaica y eólica). para incorporar a la estructura de costes de la gestión del Plan, un ingreso que disminuya el coste del grupo A del modelo de financiación mixta (recogida selectiva) indicada. No cubriría los costos de la recogida y tratamiento de la basura en masa, primándose de esta forma la separación selectiva de los residuos en origen y su recogida selectiva frente a la basura en masa.

De esta forma los beneficios de estas energías alternativas se repartirían en la totalidad de los habitantes de la Isla, tanto de hecho como de derecho.

# 22.- CONCLUSIONES

La gestión de los residuos ha ido cambiando a lo largo de la historia, pasando por la propia asimilación por el entorno a complejos procesos de reciclado debido tanto al volumen de los mismos como a la calidad, que hace difícil la asimilación por parte de los ecosistemas.

1.- Con el aumento de la generación de residuos y la concentración de las poblaciones en los entornos urbanos, se hace necesario la realización de serios estudios sobre la prognosis de la generación de residuos. A su vez, y como consecuencia de los motivos expuestos, se hace completamente necesario la realización de planes de gestión de residuos y de modelos de los diferentes flujos de residuos, con el objeto de ordenar y establecer los diferentes procesos y tratamientos para los mismos.

2.- Se propone establecer los mecanismos necesarios para recoger, de diversas formas, los residuos desde los puntos en los que se generan y transportarlos hasta los lugares en donde se ubican la infraestructuras de gestión y tratamiento de los residuos.

3.- La recogida de residuos domiciliarios o residuos urbanos, ha pasado por diferentes fases, desde la recogida de los mismos en bolsas depositadas en las puertas de los domicilios, hasta los actuales modelos de recogida que consisten en la recogida selectiva de los diferentes tipos de residuos que se generan, en contenedores específicos para ello y con sistemas informátios que optimizan las rutas de recogidas y obtienen datos del volumen o peso de residuos que se recogen en los diferentes contenedores.

4.- Se ha de establecer de acuerdo a los principios que marcan las Directivas Europeas para la gestión de residuos, reducción, reutilización, reciclado, valorización y vertido, y en orden de importancia, las actuaciones necesarias para la correcta gestión de los mismos.

5.- Es necesario la realización de fuertes campañas de concienciación con el objetivo de reducir la cantidad de residuos que se generan, aumentar la cantidad de residuos que se recogen de manera diferenciada o selectivamente, al igual que se hace necesario la creación de la industria del reciclado, dándole valor a los residuos, convirtiéndolos en recursos o materias prima de estas actividades.

Una vez desarrolladas estas medidas y antes de realizar el vertido en las correspondientes celdas de residuos, debidamente impermeabilizadas, en la que se realiza una explotación de la misma con un mantenimiento posterior, con un revegetado y la extracción y valorización energética del biogas que se produce en ellas, las Directivas Europeas indican que es necesario realizar la valorización de los residuos.

6.- Como consecuencia de la afirmación anterior se propone la valorización energética con recuperación de energía, de los residuos y rechazos de las plantas de tratamiento. De esta forma, se disminuye la cantidad de rechazos de residuos tratados en las diversas plantas o infraestructuras de tratamiento de residuos que podrían ir a las celdas de los complejos ambientales.

7.- Conjuntamente con los diversos modelos de gestión de residuos, se propone la planificación de un Complejo Ambiental, en donde se realizará el tratamiento de las diferentes corrientes de residuos y en el cual se ubicarán las celdas modulares que recibirán los diferentes tipos de residuos que pudieran llegar al Complejo así como las infraestruturas necesarias para el tratamiento previo al vertido de los residuos.

8.- Se debe considerar un modelo piloto, banco de ensayos en la gestión integral y sostenible de los residuos, en el marco de la eficacia y eficiencia conjuntamente con la sostenibilidad ambiental que marcan las tendencias actuales en las Directivas Europeas, por lo cual se hace necesario la elaboración de planes de gestión de los servicios de recogida, transporte y tratamiento de los residuos, que en el caso concreto que nos ocupa de un territorio insular, ha de ser diseñado como un modelo de gestión innovador en la gestión integral de residuos que se desarrolla en un ámbito territorial insular,

un modelo de gestión de servicios basado en criterios de sostenibilidad ambiental, económica-social y cultural, que sirva de referencia para su aplicación en un modelo insular y exportable a otros modelos insulares o modelos continentales, como unidades a copiar.

# 23.- BIBLIOGRAFÍA

1. Basura urbana. Recogida, eliminacion y reciclaje. J. Lopez Garrido, Fco. M. Vidal, J. Pereira Martinez. Editorial, Editores Tecnicos asociados, S.A. 1975.

2. Coal Processing Tecnology. Chemical Engineering progress. Editorial American Institut of Chemical Engineers. 1974

3. Chemical Engineering applications in solid waste treatment. Guy E. Weismantel. Editorial American Institut of Chemical Engineerss. 1972.

4. Combustion and Incineration Processes. Walter R. Niessen Editorial Dekker. 2002.

5. Combustion Ash/Residue Management. Richard W. Goodwin. Editorial Noyes. 1993.

6. Contaminacion e Ingenieria Ambiental. Degradacion del suelo y tratamiento de residuos. J.L. Bueno, H.Sastre, A.G. Lavin. Editorial FICYT. 1997.

7. Environmental remediation. Vandegrift, Reed & Tasker. 1992.

8. Gestíon de Residuos Solidos. Editorial MOPU. 1988

9. Gestion de residuos toxicos (Vol I). Tratamiento, eliminacion y recuperacion de suelos. Michael D. La Grega, Phillip L. Buckingham, Jeffrey C. Evans. Editorial McGraw-Hill. 1998.

10. Gestion Integral de residuos. Tchobanoglous, Theisen, Vigil.

Eidtorial McGraw-Hill. 1994.

11. Handbook of hazardous waste incineration. Calvin R. Brummer. Editorial TPR. 2003.

12. Hazardous Chemicals handbook. Pacarson & C.J. Mumford 2002.

13. Hazardous waste management for ssimall quantity generators. Phifer, Mctigue. Editorial Lewis. 1988.

14. Hazardous waste treatment technologies. Alan P. Jackman, Robert L. Powell. Editorial Noyes. 1991

15. Waste Incineration handbook. P.N. Cheremisinoff. Editorial BH. 2001

16. Waste to energy commercial facilities profiles. Richards, Gould, Skelly, Sachs, Dreher. Editorial Noyas. 1990

17. Organic Waste Recycling. Chongrak polprasert. Editorial Wiley. 1996.

18. Sediment toxicity assessment. G. Allen Burton, Jr. Editorial Lewis. 1991

19. Sediment and toxic substance. Calmano, Forstmer. Editorial Springer.1996.

20. Plan Territorial Especial de Ordenación de los Residuos. Enero 2009. Excmo. Cabildo Insular de Tenerife.

- Legislación sectorial Unión Europea:

21. Vehículos Fuera de Uso: Directiva 2000/53.

22. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE): Directiva 2002/96/CEE.

23. Residuos de envases: Directiva 94/62/CEE.

24. Pilas y acumuladores: Directiva 91/157/CEE.

25. Aceites: Directiva 75/439/CEE.

26. Depósito en vertederos: Directiva 99/31/CE.

27. Reglamento 259/1993 de 1 de febrero de 1993, relativo a la vigilancia y control de los traslados de residuos en el interior, a la entrada y a la salida de la Comunidad Residuos peligrosos.

28. Directiva de tratamiento 2000/76/CE relativa a la incineración de residuos.

29. La directiva 75/442/CEE de 15 de Julio de 1975, relativa a los residuos (modificada por la directiva 2006/12/CEE, directiva marco)

30. La Directiva 94/62/CE, de 20 de Diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

31. Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004 y Directiva 2005/20/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2005, por las que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.

32. La Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de Abril de 1999, relativa al vertido de residuos (Decisión 2003/33/CE del Consejo de 19 de diciembre de 2002 por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31/CEE [Diario Oficial L 11 de 16.1.2003]).

33. La Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de Diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.

34. Tratamiento biológico de los residuos biodegradables. Comisión Europea. Documento de trabajo. 2001.

35. Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado

interior de la electricidad

- Legislación sectorial Estado Español y planes:

36. La Ley 10/98 de Residuos transpone la Directiva Marco 91/156/CEE, así como la Directiva 94/31/CE de residuos peligrosos.
37. La Ley 11/97 sobre envases y residuos de envases transpone la Directiva 94/62/CE.
38. RD 1383/2002 sobre tratamiento de vehículos al final de su vida útil que transpone la Directiva 2000/53/CE.
39. RD 1481/2001 sobre deposito en vertedero, el cual transpone la Directiva 91/31/CE.
40. RD 653/2003 sobre incineración de residuos que transpone la Directiva 2000/76/CE.
41. RD 1088/92 sobre incineración de residuos sólidos urbanos que transpone la Directiva 89/369.
42. Plan Nacional de Vehículos Fuera de Uso (2001-2006).
43. Plan Nacional de Neumáticos Fuera de Uso (2001-2006).
44. Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2001-2006).
45. Plan Nacional de Residuos Urbanos (2000-2006).
46. Plan Nacional de Lodos de Depuradoras (2001-2006).

- Legislación auonómica:

47. Ley de Residuos de Canarias 1/1999
48. Decreto 29/2002 de funcionamiento de Puntos Limpios.
49. Orden de 29 de diciembre de 2000, por la que se crea el anexo relativo al registro de pequeños productores de residuos peligrosos de origen sanitario, incluido en el registro de Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos generados en las

Islas Canarias.

50. Decreto 112/2004, de 29 de julio, por el que se regula el procedimiento para el otorgamiento de las autorizaciones de gestión de residuos, y se crea el Registro de Gestores de Residuos de Canarias.

# 24.- ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS.

## INDICE TABLAS

Tabla 1.1 Opciones de gestión de los residuos biodegradables municipales (BMW)

Tabla 1.2 Gestión de BMW en 1998

Tabla 1.3 Gestión de BMW en 1998

Tabla 1.4 Infraestructuras de gestión de residuos año 2002 y residuos gestionados (T)

Tabla 1.5 infraestructuras de reciclado año 2003

Tabla 1.6 Vertido y recuperación de residuos municipales

Tabla 2.1 Estrategia Comunitaria de residuos 1996

Tabla 4.1: RU (-) generados en todas las recogidas. Isla de Tenerife. 2004 (t/año)

Tabla 4.2: RU (-) recogidos en masa y selectivamente. Isla de Tenerife 2004 (t/año)

Tabla 5.1 - RD y RICIA recogidos selectivamente. Isla de Tenerife. 2004 (t/año).

Tabla 5.2- Porcentaje de recogida selectiva de cada corriente. 2004 (%)

Tabla 5.3. Proporción RD / RICIA. Isla de Tenerife. 2004 (%)

Tabla 5.4. Variación de la generación de residuos recogidos en masa y vertidos en Complejo Ambiental de Tenerife y de la población de hecho. Isla de Tenerife. 1998-2004.

Tabla 5.5. Tasas de variación de la población. 1998-2004 (%).

Tabla 5.6. Tasas de variación de la generación bruta de residuos. 1998-2004 (%).

Tabla 5.7. Tasas de variación de la generación per capita de residuos. 1998-2004 (%)

Tabla 5.8. Variación de la generación de residuos recogidos en masa y vertidos en el Complejo Ambiental de Tenerife. Tenerife. 1992-2004

Tabla 5.9. Tasas de variación de la generación bruta de residuos. 1992-2004 (%)

Tabla 5.10. Evolución de la población de hecho. Isla de Tenerife. 1998-2004

Tabla 5.11. Prognosis población de hecho y de derecho. Isla de Tenerife. 2005-2016.

Tabla 5.12- Prognosis Población de Hecho. Isla Tenerife. 2004-2016.

Tabla 5.13. Variación de la población de hecho por municipios. 2005-2016.

Tabla 5.14- Variación de la población de hecho y de la generación per capita 2004-2016 (kg/habitante y año).

Tabla 5.15- Tasas de variación de RD. Tenerife. 2004-2016

Tabla 5.16- Prognosis de generación de RD por áreas de influencia de las actuales Plantas de Transferencia. Isla de Tenerife. 2005-2016 (t/año).

Tabla 5.17- Incremento porcentual de generación de RD por áreas de influencia. 2005-2016 (%)

Tabla 5.18. Proporción RD/RICIA 2016 por escenarios RICIA (%)

Tabla 5.19. Escenarios de generación de RICIA 2016 (t/año)

Tabla 5.20. Prognosis de generación de RICIA 2004-2016 por escenarios A, B, C (t/año y %)

Tabla 5.21- Prognosis de la generación de RU (-) Isla de Tenerife 2004-2016 (t/año y %)

Tabla 6.1- R.U. en masa vertidos entre 2004 y 2008

Tabla 6.2- Residuos urbanos vertidos entre 2004-2008 por código LER.

Tabla 6.3- Vertidos de R.S.U. en las distintas instalaciones en el año 2008

Tabla 6.4- Vertidos de R.S.U. en las distintas instalaciones en el año 2007

Tabla 6.5- Vertidos de R.S.U. en las distintas instalaciones en el año 2006

Tabla 6.6- Evolución de la cantidad de residuos producida en los diferentes municipios y mancomunidades entre 2005 y 2009. Fuente PTEOR

Tabla 6.7- Comparativa mensual de los residuos urbanos vertidos en el período 2007-2009. Fuente PTEOR

Tabla 6.8- Datos anuales de residuos recogidos en los puntos limpios.

Tabla 6.9: Evolución de la recogida selectiva de envases por municipios entre los años 2003 y 2008

Tabla 6.10: Cantidad de envases de recogida selectiva por habitante y año

Tabla 6.11: Porcentajes de recuperación de la planta de clasificación de envases entre los años 2005 y 2009.

Tabla 6.12: Tratamiento de envases ligeros entre el años 2005-2009

Tabla 6.13: Evolución de la recogida selectiva de vidrio entre 1994-2008

Tabla 6.14: Vidrio recogido en la Isla de Tenerife desde 1994 hasta 2008

Tabla 6.15: Recogida de vidrio en los años 1997, 2002 y 2008 en los municipios de Tenerife

Tabla 6.16: Vidrio recogido por habitante y año en los municipios de Tenerife los años 2000,2002 y 2008

Tabla 8.1: Caracterización de RSu entrada en planta de transferencia

Tabla 8.2: Caracterización de RSU año 2006 por plantas de transferencia y en entorno rural y urbano

Tabla 8.3: Caracterización de RSU año 2006

Tabla 9.1: Generación actual de NFU en función del método de cálculo

Tabla 9.2: Generación futura de NFU en función del método de cálculo

Tabla 9.3 Prognosis de generación de los flujos de residuos asociados a la población

Tabla 9.4 Generación de residuos asociados a la población por comarcas

Tabla 10.1 Composición de los RD en Tenerife. 2001

Tabla 10.2 Fracciones y subfracciones de RICIA identificadas. Tenerife. 2004 (Tn/año)

Tabla 10.3 Residuos a valorización energética 2016 (Tn/año)

Tabla 10.4 Objetivos de gestión integrada de los RU (-)2016 (Tn/año y %)

Tabla 10.5 Generación futura de NFU en función del parque de vehículos existente y NFU procedente de vehículos fuera de uso

Tabla 10.6 Materiales contenidos en los VFU de la isla de Tenerife (2004)

Tabla 10.7 Número de VFU generados por comarca (2016)

Tabla 10.8 Objetivos de gestión integrada de los RCD. 2016 (Tn/año y %)

Tabla 10.9 Generación de RCD en Tenerife según distintas fuentes. 2002 (Tn/año)

Tabla 10.10 Generación de RCD por municipios. Tenerife 2004 y 2016 (Tn/año)

Tabla 10.11 Infraestructuras asociadas a la gestión de RCD en Tenerife. 2016

Tabla 10.12 Objetivos de gestión integrada de los lodos de EDAR. 2016 (Tn/año y %)

Tabla 10.13 Generación potencial de lodos de EDAR en la isla de Tenerife (22% de materia seca)

Tabla 10.14 Capacidad de las infraestructuras (Tn/año) de gestión de lodos de EDAR. Tenerife. 2016

Tabla 10.15 Objetivos de gestión integrada de residuos voluminosos. 2016 (Tn/año)

Tabla 10.16 Prognosis de generación de residuos voluminosos

Tabla 10.17 Generación actual y futura por comarcas (Tn/año)

Tabla 10.18 Objetivos de gestión integrada de RAEE 2016 (Tn/año)

Tabla 10.19 Prognosis de generación de RAEE

Tabla 10.20 Generación anual de SANDACH

Tabla 10.21 Generación de Tn de estiércol por zona y cabaña

Tabla 10.22 Generación de purines por comarca (Tn/año)

Tabla 10.23 Generación de gallinaza por comarca (Tn/año)

Tabla 10.24 Gestión actual de los principales residuos agrícolas

Tabla 10.25 Generación actual de los principales residuos agrícolas

Tabla 10.26 Restos forestales originados en el marco del actual Plan de Desarrollo Forestal (Tn/año)

Tabla 11.1 Productos de descomposición pirolítica en función de la temperatura

Tabla.11.2 Efecto de la forma de la lata de aluminio y de la velocidad de la cinta transportadora sobre el funcionamiento de un separador electromagnético.

Tabla 11.3. Descripción de los equipos de una planta de recuperación de vidrio, sita en Nueva Orleáns.

Tabla 11.4. Especificación para vidrio recuperado y resultados del vidrio producido en una planta de reciclaje de Nueva Orleáns.

Tabla 12.1 Ventajas e inconvenientes del vertido y de la incineración de RSU.

Tabla 13.1 Características de los combustibles líquidos

Tabla 13.2 Poder calorífico de los combustibles gaseosos

Tabla 13.3 Análisis inmediato y elemental para maderas

Tabla 14.1 Formula química de algunos residuos

Tabla 14.2 Análisis elemental de algunos residuos

Tabla 14.3 Poderes caloríficos inferiores (PCI) de los componentes del RSU

Tabla 14.4 Fórmula de cálculo del PCI de un RSU

Tabla 14.5 Propiedades de los componentes de los RSU

Tabla 14.6 PCI de algunos fangos de EDAR

Tabla 14.7 Análisis elemental de algunos fangos de EDAR

Tabla 14.8 Especificaciones de fangos EDAR

Tabla 15.1 Recursos de biomasa

Tabla 15.2 Consumo de biomasa por sectores de actividad España 1994

Tabla 15.3 Caracterización del consumo de biomasa en España

Tabla 16.1 Parámetros de funcionamiento de una incineradora

Tabla 16.2 Balance de masa en la incineradora

Tabla 16.3 Balance de energía en la incineradora

Tabla 17.1 Listado de datos aportados por GRAFCAN

Tabla 17.2 Listado de datos por mancomunidad o municipio correspondiente y Cabildo de Tenerife

Tabla 17.3 Clasificación de las actividades inventariadas en Tacoronte

Tabla 17.4 Caracterización de la ruta de recogida selectiva puerta a puerta de Tacoronte

Tabla 17.5 Valoración de la situación actual y de la propuesta del nivel de servicio de los comercios de Tacoronte

Tabla 19.1 Resumen de resultados a escala insular

Tabla 20.1 Matriz DAFO para aplicación del PTP

Tabla 20.2 Estimación de empleo directo para las diferentes dotaciones del Complejo

## INDICE FIGURAS

Figura 1.1 Planta de selección. La Coruña

Figura 1.2 Planta de tratamiento de la fracción orgánica. La Coruña

Figura 1.3 Residuos urbanos y residuos comer1998-2002 Irlanda

Figura 1.4 Residuos domésticos

Figura 1.5 Residuos comerciales

Figura 1.6 Residuos de envases año 2002

Figura 1.7 Residuos municipales biodegradables año 2002

Figura 5.1 Prognosis de la población de hecho. Isla de tenerife 2005-2016. Fuente: PTEOR

Figura 5.2 Escenarios de generación de RD per cápita. Base 100.. Fuente: PTEOR

Figura 5.3 Influencia de las políticas de prevención en la generación de RICIAFuente: PTEOR

Figura 6.1 Evolución de los RU en masa vertidos entre 2004 y 2005 . Fuente: PTEOR

Figura 6.2 Evolución de residuos vertidos por categorías entre 2004 y 2008. Fuente PTEOR

Figura 6.3 Evolución de residuos vertidos por categorías entre 2004 y 2008. Fuente PTEOR

Figura 6.4 Porcentajes de residuos vertidos en 2008 por códigos LER, exceptuando el 200301. Fuente PTEOR

Figura 6.5 Vertidos mensuales de RU en PT en 2008

Figura 6.6 Vertidos mensuales de RU en PT en 2007. Fuente PTEOR.

Figura 6.7 Evolución de vertidos por municipios entre 2005 y 2009. Fuente PTEOR

Figura 6.8 Evolución mensual de RU vertidos entre 2007 y 2009. Fuente PTEOR

Figura 6.9 Evolución de nº usuarios puntos limpios

Figura 6.10 Evolución de la cantidad residuos recogida

Figura 6.11 Evolución residuos eléctricos recogidos en puntos limpios

Figura 6.12 Evolución fluorescentes recogidos en puntos limpios

Figura 6.13 Evolución muebles recogidos en puntos limpios

Figura 6.14 Evolución madera recogidos en puntos limpios

Figura 6.15 Evolución escombros recogidos en puntos limpios

Figura 6.16 Evolución tóner recogidos en puntos limpios

Figura 6.17 Evolución Plástico, papel/cartón y vidrio recogidos en puntos limpios.

Figura 6.18 Evolución  Baterías y pilas recogidos en puntos limpios

Figura 6.19 Evolución de la recogida de aceites minerales y vegetales.

Figura 6.20 Envases recogidos selectivamente en Tenerife entre 2003 y 2008

Figura 6.21 Evolución por municipios de la recogida selectiva de envases entre 2003 y 2008

Figura 6.22 Envases: Kg/hab-año recogidos selectivamente en los municipios de Tenerife en 2003, 2006 y 2008

Figura 6.23 Porcentajes de recuperación de la planta de envases entre 2005 y 2009

Figura 6.24.Clasificación de envases recuperados entre 2005 y 2009

Figura 6.25 Procentaje de cada tipo de envase recuperado entre 2005-2009

Figura 6.26 Evolución de la recogida anual de vidrio doméstico

Figura 6.27 Evolución de la recogida anual de vidrio en industrias

Figura 6.28 Comparativa de la evolución de recogida anual de vidrio en industrias y doméstico.

Figura 6.29 Vidrio recogido en los municipios de Tenerife desde 1994 hasta 2008

Figura 6.30 Recogida de vidrio en los años 1997, 2002 y 2008 en los municipios de Tenerife

Figura 6.31 Vidrio: Kg/hab-año en los municipios de Tenerife en 2000, 2002 y 2008

Figura 9.1 Infraestructuras de recogida de residuos urbanos de la isla de Tenerife (2004).

Figura 9.2 Estructura del Complejo Ambiental de Tenerife.

Figura 10.1 Esquema tratamiento lodos de depuradora

Figura 10.2 Diagrama gestión MER y animales muertos

Figura 10.3 Generación comarcal de purines + gallinaza (Tn/año) 2004

Figura 10.4 Diagrama gestión fracción orgánica compostable

Figura 10.5 Diagrama gestión residuos forestales

Figura 11.1 Precipitador de placa-alambre.

Figura 11.2 Precipitador de placas planas.

Figura 11.3 Precipitador tubular.

Figura 11.4 Torres de lavado

Figura 11.5 Lavadores Venturi o scrubbers

Figura 11.6 Configuraciones básicas de la Unidad SCR

Figura 11.7 Esquema general de los circuitos de energía.

Figura 11.8 Caldera de recuperación para incineradora.

Figura 12.1Comparación incineración vs. Vertido en relación a la emisión de CO2

Figura 13.1 PCS y temperatura de llama

Figura 13.2 Importancia del tamaño de la gota en la combustión

Figura 13.3 Tamaño de partícula y tiempo de combustión

Figura 14.1 Ciclo de los RSU

Figura 14.2 Comparación de las composiciones de los RSU entre Cataluña y Suiza

Figura 14.3 PCI de los principales componentes del RSU (base seca)

Figura 14.4 Poder calorífico de residuos domiciliarios según la recogida selectiva

Figura 14.5 Densidad aparente de RSU según el modelo de recogida

Figura 14.6 Sistema de valorización energética de fangos de EDAR

Figura 14.7 Esquema general de gestión de fangos de EDAR

Figura 14.8 Límites de autocombustión de un fango de EDAR

Figura 15.1 Esquema sintético del origen de la biomasa

Figura 15.2 Recursos de biomasa potenciales y reales

Figura 15.3 Transformaciones energéticas de la biomasa

Figura 15.4 Ciclo de la biomasa

Figura 15.5 Consumo de biomasa por sectores. España 1994

Figura 15.6 Consumo de biomasa en España. 1994

Figura 16.1 Instalación de producción de biogas

Figura 16.2 Transformación metánica de la biomasa

Figura 16.3 Sección típica de un horno de incineración de RSU

Figura 16.4 Parrilla de un horno de incineración

Figura 16.5 Reacciones en el interior de la parrilla

Figura 16.6 Parrilla de incinerar RSU a contracorriente

Figura 16.7 Configuración de parrilla para RSU y RDF con tiro central

Figura 16.8 Configuración de parrilla en equicorriente

Figura 16.9 Parrilla de balancines

Figura 16.10 Sistema de parrillas fijas y móviles

Figura 16.11 Sistema Martín

Figura 16.12 Sistema Von Roll

Figura 16.13 Sistema Volund

Figura 16.14 Parrilla de rodillos

Figura 16.15 Parrilla sistema ABB

Figura 16.16 Espesor de la parrilla y aire primario

Figura 16.17 Entrada de aire primario y secundario en una incineradora de parrillas

Figura 16.18 Aumento de la transferencia de calor por convección con la velocidad

Figura 16.19 Incineradora para RSU en masa

Figura 16.20 Rendimientos energéticos habituales en una incineradora

Figura 16.21 Balance de masa de una incineradora

Figura 16.22 Diagrama de Sankey de un ciclo de Ranking

Figura 16.23 Perfil de temperaturas en una incineradora de RSU

Figura 16.24 Incineradora de residuos industriales

Figura 16.25 Diagrama de bloques de una incineradora

Figura 17.1 Sucesión de etapas en la realización del trabajo

Figura 17.2 Sucesión de etapas del análisis SIG

Figura 17.3 Distribución de comercios por rama de actividad

Figura 17.4 Distribución de la generación de papel/cartón según tipo de actividad

Figura 17.5 Mapa de densidad de generación de residuos de papel/cartón en el área comercial de Tacoronte

Figura 17.6 Resumen de la situación actual y propuesta de contenerización de la fracción papel-cartón para Tacoronte.

Figura 17.7 Localización de las principales concentraciones demográficas del municipio de Tacoronte

Figura 17.8 Localización de las principales concentraciones demográficas del municipio de La Victoria de Acentejo

Figura 19.1 Sucesión de etapas en la realización del trabajo

Figura 19.2 Los establecimientos seleccionados deberán configurar concentraciones de al menos, cinco negocios del sector HORECA

Figura 19.3 La distancia entre el contenedor Vacri y el establecimiento deberá ser inferior a 75 metros

Figura 19.4 Sucesión de etapas del análisis SIG

Figura 20.1 Estructura actual de la propiedad del suelo en el ámbito de ordenación

Figura 20.2 Situación actual de planeamiento según NNSS

Figura 20.3 Complejo Ambiental de Arico. Vista del Aula Medioambiental

Figura 20.4 Alternativa 1

## INDICE FOTOS

Foto 7.1: Complejo Ambiental de Tenerife.

Foto 7.2: Antiguo vertedero.

Foto 7.3: Celdas 1 y 2. Celda 3.1 en explotación.

Foto 7.4: Área de tratamiento de residuos.

Foto 7.5: Celda 3.1 en explotación y celda 3.2 en construcción.

Foto 8.1: Descarga de residuos.

Foto 8.2: Homogenización de residuos previa al 1º cuarteo.

Foto 8.3: Muestra de residuos 1000 kg.

Foto 8.4: Primer Cuarteo.

Foto 8.5: Cuarteo primario.

Foto 8.6: Muestra de 500 kg.

Foto 8.7: Homogeneización previa al 2º cuarteo.

Foto 8.8: Realización del 2º cuarteo.

Foto 8.9: 2º Cuarteo.

Foto 8.10: Muestra de 250 kg.

Foto 8.11: Chequeo de Residuos.