

**MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS  
DE LA COSTA DEL SOL OCCIDENTAL**

**PROYECTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS URBANOS DE LA MANCOMUNIDAD DE LA COSTA DEL SOL EN  
CASARES**

**DOCUMENTO NUMERO UNO: MEMORIA Y ANEJOS**

**TOMO I**

**MEMORIA**

## **INDICE DE TOMOS**

DOCUMENTO NUMERO UNO: MEMORIA Y ANEJOS.

TOMO I : MEMORIA.

TOMO II : ANEJOS I, II.

TOMO III: ANEJO III.

TOMO IV: ANEJO IV.

DOCUMENTO NUMERO DOS: PLANOS.

TOMO V: PLANO (I).

TOMO VI: PLANOS (II)

DOCUMENTO NUMERO TRES: PLIEGO DE DESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

TOMO VII: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES Y ESPEFICACIONES EQUIPO.

DOCUMENTO NUMERO IV: PRESUPUESTO.

TOMO VIII: MEDICIONES.

TOMO IX: CUADROS DE PRECIOS Y PRESUPUESTO.

**INDICE**

**1. DEFINICION GENERAL DEL PROYECTO.**

- 1.1 Introducción.**
- 1.2 Objeto del proyecto.**
- 1.3 Antecedentes.**
- 1.4 Marco jurídico.**
- 1.5 Objetivos que se persiguen.**
- 1.6 Planteamiento general del sistema de tratamiento.**

**2. DATOS BÁSICOS.**

- 2.1 Localización de la instalación.**
- 2.2 Ámbito geográfico y demográfico.**
- 2.3 Datos técnicos.**
- 2.4 Producción y variación estacional de los R.S.U.**
- 2.5 Cantidades y características de los R.S.U. a tratar.**

**3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO.**

- 3.1 Recepción y control.**
- 3.2 Clasificación y reciclaje.**
- 3.3 Fermentación aerobia. Compostaje.**
- 3.4 Depuración del compost.**
- 3.5 Almacenamiento el compost.**
- 3.6 Gestión de lixiviados.**
- 3.7 Evacuación de rechazos.**
- 3.8 Vertedero.**

**4. CAPACIDAD DE TRATAMIENTO.**

- 4.1 General.**
- 4.2 Control y pesaje.**
- 4.3 Descarga en foso.**
- 4.4 Almacenamiento en foso.**
- 4.5 Clasificación y reciclaje.**
- 4.6 Fermentación.**
- 4.7 Depuración de compost.**
- 4.8 Almacenamiento de compost.**
- 4.9 Lixiviados.**
- 4.10 Evacuación de rechazos.**
- 4.11 Vertedero.**

**5. RECUPERACIONES DE PRODUCTOS, CANTIDADES Y CARACTERÍSTICAS.**

- 5.1 Voluminosos no recuperables (de FD-101).**
- 5.2 Cartón (de AV-201-1/2).**
- 5.3 Residuos voluminosos (de AV-201-1/2).**
- 5.4 Vidrio (de línea de inorgánicos).**
- 5.5 Aluminio (de línea inorgánicos).**
- 5.6 Material magnético (de líneas inorgánicas).**
- 5.7 Polietileno de cuerpos huecos (de 205-1/02 de línea de inorgánicos).**
- 5.8 Aluminio ( de línea orgánicos).**
- 5.9 Vidrio (de línea de orgánicos).**
- 5.10 Material magnético (de línea de orgánicos).**
- 5.11 Compost (procedente de CT-407).**

- 5.12 Rechazos (procedentes de la depuración del compost).**
- 5.13 Rechazos (procedentes de línea inorgánicos).**
- 5.14 Importancia del compost o abono urbano desde el punto de vista agrícola y sanitario.**

## **6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

- 6.1 Consideraciones generales.**
- 6.2 Movimiento general de tierras.**
- 6.3 Viales de acceso.**
- 6.4 Pavimentación.**
- 6.5 Plataforma de recepción.**
- 6.6 Foso de recepción y almacenamiento.**
- 6.7 Plataforma de tratamiento.**
- 6.8 Cimentaciones.**
- 6.9 Edificios auxiliares.**
- 6.10 Saneamiento de edificios.**
- 6.11 Red de lixiviados.**
- 6.12 Red de pluviales.**
- 6.13 Red de agua limpia, riego y contraincendios.**
- 6.14 Balsas de lixiviados.**
- 6.15 Cerramiento de la parcela.**
- 6.16 Jardinería.**
- 6.17 Impermeabilización del vaso.**
- 6.18 Báscula.**
- 6.19 Dique de inicio de los vertidos.**
- 6.20 Dren de lixiviados.**

- 6.21 Edificio de recepción y almacenamiento.**
- 6.22 Edificio de cribado y clasificación.**
- 6.23 Edificio de triaje línea orgánicos.**
- 6.24 Edificio de triaje línea inorgánicos.**
- 6.25 Edificio de rechazo.**
- 6.26 Edificio depuración compost.**
- 6.27 Nave taller y almacén.**
- 6.28 Camino perimetral del vertedero.**
- 6.29 Acceso a los frentes de vertido.**
- 6.30 Instalación eléctrica.**

## **7. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS MECÁNICOS.**

- 7.1 Introducción**
- 7.2 Equipos mecánicos de recepción y alimentación.**
- 7.3 Equipos mecánicos de selección y clasificación.**
- 7.4 Equipos mecánicos de depuración de compost.**
- 7.5 Equipos móviles.**
- 7.6 Equipos auxiliares.**

## **8. PLAZO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS.**

## **9. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.**

## **10. NOTAS FINALES.**

- 10.1 Documento que integran el proyecto básico.**
- 10.2 Declaración de obra completa.**

ANEJOS :

Anejo I: Estudio Hidrogeológico de la Planta del Vertedero.

Anejo II: Estudio de estabilidad del Vertedero.

Anejo III: Justificación de Precios.

Anejo IV: Estudio de Seguridad e Higiene.

**1. DEFINICIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

# **1. DEFINICIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

## **1.1 Introducción.**

El desarrollo de vida en cualquier hábitat trae consigo la aparición de unos productos de desecho que de algún modo se han de eliminar. El propio hábitat está preparado para absorber una parte considerable de los mismo, pero no ha de olvidarse que esta capacidad de absorción tiene un límite, el cual hace referencia fundamentalmente a dos parámetros: la naturaleza del residuo a incorporar y su concentración.

Aunque las excepciones no son pocas, y los términos *natural* y *artificial* no permiten clasificar cualquier tipo de residuo de una forma tajante e indiscutible, puede establecerse que los materiales naturales presentan menos problemas de reincorporación al ciclo vital que aquellos que se han obtenido por procedimiento más o menos artificiales.

En épocas anteriores a la que nos ha tocado vivir los productos presentes en la vida cotidiana de cualquier comunidad eran en su casi totalidad naturales, lo que unido a que el número de miembros de la misma era relativamente reducido (y por tanto lo era la concentración de sus subproductos), hacía que el medio en el que se devolvían tuviera capacidad de absorción de los subproductos que desechaba la comunidad.

Sin embargo, el devenir de los tiempos nos ha traído dos fenómenos absolutamente indiscutibles como son el progreso tecnológico y la concentración de la población en núcleos muy numerosos. Considerando únicamente la concentración de los materiales a reincorporar al ciclo vital, se sobrepasa la capacidad de absorción del medio. Si, además, añadimos que el cambio en su naturaleza hace que esa reincorporación sea más difícil, y que al irse degradando poco a poco el medio su capacidad de absorción se reduce, comprenderemos que la actitud de dejar la Madre Naturaleza actúe por sí sola no resulta ser una actitud adecuada a tomar por una comunidad responsable.

Así pues, queda suficientemente justificado el hecho de que se ha de actuar de forma activa para evitar los numerosos inconvenientes que se derivan de la mala gestión de los subproductos de la actividad humana, considerando que ésta se desarrolla dentro de las coordenadas espaciales, temporales, sociales y económicas propias de una comunidad desarrollada, como es la que nos ocupa.

Esta actuación pasa por la recogida periódica de los residuos generados y su tratamiento en las instalaciones especialmente diseñadas a tal fin.

Hasta hace relativamente poco tiempo el destino final de los Residuos Sólidos Urbanos (en adelante R.S.U.) era una instalación en la que éstos son sometidos a un sistema de tratamiento que podía ser muy diverso, pero siempre traía consigo la realización de alguna o algunas de las operaciones siguientes:

- incineración
- compostaje, y
- vertido controlado en zona preparada al efecto.

Ahora bien, motivos técnicos, económicos y medioambientales han hecho recapacitar sobre los métodos convencionales y se ha llegado a la conclusión de que éstos necesitan ser complementados con otros que correspondan a las cambiantes necesidades del momento. Dos son las causas principales:

- encarecimiento progresivo de los costes de tratamiento motivados, fundamentalmente, por las cada vez más estrictas exigencias para la protección del medio ambiente; y
- pérdida de parte o de la totalidad del valor potencial de los componentes contenidos en los residuos.

Estas motivaciones han dado lugar a la tendencia de buscar otros sistemas de tratamiento complementarios que lleven consigo el sentido de recuperación o reutilización de los valores contenidos en los mismos.

La filosofía que guía la búsqueda de estos nuevos sistemas de tratamiento con recuperación de subproductos es la siguiente: estos procesos, aún siendo más complejos en general que las convencionales, presentan sobre éstos la ventaja de que al hacer el balance final de tratamiento, existe una partida positiva por la venta de valores recuperados. Este factor puede llegar a ser suficientemente importante, quizás no para hacer económicamente rentable estos procesos, pero si indudablemente presentar costes similares o incluso inferiores a los sistemas convencionales.

Estos nuevos métodos buscan, además de la eficacia en la protección del Medio Ambiente, el devolver el ciclo de consumo de materiales con destino a desaparecer. En general los objetivos perseguidos son los siguientes:

- desarrollo de una tecnología nueva o introducción de mejoras en la ya existente dirigida hacia la recuperación de materias primas contenidas en los R.S.U.;
- minimización de los efectos contaminantes en agua, aire y suelo, resultantes del vertido o del tratamiento en condiciones no adecuadas;
- provocar la reutilización de materias y valores contenidos en los residuos;
- solucionar el aprovechamiento más adecuado para los valores contenidos en los residuos, abriendo nuevas vías de utilización;
- generar una infraestructura industrial y comercial, creadora de puestos de trabajo en el ámbito geográfico al que afecta la instalación.

Los procesos de tratamiento se han ido desarrollando ante la necesidad de encontrar nuevas fuentes de aprovechamiento de materias primas contenidas en los R.S.U. El principio de *“lo que se recupera no contamina”*, es la base del desarrollo de este sistema de tratamiento que se proyecta.

Los R.S.U. son sometidos a un conjunto de operaciones de clasificación selectiva, hasta conseguir la concentración total o parcial de los diferentes componentes que lo constituyen. La elección de los productos a recuperar es función del mercado potencial del entorno, con radios de acción dentro de límites económicos.

Por la mayor proporción en que se encuentra la materia orgánica, es el compost el que marca básicamente la viabilidad de este sistema. Su implantación por tanto, depende del mercado potencial de este producto.

El resto de componentes, plásticos de cuerpo huecos, fracciones metálicas vidrio y papel cartón, no ofrecen dificultades de venta, generalmente, aunque los precios son variables según la ubicación geográfica del centro de tratamiento.

Ofrece como ventajas más destacables entre otras:

- incorporar materias primas y valores contenidos en los residuos al ciclo de consumo;
- ingresos por ventas de productos;
- reducción drástica de los riesgos de contaminación de los vertidos al haberle sido recuperadas las fracciones orgánicas y metálicas, principales causantes de la dregadación medioambiental de los vertederos;
- reducción del volumen de residuos vertidos, que asimismo presentan menos problemas de contaminación, con el consiguiente ahorro económico;
- menor espacio de implantación que el vertido integral.

## **1.2 Objeto del proyecto.**

El objeto del proyecto que nos ocupa es la descripción y justificación de las obras e instalaciones de la Planta de Tratamiento Integral y el Vertedero de R.S.U. de la Mancomunidad de Municipios de la Costa del Sol Occidental en Casares.

Esta Planta y Vertedero forman parte del conjunto de la Instalación de Tratamiento Integral de R.S.U., cuyo Proyecto, construcción, financiación y explotación en régimen de Gestión directa fue adjudicado a PLACOSOL, según se indica en el punto siguiente.

## **1.3 Antecedentes.**

La Mancomunidad de Municipios de la Costa del sol Occidental (en adelante Mancomunidad) en su comisión gestora de 9 de marzo de 1994 aprobó el Pliego de Condiciones Jurídicas y Económico-Administrativas del *Concurso de Anteproyecto para la adjudicación de la redacción del Proyecto, Construcción, Financiación y Explotación, en régimen de gestión directa e indirecta del Servicio, de una instalación de tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos generados en los términos en los términos municipales de los Municipios que componen la Mancomunidad.*

En el BOE nº 122 de fecha 23 de Mayo de 1994 se publicó la convocatoria del concurso público del *Anteproyecto para la adjudicación de la redacción del Proyecto, construcción, financiación y explotación en régimen de gestión directa o indirecta del servicio, de una instalación de tratamiento integral de Residuos Sólidos Urbanos generados en los términos municipales de los Municipios integrantes de la Mancomunidad.*

Con fecha de 5 de Julio de 1994 la Unión Temporal de Empresas denominada UTE PLACOSOL y formado por DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES, S.A., URBASER, S.A. e ITECSA, todas ellas integradas en el GRUPO DRAGADOS, presento su propuesta de actuación.

Al día siguiente tuvo lugar la apertura de las propuestas técnicas y económicas por parte de la Mesa de Contratación, remitiendo las mismas a sus servicios técnicos al objeto de que se estableciesen el dictamen pertinente.

La resolución del concurso tuvo lugar en la sesión de la Comisión Gestora de la Mancomunidad celebró el día 27 de diciembre de 1994, en la que se acordó, entre otras cosas, lo siguiente:

*1º. Aceptar por considerarla más ventajosa, la oferta del Grupo de Empresas Dragados y Construcciones, S.A., Urbaser, S.A. e Intensa, contenida en el sobre A, cuyas soluciones son variantes 1/24 ... Opcional 1.2 ... y Opcional 2.2 ...*

El día 15 de Junio de 1995 se procedió a la firma del Contrato entre Mancomunidad de Municipios Costa del Sol Occidental y Unión temporal de Empresas “Dragados y Construcciones, S.A.; Urbaser, S.A. Internacional de Ingeniería y Estudios Técnicos, S.A.” –PLACOSOL- para la redacción del proyecto, construcción, financiación y explotación de una instalación de tratamiento integral de los residuos sólidos urbanos generados en los términos municipales de los municipios que la componen.

La oferta adjudicada preveía la ubicación de la Planta en término municipal de Ojén y el Vertedero de rechazos en término municipal de Estepona (en el actual vertedero).

En escrito de 26 de de octubre de 1995 la Mancomunidad comunica a la UTE PLACOSOL lo que ... consideramos necesario que nos propongan un ubicación alternativa (ara el vertedero) , que por razones técnicas y económicas, sería aconsejable lo más cercano posible a la ubicación propuesta para la construcción de la Planta de Reciclado y Compostaje.

Se propone nueva ubicación para la Planta y el Vertedero, ante la falta de disponibilidad de los terrenos previstos, en el término municipal de Casares, iniciándose la tramitación administrativa para su autorización mediante la Solicitud de Declaración de Interés Social, la Solicitud de Ubicación y la Memoria-Resumen del EIA (Estudio de Impacto Ambiental).

Con fecha 31 de octubre de 1995 se autoriza, por la Consejería de Gobernación de la Junta de Andalucía de Málaga, la ubicación de la Planta en el emplazamiento propuesto del término de Casares, con algunas consideraciones de carácter medioambiental.

Posteriormente, con fecha 8 de Febrero de 1996 se autoriza, asimismo por la Consejería de Gobernación de la Junta de Andalucía en Málaga, la ubicación del Vertedero en emplazamiento anejo al autorizado para la planta, con algunas consideraciones asimismo de carácter medioambiental.

Como consecuencia de estas autorizaciones de ubicación, se presenta el presente Proyecto Básico de la mencionada instalación es de Planta y Vertedero en las nuevas ubicaciones propuestas en el término municipal de Casares.

#### **1.4. Marco jurídico.**

Según el Art. 45.2 de la Constitución Española *“los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva”*.

Corresponde a la Comunidad Autónoma de Andalucía, en el marco de la regulación general del Estado, el desarrollo legislativo y la ejecución de la competencia sobre medio ambiente, Higiene de la contaminación biótica y abiótica (art. 15.7 del Estatuto de Autonomía de Andalucía).

A tenor de la Ley 6/84 de 12 de Junio por la que se crea la Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, corresponde al A.M.A. según el Art. 4º - d) *“la planificación y coordinación de la gestión de los residuos sólidos urbanos, industriales y agropecuarios”*.

Asimismo, el proyecto que se presenta queda amparado por:

. Plan Especial de Protección del Medio Físico de la Provincia de Málaga aprobado el 06/03/1987 por la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía.

. Real Decreto Legislativo 1/1992 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.

. Ley 7/1994 de protección ambiental y los Reglamentos que la desarrollan.

. Ley 3/1995 de Vías Pecuarias.

Desde el punto de vista ambiental el presente Proyecto Básico se redacta en base a lo previsto en la siguiente legislación:

. Plan Especial de Protección del Medio Físico de la Provincia de Málaga, que establece la necesidad del procedimiento de Evaluación de Impacto en el Anexo I del Título I “Normas de Protección” y Título II “Normas de Régimen Jurídico”.

. Real Decreto Legislativo 1302/86 de 28 Junio de Evaluación de Impacto Ambiental.

. Real Decreto 1131/88 de 30 Septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del R.D.I. 1302/86.

. Ley 7/94 de 18 Mayo de Protección Ambiental de Andalucía que establece en el capítulo II, art. 11, las actuaciones sometidas al requisito de Evaluación de Impacto Ambiental, y que aparecen recogidas en el Anexo I de dicha Ley.

### **1.5 Objetivos que se persiguen.**

El objetivo que se pretende es una adecuada gestión medioambiental de los R.S.U. generados en el ámbito de la Mancomunidad mediante un sistema que implique la reintroducción en el ciclo de consumo de los componentes de valor contenidos en los residuos, complementando con el vertido controlado de los rechazos no aprovechables o recuperables.

De acuerdo con lo expuesto los objetivos que se alcanzarán serán los siguientes, en cuanto al proceso de tratamiento:

- . Capacidad de tratamiento para los R.S.U. generados en el ámbito geográfico.
- . Recuperación de plásticos, cartón y papel, metales magnéticos, metales no magnéticos y vidrio.
- . Obtención de un compost de alta calidad.
- . Reducción al mínimo del impacto ambiental con el estricto cumplimiento de la normativa legal al respecto.
- . Optimización del coste de explotación.
- . Creación de puestos de trabajo directos e inducidos en el mismo ámbito geográfico a que afecta la instalación de tratamiento y especialmente de los municipios donde están recomendadas las ubicaciones del sistema de tratamiento.
- . Eliminación de los actuales vertederos incontrolados existentes en la Mancomunidad.
- . Diseño de las instalaciones compatible con sistemas de Recogida Selectiva previa.

### **1.6 Planteamiento general del sistema de tratamiento.**

Varios son los factores que determinan el planteamiento general del sistema de tratamiento de los residuos generados en el ámbito geográfico de la Costa del Sol Occidental, a saber:

- . La distribución geográfica de la población y por tanto de los puntos de generación.
- . Las cantidades generadas de R.S.U.
- . La dificultad de encontrar emplazamientos aceptables desde el punto de vista medioambiental, para la realización del tratamiento.
- . La disponibilidad de un emplazamiento medioambientalmente apto para vertido, en el término municipal de Casares, de suficiente capacidad para realizar el vertido de los rechazos, durante un largo período de tiempo.
- . La precaria situación en la que se encuentran los emplazamientos actuales de vertido desde el punto de vista medioambiental, operativo y legal de los diferentes municipios que integran el ámbito geográfico.
- . La adecuada viabilidad de algún nuevo emplazamiento desde los puntos de vista técnico, medioambiental, operativo y legal.
- . La existencia de sistemas de tratamiento que simplifican, mejoran y optimizan la gestión adecuándola a los condicionantes anteriores.

Basándonos en esto, se plantea un sistema de tratamiento integral para todo el área de gestión que consiste en (ver representación gráfica general adjunta).

. PLANTA DE TRATAMIENTO en el término municipal de CASARES para el 100% de los RSU generados en la Mancomunidad.

. VERTEDERO PARA LOS RECHAZOS generados por la planta de tratamiento en parcela anexa a la misma y, por tanto, integrado en la misma instalación.

. Transporte DIRECTO de los residuos generados en los municipios de Casares, Estepona y Manilva (zona OESTE) a la planta de tratamiento.

. Transporte de los residuos generados en los municipios de Ojén, Istán, Benahavís y Marbella (zona CENTRO) a la planta de tratamiento, mediante ESTACION DE TRANSFERENCIA situada en Marbella.

. Transporte de los residuos generados en los municipios de Benalmádena, Fuengirola, Mijas y Torremolinos, (Zona ESTE) a la planta mediante ESTACION DE TRANSFERENCIA, situada en el término municipal de Fuengirola.

Con este planteamiento general que se propone, se consiguen varias ventajas:

. Eliminación de los actuales sistemas de eliminación por vertido (Vertederos actuales).

. Centralización de todos los RSU generados en un único sistema de tratamiento que permite, por la cantidad a tratar, recuperaciones de los recursos contenidos en los mismos, y reducir el impacto medioambiental del tratamiento al mínimo.

. Ubicar la Gestión de tratamiento en un único emplazamiento, apto desde los puntos de vista técnico, medioambiental y operativo.

## 2. DATOS BÁSICOS

## 2 DATOS BÁSICOS.

### 2.1. Localización de la instalación.

Los terrenos en los que se ubicarán la Planta de Tratamiento y el Vertedero se encuentran situados en el término municipal de Casares, junto al paraje conocido como *Rancho de la Iglesia*.

Las coordenadas en las que se sitúa la parcela en cuestión son:

GEOGRAFICAS	Latitud	36° 20'44" N
	Longitud	4° 13'45" W

U.T.M.	4036000
	300500

La superficie de la parcela es de 180 Ha.

El acceso se realiza a través de la carretera que une la N-340 con la población de Casares y del Camino de Gaucín a Estepona. La parcela en cuestión se encuentra a 5.7 km. Del núcleo urbano de Estepona, y a 2.1 km. De la mencionada carretera de Casares. La distancia al núcleo urbano de Casares es de 6 km por carretera y 4 km en línea recta.

La zona en cuestión está incluida en la Hoja 14-46 (1071), escala 1:50.000, de la Cartografía Militar de España, editada por el Servicio Geográfico del Ejército.

Asimismo está ubicada en la Hoja 1071 (4-2), del Mapa Topográfico de Andalucía, escala 1:10.000 de la Cartografía Oficial de la Junta de Andalucía, editada por el Centro de Estudios Territoriales y Urbanos de la Consejería de Obras Públicas y Transportes.

La localización exacta de los terrenos se puede apreciar en el plano *GE-02 Ubicación de la instalación*.

### 2.2 Ámbito geográfico y demográfico.

Los Municipios que componen el ámbito geográfico objeto del presente proyecto básico son:

Municipio	Habitantes
Benahavís	1405
Benalmádena	25277
Casares	3301
Estepona	35822
Fuengirola	43048
Istán	1343
Manilva	4854
Marbella	80645

Mijas	32835
Ojén	1976
Torremolinos	31707
TOTAL	262213

La demografía tomada como base es la que figura en el censo 1991.

No obstante, la Costa del Sol, por sus especiales características turísticas, se ve afectada por variaciones estacionales importantes que repercuten naturalmente en los servicios que hay que prestar y entre ellos está la Gestión de Tratamiento de los RSU que genera tanto la población estable como la estacional.

En el capítulo de generación de RSU se definen los procedimientos de determinación de las variaciones estacionales.

El incremento acumulativo anual de la población en un ámbito geográfico de tan especiales características como la Costa del Sol, está derivado de cómo vaya evolucionando la población censada (estable) y la población turística (estacional). Por ello, es difícil de concretar con fiabilidad este dato. Como consecuencia de los RSU que se generan adolecen del mismo carácter.

Se ha considerado un crecimiento acumulado de la generación de un 1,5% anual hasta conseguir la cantidad de 220.000 t/año exigidas en el Pliego.

No obstante, el conjunto de los sistemas de Gestión del Tratamiento elegidos en cada variante que se oferta, disponen de suficiente flexibilidad como para garantizar el tratamiento de los RSU generados en la Costa del Sol en las condiciones que se definen en este proyecto básico hasta el año horizonte.

Tanto las variaciones estacionales, de considerable desviación respecto a la media, como los posibles incrementos o disminuciones de población, son consideraciones que se han tenido en cuenta a la hora de definir y dimensionar los sistemas de tratamiento que se plantean.

## **2.3 Datos técnicos.**

### **2.3.1 CARTOGRAFIA UTILIZADA**

Para la redacción del presente proyecto básico se ha utilizado la cartografía siguiente:

. Cartografía Militar de España, escala 1:50.000, del Servicio Geográfico del Ejército; las hojas siguientes: 14-46 (1071), 15-46 (1072).

. Mapa Topográfico de Andalucía, escala 1:10000 del Centro de Estudios Territoriales y Urbanos de la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, las hojas (1071) 4-2 y (1072) 1-2.

### **2.3.2 CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES**

El presente Proyecto Básico y su Estudio de Impacto Ambiental se redactan en base a lo previsto en la siguiente legislación:

. Plan Especial de Protección del Medio Físico de la Provincia de Málaga que establece la necesidad del procedimiento de Evaluación de Impacto en el Anexo I del Título “Normas de Protección” y Título II “Normas de Régimen Jurídico”.

. Real Decreto Legislativo 1202/86 de 28 Junio de Evaluación de Impacto Ambiental.

. Real Decreto 1131/88 de 30 Septiembre por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del RDL 1302/86

. Ley 7/94 de 18 Mayo de Protección Ambiental de Andalucía que establece en el capítulo II, art. 11, las actuaciones sometidas al requisito de Evaluación de Impacto Ambiental, y que aparecen recogidas en el Anexo I de dicha Ley.

El Estudio de Impacto Ambiental figura en el tomo II (Anejo I) y Tomo III (Anejo II) de este Proyecto Básico.

### 2.3.3. CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS GEOTECNICAS E HIDROGEOLÓGICAS.

Los aspectos relativos a estos temas se han incluido dentro del Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental, al cual nos remitimos.

## 2.4 Protección y variación estacional de los RSU

La aleatoria variación del número de habitantes de la Costa del Sol debido a la especial influencia turística, hace que las estimaciones y ratios de producción deben realizarse con objetividad, teniendo en cuenta principalmente la realidad de los datos que en estos tiempos se están produciendo.

Estos datos han sido recogidos especialmente de los Municipios y Mancomunidad a través de los Servicios Técnicos y de las Empresas de Gestión de recogida de los residuos.

Otro criterio seguido en la evaluación de la producción de residuos y de su variación estacional ha sido la consideración “a la alta” de los datos recogidos, con miras a asegurar la gestión de tratamiento que se propone.

Los ratios de producción adoptados según los distintos municipios que integran la Mancomunidad han sido de 1 kg/hab/día del censo de población, multiplicados por los factores de variación estacional que se derivan de los datos recogidos disponibles y que son presentados en la gráfica adjunta, de la que pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

. Producción de Marbella, obtenida de fuente municipal, que asciende a 56.500 t/año, distribuida en los meses del año según se indica.

. Producción de Estepona, con semejante variación estacional que Marbella sobre un total de 20.000 t/año.

- . Producción de Fuengirola, obtenida directamente de los Servicios de Recogida que asciende a 34.235 t/año, distribuida en los meses del año según se indica.
- . Torremolinos, obtenida de fuente municipal, que asciende a 27.399 t/año, distribuida en los meses del año según se indica.
- . Benalmádena, con semejante variación estacional que Torremolinos, sobre un total generado de 30.000 t/año.
- . Mijas, con semejante variación estacional que Torremolinos y Benalmádena, sobre un total de 20.000 t/año.
- . Para los cinco municipios de menor población (Casares, Manilva, Benahavís, Istán y Ojén), el ratio de generación de 1kg/hab/día ha sido afectado por los siguientes factores según los meses del año:

. Agosto	x2,00 (31 días)
. Julio y Septiembre	x1,60 (61 días)
. Marzo, Abril, Mayo, Junio y Septiembre	x 1,22 (153 días)
. Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero	x 1,00 (120 días)

Obteniéndose las siguientes cantidades y con la variación estacional indicada en la gráfica adjunta:

. Casares	1540 t/año
. Manilva	2236 t/año
. Benahavís	655 t/año
. Istán	626 t/año
. Ojén	926 t/año
<b>TOTAL (5) Municipios</b>	<b>5978 t/año</b>

Se adjunta cuadro resumen con la población considerada y la estimación de generación según los datos disponibles y elaborados.

Según lo expuesto anteriormente, la producción de RSU en la Costa del Sol alcanza las 194.112 t/año en 1993. La producción en temporada alta alcanza la cifra de 935 t/día en 1993.

Asimismo, en el Gráfico adjunto figuran las generaciones y variaciones estacionales consideradas para los diferentes municipios que integran la Mancomunidad.

(ADJUNTAR TABLA)

Con independencia de la población actual de hecho de estos municipios y de la producción de RSU actual de la comarca, se va a considerar para todos los cálculos posteriores de la Planta, la futura producción de RSU prevista la cantidad de 220.000 t/año, según se indicaba en el Pliego de Cláusulas Administrativas del concurso.

## **2.5 Cantidades y características de los RSU a tratar**

### **2.5.1. CANTIDADES A TRATAR**

Las cantidades de RSU a tratar son las siguientes:

<b>Municipio</b>	<b>RSU Generados (93)</b>
Benahavís	655
Benalmádena	30000
Casares	1540
Estepona	20000
Fuengirola	34235
Istán	626
Manilva	2236
Marbella	56500
Mijas	20000
Ojén	921
Torremolinos	27399
<b>TOTAL</b>	<b>194112</b>

Con independencia de la población actual de hecho de estos municipios y de la producción de RSU actual de la comarca, vamos a considerar para todos los cálculos posteriores de la planta la futura generación de RSU prevista en la cantidad de 220.000 t/año, según se indica en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

No obstante, las instalaciones de tratamiento han sido dimensionadas para tratar mayores cantidades, mediante el funcionamiento de más horas/día y/o mediante la optimización de los parámetros de diseño definidos con un 20% de margen de seguridad.

### **2.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS RSU.**

Los residuos susceptibles de tratarse en esta planta, serán los procedentes de :

- . residuos domésticos
- . desechos de limpieza viaria y jardinería
- . residuos sólidos de la limpieza de mercados, camping, hoteles, etc. Y
- . escombros transportados en los vehículos de recogida de residuos urbanos.

Los residuos que no podrán ser admitidos en la Planta son los que se citan a continuación:

- . escombros de obras de construcción
- . residuos industriales tóxicos
- . despojos de mataderos
- . residuos hospitalarios
- . elementos líquidos y pastosos

- . residuos radiactivos
- . animales muertos
- . materiales enfriados previamente
- . productos sólidos pulverulentos o fangos que presenten riesgos de polución química o toxicidad,
- . residuos inflamables,
- . residuos voluminosos no recogidos por los sistemas convencionales de recogida domiciliaria y
- . otros residuos no asimilables a los RSU.

Los residuos que por su naturaleza y características presenten inconvenientes en el proceso de tratamiento por reciclaje, podrán ir directamente al vertedero.

En esta Planta se prevé que los fangos procedentes de las depuradoras de aguas residuales, previo análisis, puedan incorporarse a los sistemas de fermentación, en la medida que éstos lo permitan.

No obstante, la Costa del Sol, por sus especiales características turísticas, se ve afectada por variaciones estacionales importantes que repercuten naturalmente en los servicios que hay que prestar y entre ellos está la Gestión de Tratamiento de los RSU que genera tanto la población estable como la estacional.

En el punto 2.4 anterior del presente Tomo I se definen las consideraciones para la determinación de las variaciones estacionales.

La determinación de un incremento acumulativo anual, de un ámbito geográfico de tan especiales características como la Costa del Sol, está derivada de cómo vaya evolucionando la población censada (estable) y la población turística (estacional).

No obstante, el conjunto de los sistemas de Gestión del Tratamiento elegidos, dispone de suficiente flexibilidad como para garantizar el tratamiento de los RSU generados en la Costa del Sol en las condiciones que se definen en este proyecto.

Tanto las variaciones estacionales de considerable desviación respecto a la media, como los posibles incrementos o disminuciones de población, son consideraciones que se han tenido en cuenta a la hora de definir y dimensionar los tratamientos que se plantean.

Como consecuencia de la preparación del presente proyecto básico, se ha realizado la caracterización de los residuos en la zona, buscando la mejor representatividad que los medios y el tiempo disponible han permitido.

Para ello, se han seleccionado itinerarios representativos de dos ámbitos generacionales distintos:

- población estable
- población estacional

Los criterios de representatividad estuvieron basados en:

- . tipo de itinerario elegido

- . cantidades recogidas, muestreadas y analizadas
- . días de la semana seleccionados
- . metodología en la recogida
- . metodología en el muestreo
- . metodología en la analítica seguida
- . ponderación de la producción

Mediante la oportuna ponderación se determinan como valores medios y representativos los siguientes:

### CARACTERÍSTICAS MEDIAS DE LOS RSU

#### COMPOSICIÓN POR COMPONENTES

<u>Inertes</u>	<u>en peso (b.úmeda)</u>
Vidrio	7,9
Metal férrico	2,3
Metal no férrico	0,8
Escombros	1,0
Finos	1,4
Varios	1,4
<b><u>Total Inertes</u></b>	<b><u>14,8</u></b>
 <u>Combustibles</u>	
Papel	11,9
Cartón	7,9
Plástico	10,2
Textiles	2,5
Madera	1,0
Goma y cueros	1,5
<b><u>Total combustibles</u></b>	<b><u>35,0</u></b>
 <u>Fermentables</u>	
Materia orgánica	50,2
<b><u>Total fermentables</u></b>	<b><u>50,2</u></b>
<b><u>TOTAL</u></b>	<b><u>100,00</u></b>

## COMPOSICIÓN POR ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Densidad aparente en contenedor	016 t/m <sup>3</sup>
Densidad aparente en camión sin compactar	025 t/m <sup>3</sup>
Densidad aparente en camión compactador	070 t/m <sup>3</sup>
Densidad en foso (en función del tiempo de residencia) entre	0,45 t/m <sup>3</sup> y 0,55 t/m <sup>3</sup>
Humedad	50,8%
Materia seca	49,2%
PCI	1500 Kcal./Kg
Ph	6,0

Asímismo se ha considerado en la concepción y diseño de las instalaciones, que en esta Planta puedan ser tratados aquellos residuos sólidos urbanos seleccionados en el futuro con recogida selectiva en origen (vidrio, papel-cartón y fracciones húmeda-seca), mediante la utilización de los equipos e instalaciones existentes y la adecuación de sus parámetros técnicos a las características de las fracciones seleccionadas. Todo ello se habrá de integrar adecuadamente con el fin de adaptar los rendimientos y capacidades previstas, es decir la adecuación del sistema productivo de las instalaciones a las nuevas necesidades, sin menoscabo de la función principal de las mismas que es la eliminación de los RSU en las condiciones contratadas desde los puntos de vista técnico, medioambiental y económico.

### 3. **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO**

### 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

El sistema de tratamiento está proyectado en las siguientes fases:

- . recepción y control
- . clasificación y reciclaje
- . fermentación aerobia. Compostaje
- . depuración del compost,
- . almacenamiento del compost
- . gestión de lixiviados.
- . evacuación de rechazos, y
- . vertedero.

Ver planos siguientes:

- . DG-101                      Diagrama de bloques
- . DG-102                      Diagrama de caudales
- . DG-103                      Area de tratamiento y clasificación. Diagrama de flujo y equipamiento
- . DG-04                      Area de tratamiento y clasificación. Diagrama de depuración de compost.

#### 3.1. Recepción y control

##### 3.1.1 RECEPCION, CONTROL Y PEAJE

Los residuos procedentes de la recogida domiciliaria llegan a la planta en los vehículos de recogida designados por los Ayuntamientos o en contenedores procedentes de las plantas de transferencias y se procede a su pesaje y control identificativo del itinerario de procedencia, en la caseta de control y pesaje mediante la báscula BC-101.

Los vehículos son pesados en carga a la entrada, en vacío a la salida y por diferencia se determina el peso neto de residuos transportados.

En la ficha que imprime el sistema informático figurará al menos:

- vehículo num. Y matrícula
- empresa concesionaria de la recogida y transporte
- fecha y hora de la pesada
- procedencia
- peso bruto
- tara
- peso neto
- observaciones e incidencias

También servirá la báscula para el control y pesaje de los vehículos que han de transportar los productos recuperados, así como para realizar cuantas pruebas, ensayos y controles sean necesarios en la explotación de la planta.

La báscula tiene una capacidad máxima de 60 t. con una frecuencia máxima de 60 pesadas/hora/báscula.

El ciclo de la operación de pesada se estima en 60 seg.

La posición de la báscula respecto a la caseta de control, permitirá que los conductores entreguen o recojan de dicha caseta la documentación necesaria (fichas, albaranes, etc.)

### 3.1.2 DESCARGA

Los vehículos que transportan los residuos, después de haber realizados el pesaje y control se dirigen hacia la plataforma cubierta de maniobra que antecede al foso de descarga. En esta plataforma maniobrarán para enfrentarse con alguna de las posiciones de descarga existentes en los fosos (FD-101-1/2) en el sentido de marcha hacia atrás; pararán para quitar los cierres de seguridad de las batientes traseros de los vehículos y continuarán después su trayecto de marcha atrás hasta hacer tope las ruedas traseras con el talón-bordillo, construido al efecto; en este punto se accionará el sistema de apertura del batiente trasero (portón trasero del vehículo) y se procederá a la descarga de los residuos en el foso.

La plataforma tiene dimensiones suficientes para realizar con holgura las maniobras de llegada, giro, aproximación, descarga y salida.

Los fosos tienen planta rectangular; la cubicación del conjunto es suficiente para tres días de almacenamiento de residuos.

La longitud total de la nave de fosos está dividida en 12 módulos de 5 metros, denominados posiciones.

Las posiciones disponen de semáforo con luces verde y roja que identifican la viabilidad de la descarga en el foso, accionadas por los operadores de los puentes-grúa.

- . verde – permite la descarga
- . roja- no permitida la descarga

Las puertas de entrada y salida (PA-101-1/12) disponen de cierre enrollable motorizado, accionable por los operadores de los puentes grúa desde el interior de la sala de control, situada dentro de la nave de clasificación.

Las posiciones de 5 m se dividen en:

- 2            posiciones en los laterales para acceso de contenedores de recogida de residuos voluminosos y para mantenimiento de los puentes grúas (PG-101-1/2)
- 2            posiciones centradas entre los dos fosos y enfrentadas con los alimentadores de placas (AP-201-1/2).
- 10          posiciones de descarga frente a los fosos, 5 para cada uno de los senos.

## **3.2 Clasificación y reciclaje**

### **3.2.1 Dosificación y alimentación**

Una vez descargados los residuos en los fosos por los vehículos de recogida se procede a su homogeneización y manejo, mediante los puentes-grúa, provistos de sus correspondientes pulpos (PU-101-1/2), que trasladan y descargan en pulpadas sobre las tolvas de los alimentadores de placas.

El criterio de dimensionado es el de poder alimentar el 100% de la instalación con un solo puente-grúa-pulpo, quedando el otro en reserva.

Los alimentadores dosifican y alimentan los residuos al resto de las líneas.

La primera operación de selección se realiza en los fosos mediante la separación de los residuos voluminosos no tratables, que los depositan en los contenedores (CO-101-1729 que hay colocados en las posiciones laterales de los fosos (izquierda y derecha).

Disponen de velocidad variable y de limitador de altura variable, con el fin de poder regular la alimentación.

Los alimentadores de placas, de capacidad nominal de 25 a 30 t/h cada uno descargan los residuos de las bandejas vibrantes 8AV-201-1/2), de capacidad nominal de 25 a 30 t/h cada una, donde se realiza una selección de los materiales voluminosos no aprovechables, que se dejan caer por las tolvas (TV-201-1/2/3/4) al contenedor de 30 m<sup>3</sup> CO-201, situados en la Planta inferior de la instalación.

Asimismo en las bandejas vibrantes se realiza la selección de papel-cartón, que se deja caer por las tolvas (TV-210-1/2/3/4) en la cinta CT-210 para alimentar la prensa de balas PR-201.

Igualmente, el vidrio seleccionado se deja caer por las tolvas (TV-202-1/2/3/4) hasta el contenedor CO-209. Ambos contenedores y la prensa están situados en la planta inferior de la instalación.

El conjunto de equipos Puente-grúa + pulpo + Alimentador de Placas + Bandeja Vibrante, en cada línea, forman un conjunto con el que se alimentan, dosifican y seleccionan los residuos de forma regular.

Estas operaciones son imprescindibles para conseguir que haya un óptimo funcionamiento de los equipos en función del dimensionado para el que están diseñados.

### **3.2.2 CLASIFICACIÓN.**

Las bandejas vibrantes descargan los residuos dosificados en las cribas giratorias (trómeles) (CR-201-1/2) de capacidad nominal 25 t/h cada uno, provistos interiormente de elementos abrebolsas, con el fin de evacuar los productos en ellas contenidos. La luz de la perforación es de 90 mm.

En el producto pasante se concentran fundamentalmente componentes orgánicos fermentables, acompañados de otros materiales no orgánicos (vidrio, metales, inertes y otros) algunos recuperables (vidrio y metales).

En el producto rechazo se concentran fundamentalmente componentes combustibles acompañados de otros materiales no combustibles (vidrio, metales y otros) siendo algunos de ambos recuperables (plásticos, vidrio y metales).

Los materiales pasantes de los trómeles son recogidos por las cintas transportadoras (CT-201-1/2) y de éstas a la cinta transportadora CT-202 (línea de orgánicos fermentables).

Los materiales de rechazo de los trómeles son recogidos por las cintas transportadoras 8CT-205-1/2) (líneas de inorgánicos).

### 3.2.3 SELECCIÓN EN LA LINEA DE ORGANIOS FERMENTABLES

Los materiales recogidos por las cintas transportadoras CT-201-1/2, son descargados respectivamente en la cinta de selección CT-202 de baja velocidad para facilitar la separación manual de componentes, si se plantea.

Se selecciona botellas de vidrio que se depositan indistintamente en tolvas TV-206-1/2 según convenga al punto de triaje, para caer a un contenedor de 30 m<sup>3</sup> aproximadamente CO-205.

Posteriormente existe una separación magnética sobre la cinta CT-202, mediante el separador magnético SG-201.

Los materiales magnéticos caen por la tolva TV-207 al contenedor CO-207 que alimenta mediante la cinta de transporte CT-208 la prensa de balas PR.202 para su comercialización.

La cinta CT-202 deposita los materiales no seleccionados sobre el alimentador vibrante (AV-202) del separador de metales por inducción SI-201, que separa los elementos metálicos no separados previamente por el separador magnético, y mediante la tolva TV-208 los deposita en el contenedor CO-206, que, como en el caso de los metales férricos alimentará mediante la cinta CT-208 la prensa PR-202.

El resto de materiales no seleccionados en esta línea de tratamiento, es considerado concentrado de orgánicos fermentables y es transportado por las cintas ct-203 y CF-204 al área de tratamiento de orgánicos (parque de fermentación).

### 3.2.4. SELECCIÓN EN LA LINEA DE INORGÁNICOS

Los materiales rechazo de trómeles transportados por las cintas CT-205-1/2, son sometidos a selección de componentes comercializables.

Se seleccionan plásticos polietileno de cuerpos huecos, que se dejan caer por tolvas (TV-203-1/2/2/4) al contenedor C-202 para su posterior prensado en prensa PR-201 que se alimenta por cinta transportadora CT-209.

También se selecciona vidrio que se deja caer a través de tolvas (TV-204-1/2/3/4) al contenedor C-203 de 30 m<sup>3</sup>. Igualmente, se selecciona aluminio que se deja caer a través de tolvas (TV-205-1/2/3/4) al contenedor CO-204 de 30 m<sup>3</sup>.

El resto de materiales no separados en las cintas CT-205-1/2, son transportados por la cinta CT-206 y sometidos a separación magnética mediante la OVER-BAND (SG-202). Los materiales magnéticos son recogidos en los contenedores CO-207 mediante la tolva TV-209. Estos materiales podrán ser prensados en la prensa de balas PR-202.

### 3.2.5 PREPARACION DE LOS RECHAZOS DE SELECCIÓN.

Con el fin de proceder a su transporte a vertedero, los materiales no seleccionados anteriormente (rechazos) son transportados por la cinta CT-207, reversible.

Esta cinta descarga relativamente en los contenedores previstos para ello CO-208-1/2. Los contenedores, alternativamente son llenados y cargados sobre camión con Ampliroll, con destino a vertedero, de tal manera que permanentemente haya un contenedor en operación que garantice la continua evacuación y por tanto la producción sin interrupciones.

### 3.3. Fermentación aerobia. Compostaje.

El concentrado de fracción orgánica es transportado por las cintas CT-203 y CT-204 hacia el transportador-repartidor CTR-201 que se encarga de distribuir longitudinalmente la producción equivalente de 6 días/semana, en altura de hasta 3 m, a lo largo del parque de fermentación.

En este sistema de fermentación, el posicionado de materia orgánica se realiza en parva inicial mediante el transportador-repartidor.

El volteo del mismo se realiza mediante volteadora automática (VO-201) que carga por la parte delantera y descarga por detrás (unos pocos metros de desplazamiento). Debido a su alta capacidad de volteo permite tener margen suficiente para incrementar el n° de volteos sin incrementos de superficie.

Diariamente se formará una parte de la parva homogénea que es movida desde esta posición inicial semanalmente mediante la volteadora, dejando espacio libre para las siguientes semanas; esta maniobra se realizará semanalmente durante 8 semanas.

La evacuación de la 8ª posición (8ª semana) se realizará con pala cargadora desde el parque a la zona de depuración de compost.

La superficie necesaria es de aproximadamente 18000 m<sup>2</sup> que junto con la zona para depuración y almacenamiento se incrementa hasta 23000 m<sup>2</sup> aproximadamente incluyendo viales interiores.

### 3.3.1 INTRODUCCION

La descomposición de la materia orgánica bajo los efectos de diversos factores biológicos se produce en la naturaleza desde que la vida apareció sobre la tierra. El hombre se ha esforzado en controlar y utilizar directamente este fenómeno natural para evacuar y recuperar en condiciones higiénicas los residuos orgánicos contenidos en los RSU; el producto final así obtenido ha recibido el nombre de compost.

La fermentación consiste en una transformación biológica de la materia orgánica contenida en RSU para la obtención de un humus rico en microorganismos, conteniendo los factores de crecimiento y los oligoelementos para el desarrollo de las plantas.

Esta fermentación puede ser aerobia y anaerobia, la aerobia es con presencia de grandes cantidades de aire y la anaerobia es en ausencia total de aire. En ambos casos, bacterias, hongos y otros organismos saprofitos se alimentan de materias orgánicas, tales como: restos de comida, residuos vegetales, estiércol y excrementos, convirtiéndolas en productos más estables.

El tratamiento para la fracción orgánica consiste en su “fermentación” que puede ser:

- . aerobia
- . anaerobia

Así pues, se puede definir el compost como una sustancia húmica estable obtenida normalmente por la fermentación termofílica, es decir en presencia del oxígeno del aire, de la fracción orgánica de los RSU.

La obtención de un buen compost depende fundamentalmente de:

- . materia orgánica de partida
- . proceso biológico de fermentación
- . proceso mecánico de depuración y afino

### 3.3.2. FERMENTACIÓN AEROBIA

Cuando la materia orgánica se descompone en presencia de oxígeno, el proceso se denomina aerobio. En este caso, organismos vivos utilizan el oxígeno alimentándose de la materia orgánica y absorbiendo el nitrógeno, el fósforo, una parte del carbono, incluso otras sustancias nutritivas que sirven para elaborar el protoplasma celular.

La mayor parte del carbono, los dos tercios, sirve de fuente de energía dichos organismos; que es quemado y desprendido bajo la forma de anhídrido, mientras que el tercio restante se combina con el nitrógeno en las células. Si la cantidad de carbono contenido en la materia orgánica es muy grande en comparación con el nitrógeno, la actividad biológica disminuye y son necesarias varias generaciones de organismos para consumir el exceso de carbono. Cuando los organismos mueren, el nitrógeno y el carbono que habían acumulado pasan a ser utilizados por otros nuevos. Al transformarse el carbono es anhídrido carbónico, la cantidad de aquel disminuye, permaneciendo fija la de nitrógeno. Al final, cuando la relación carbono-nitrógeno es suficientemente reducida, el nitrógeno se desprende en forma

de amoníaco. En estas condiciones favorables, cierta cantidad de amoníaco puede oxidarse para dar nitratos. El fósforo, el potasio y otros oligoelementos son indispensables para el crecimiento biológico, pero al encontrarse en las materias utilizadas para la preparación del compost en cantidades más que suficientes, no presentan ningún problema.

Debemos resaltar que en la oxidación del carbono para dar anhídrido carbónico, se desprende una cantidad de energía bajo la forma de calor. Cuando la materia orgánica se deposita de forma adecuada, su temperatura se eleva por encima de los setenta grados centígrados. Sin embargo, por encima de la citada temperatura, la actividad bacteriana decrece y la descomposición se desacelera. En el intervalo de temperaturas comprendido entre cuarenta y cinco y sesenta y cinco grados los organismos termófilos se desarrollan y reemplazan a las bacterias mesófilas. Lo expuesto sobre las temperaturas alcanzadas por la materia orgánica, tiene gran importancia en la destrucción de gérmenes patógenos y semillas por el peligro que supone, bien para la salud, bien para los cultivos.

La oxidación aerobia de materia orgánica no provoca olores desagradables, y la existencia de éstos la debemos achacar a que el proceso no es enteramente aerobio. Debido a lo anterior, necesariamente habrá que inyectar aire o voltear la materia orgánica para que con la aportación de oxígeno mantengamos las condiciones de aerobiosis.

### 3.3.3. SISTEMAS DE PROCESOS POR VÍA AEROBIA

Si bien el proceso para la obtención de productos por reciclado y RDF puede ser común, para la obtención del compost se pueden adoptar varios sistemas, todos ellos orientados a fomentar la optimización de los parámetros que regulan el proceso biológico, para obtener un buen compost en las circunstancias más favorables, de menor espacio, menor tiempo de fermentación, menor producción de olores, además de una mejor calidad del producto final.

Básicamente se pueden distinguir dos sistemas: en recinto abierto y en recinto cerrado.

#### Compostaje en recinto abierto

Es el más tradicional y el compost se almacena en parvas o montones al aire libre.

Se puede realizar el proceso de varias formas.

. En pila estática

Corresponde al sistema más antiguo y se realiza en parvas de altura reducida y que no se mueven durante el proceso. La presencia de oxígeno es natural a través de los interespacios de la materia orgánica.

. Por volteo

La aeración se consigue mediante volteo mecánico de toda la masa compostable dispuesta en grandes eras de fermentación. Este proceso dura de 6 a 10 semanas en función del ambiente y el grado de humedad y del oxígeno disponible.

. Por ventilación forzada

La pila de fermentación es estática y se ha dispuesto de un sistema mecánico de ventilación por tubería o por canal empotrado en la solera.

Las tuberías se conectan a un ventilador que asegura la entrada de oxígeno y la salida de CO<sub>2</sub>. Esta ventilación puede ser por impulsión o inyección de aire o por succión o extracción del mismo.

Este sistema de fermentación puede combinarse con el anterior por volteo, obteniéndose mejores resultados en tiempo y calidad de compost.

#### Compostaje en recinto cerrado

Estos sistemas van encaminados a reducir las superficies de fermentación, lograr un mejor control de los parámetros de fermentación y controlar más los olores, al permitir la aspiración y depuración en biofiltro.

La primera fase más activa de fermentación se realiza en un recinto cerrado y la segunda fase o de maduración se completa en parques abiertos o bajo cubierta.

Algunos de estos sistemas son:

. En celdas

La materia orgánica se coloca en celdas de hormigón sometidas a aireación y con sistema de recogida de lixiviados.

. Bioestabilizador horizontal

Consiste en un tratamiento mecánico continuo de la materia orgánica dentro de un cilindro de 2 a 3 m. de diámetro que gira a una velocidad de 2 r.p.m. El tiempo de permanencia de orgánicos dentro del fermentador es de uno a tres días. Una vez concluida la fermentación, la fase de maduración se realiza en pilas estáticas.

. Fermentadores verticales

Consta de un depósito vertical de grandes dimensiones, dividido en varias plantas. La materia orgánica se coloca en el piso más alto y mediante dispositivos mecánicos se voltea la masa a la vez que va pasando a un piso inferior. En algunos casos se suministra agua al inicio del proceso, pero normalmente llega por evaporación de las capas de los pisos inferiores, que está más calientes.

Cuando la materia orgánica ha pasado al piso más bajo se da por concluida la fermentación y el compost pasa a maduración-

El tiempo de permanencia en el fermentador es de una semana.

### 3.3.4 FERMENTACION ANAEROBIA

La descomposición de materias orgánicas se efectúa en anaerobiosis. El metabolismo de los organismos vivos anaerobios disocia los compuestos orgánicos nutritivos por reducción. Como en el proceso aerobio, aquellos utilizan el nitrógeno, el fósforo y otras sustancias nutritivas para formar su protoplasma celular, pero reducen el nitrógeno a ácidos orgánicos y amoníaco. El carbono que no es utilizado para constituir las proteínas celulares, se desprende principalmente bajo la forma de metano y una pequeña parte se libera bajo la forma de anhídrido carbónico. La reducción intensiva de sustancias orgánicas por la putrefacción, es acompañada por olores desagradables, debido al ácido sulfhídrico y a otros compuestos orgánicos que contienen azufre, tales como los mercaptanos.

En las descomposiciones anaerobias, la energía calorífica liberada no es suficiente para elevar sensiblemente la temperatura de las materias en putrefacción. El débil calor producido en la fermentación anaerobia es un inconveniente desde el punto de vista higiénico, ya que es necesario destruir los gérmenes patógenos y los parásitos. Para ello, en los digestores es necesario elevar la temperatura.

En estas condiciones la destrucción es lenta, necesitando muchos meses para asegurar la desaparición de ciertos parásitos. Utilizando digestores, este proceso se puede reducir a 15 días.

En este proceso, se consigue eliminar las grandes superficies en eras de fermentación-maduración y la presencia de lixiviados, obteniéndose biogás de gran riqueza energética.

Partiendo del sistema antes descrito el proceso de fermentación anaerobio produce lo siguiente:

. Biogás: con un contenido de 65% de metano y una producción de 780kw/h por tonelada de RSU ó 100 m<sup>3</sup> por tonelada de RSU con un poder calorífico de 5000 Kcal./m<sup>3</sup> sin depurar.

. Abono orgánico digerido: 430 kg por tonelada de RSU introducido en el digestor.

### 3.3.5 CARACTERÍSTICAS DE LA FERMENTACIÓN AEROBIA

Se trata de una fermentación biológica en presencia del oxígeno del aire y con producción de calor debida a la actividad de microorganismos.

En la fermentación intervienen varios factores que son la aeración, la humedad, la temperatura, el pH y la relación carbono/nitrógeno. La humedad oscila entre el 60 /70% al principio, y entre 25/30% al final; por debajo de esta humedad la fermentación se para, y por encima de la anterior la materia orgánica se pudre aunque en ambos casos interviene la presencia o ausencia de aire. En cuanto a la temperatura, se parte de la temperatura ambiente para elevarse hasta 60/70°C en función del proceso para descender paulatinamente hasta de nuevo a la temperatura ambiente. En cuanto al pH sucede que el RSU tiene un PH ligeramente ácido 5/6; durante el proceso de fermentación el ph es alcalino 8/8,5 y terminada la fermentación el ph es casi neutro 6/7,5. Por supuesto, en función de los procesos indicados en los párrafos anteriores, los factores antes comentados pueden sufrir oscilaciones entre los valores antes indicados. El último factor que interviene

en la fermentación es la relación Carbono/Nitrógeno (C/N) que determina si el proceso está concluido y si el resultado es bueno.

Por último, la materia orgánica fermentada debe ser “Depurada”. El sistema de afinado de la materia orgánica puede considerarse que es común a cualquiera de los procesos de tratamiento utilizados y al sistema de recogida, aunque la bondad del producto final es función del sistema de tratamiento y recogida utilizada ya que en unos casos la cantidad de inertes a separar es mayor que en otros. El afino va muy ligado a la fermentación y si esta no se llega a realizar completamente puede anular una buena instalación de afino.

El afino de la materia orgánica fermentada consiste en eliminar todos los elementos que no han fermentado y todos los inertes. Para separar estas tres fracciones normalmente se utiliza la siguiente línea de proceso:

- . Alimentación
- . Separación por densidades
- . Separación por tamaños

Antes de proceder a realizar el afino es necesario controlar los factores antes comentados que nos indicarán si la fermentación está concluida, lo cual significa que la humedad estará entre el 25 y 35%, el PH entre 6 y 8 y la relación C/N entre 16 y 20.

### 3.3.6. FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN AEROBIA

Dentro de los factores que intervienen en este proceso de fermentación, estudiaremos a continuación los siguientes:

Relación carbono/nitrógeno  
Humedad  
Temperatura  
Aireación  
Disposición de los RSU a fermentar  
Flora microbiana  
PH  
Materia orgánica  
Nitrógeno  
Elementos minerales  
Elementos pesados

#### Relación carbono-nitrógeno

El proceso de descomposición de la materia orgánica está influenciado por la presencia del carbono y del nitrógeno. De hecho solamente la relación entre las cantidades utilizables de los dos elementos es lo que cuenta, pues una parte del carbono puede presentarse bajo una forma tan resistente al ataque biológico que no interviene en la práctica.

Hemos visto anteriormente que la descomposición de la materia orgánica está provocada por organismos vivos que utilizan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno como elemento constitutivo de la sustancia celular. Las 2/3 partes del carbono consumido son quemadas por los microorganismos y transformadas en gas carbónico y el 1/3 restante entra a formar parte del protoplasma celular de los nuevos organismos; pero para la producción de proteínas se necesita la absorción de otros elementos entre los cuales el más importante es el nitrógeno y en menor importancia el fósforo y el azufre.

Las formas de carbono más fácilmente atacables por los microorganismos son los azúcares, las pentosas y las materias grasas. El proceso exige más carbono que nitrógeno, pero cuando el exceso de carbono es bastante considerable, la descomposición se relentiza a partir del momento en el cual las reservas de nitrógeno son consumidas, y ciertos organismos mueren; el nitrógeno que ellos habían asimilado es entonces utilizado por otros organismos y nuevas cantidades de carbono son quemadas en la constitución de la sustancia celular. De esta manera, la cantidad de carbono alcanza un nivel más satisfactorio y el nitrógeno es reintroducido en el ciclo.

En el suelo, la sucesión de los ciclos del nitrógeno, que se producen en presencia de un fuerte exceso de carbono, hace intervenir otro factor: el nitrógeno que la tierra contiene bajo una forma utilizable por las bacterias. En este caso, si la relación C/N es muy elevada, las células microbianas vivientes consumen al máximo el carbono disponible, retirando del suelo, en proporciones apropiadas, el nitrógeno que existe en aquél, bajo la forma utilizable por ellas. El suelo es pues despojado de su nitrógeno, cuya acción fertilizante sobre el crecimiento de las plantas será retardada hasta el momento en el cual no sea utilizado ya en el ciclo biológico de las bacterias del suelo. Por el contrario, cuando la fuente de energía, es decir, el carbono, es inferior a la cantidad requerida para convertir todo el nitrógeno disponible en proteínas, los microorganismos consumen el carbono disponible y eliminan el exceso de nitrógeno bajo la forma de amoníaco. Durante la fermentación se produce una pérdida de nitrógeno cuando el gas amoníaco se escapa a la atmósfera; conviene por consiguiente, reducir esta producción de gas al mínimo.

Una relación C/N igual a 20 representa el límite superior para no temer el empobrecimiento del suelo. No obstante lo dicho, si una parte considerable del carbono está presente bajo la forma de lignina u otras sustancias resistentes, la relación C/N puede sin inconveniente ser superior a 20. Siendo la mayor importancia evitar que el suelo sea desprovisto de su nitrógeno y que el compost conserve la mayor cantidad del mismo. Vemos pues que la relación C/N no constituye un factor crítico, aunque sí muy importante y al final de la fermentación este valor deber ser de 20 a 15.

Cuando la relación C/N es elevada se podrá hacer descender artificialmente ya sea quitando celulosa, es decir, reduciendo el C o aumentando el contenido en N, por ejemplo con adición de nitrato de cal.

### Humedad

Los microorganismos necesitan el agua como vehículo líquido para transportar los alimentos y elementos energéticos a través de la membrana celular.

Asegurando una aeración suficiente, se puede obtener una descomposición aerobia, con un grado de humedad alto del 50% o más. En la práctica, sin embargo, conviene evitar una humedad demasiado elevada, pues el agua al expulsar el aire de los intersticios del material a fermentar, origina condiciones de anaerobiosis. Por el contrario, una humedad demasiado débil, priva a los organismos del agua necesaria para su metabolismo e inhibe su actividad. Una humedad comprendida entre el 40% y el 60% es la más adecuada para la fermentación aerobia. Durante el proceso de fermentación la evaporación es elevada debido a la alta temperatura que se genera, entonces cuando la humedad sea inferior al 40% será necesario realizar aportes hídricos. A veces estos aportes de agua se hacen con lodos procedentes de las depuradoras de agua para evitar así el consumo de aguas limpias. Muchas veces el mantenimiento de la humedad ideal se consigue mediante volteos frecuentes. Esta humedad desciende al terminar el proceso de fermentación a niveles entre 25 y 35%.

### Temperatura

La temperatura es de suma importancia en la fermentación aerobia y como se ha indicado anteriormente dicha fermentación va acompañada de un desprendimiento considerable de calor. La masa de residuos sólidos urbanos posee buenas propiedades aislantes y es capaz de retener el calor producido y alcanzar temperaturas elevadas.

Igualmente la materia orgánica está a la temperatura ambiente. En seguida los microorganismos crecen y la temperatura asciende considerablemente. A los pocos días se alcanzan los 40°C, finalizando en este momento la llamada fase mesofílica, para alcanzar la termófila. Sigue subiendo la temperatura y la mayor parte de los microorganismos iniciales mueren y son reemplazados por otros resistentes a esta temperatura. La temperatura sigue ascendiendo hasta los 70 a 75°C. A efectos sanitarios esta es la fase más importante del compostaje ya que supone una destrucción de gérmenes patógenos y de semillas de malas hierbas.

Más tarde decrece gradualmente y se vuelve nuevamente a la fase mesofílica o de baja temperatura, para posteriormente pasar a un estado de maduración en que la temperatura se iguala a la del medio ambiente.

Un pequeño número de organismos termófilos contribuyen efectivamente a la descomposición cuando la temperatura se eleva por encima de 70°C, y por lo tanto no es aconsejable sobrepasar dicha temperatura durante períodos prolongados.

En algunas instalaciones de producción de compost, se evita operar largo tiempo a temperaturas elevadas, por la pérdida de nitrógeno, que se puede provocar por la evaporación del amoníaco, cuando la relación C/N es débil. El inconveniente de las pérdidas de nitrógeno, por otra parte débiles es compensado por las ventajas que constituyen la destrucción de gérmenes patógenos y semillas de malas hierbas, la posibilidad de evitar la contaminación por moscas y la certeza de una mejor descomposición.

En un proceso de compostaje bien conducido, se alcanza de 45°C a 50°C en las primeras 24 horas, y 60-70°C, al cabo de 2 a 5 días. Una baja temperatura, antes de la estabilización de la masa, nos indicará que se están produciendo condiciones de anaerobiosis en el interior del montón y que una aeración es necesaria.

Vista la importancia que la temperatura tiene en el proceso de fermentación para la obtención de un buen compost, y dada la facilidad con que se puede medir, diremos que es imprescindible llevar un exhaustivo control de la misma, en orden a mantener un proceso de compostaje en las debidas condiciones.

### Aeración

Es el factor de base y determina el tiempo de fermentación. La ausencia de oxígeno conduciría a la eliminación de las bacterias aerobias y a una fermentación anaerobia.

Como ya hemos indicado anteriormente, es preciso airear la masa a fermentar para mantener la aerobiosis y las temperaturas elevadas obteniendo la descomposición rápida e inodora que caracteriza esta variante del proceso. La aeración sirve igualmente para reducir la humedad inicial cuando es muy elevada. El método más comúnmente empleado es voltear la masa. En nuestro caso el volteo se realiza con maquinaria móvil, especialmente diseñada para este uso, que en otro capítulo del presente proyecto se detalla.

La concentración óptima de oxígeno es del 5 al 15% en volumen.

La aeración tiene un doble objetivo: aportar el suficiente oxígeno a los microorganismos y permitir al máximo la evacuación del gas carbónico expirado.

La periodicidad de los volteos depende fundamentalmente de la humedad, de la temperatura y de la naturaleza de la masa a fermentar. Una fuerte humedad hace menos porosa la masa, disminuyendo los intersticios por donde el aire puede penetrar. Por otra parte si la relación C/N es elevada, o si hay cantidades considerables de cenizas u otras materias inertes, la aeración no tiene que ser tan frecuente como para materias que se descomponen más activamente.