

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL
MEDIO NATURAL

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



“PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DE BIOMASA RESIDUAL EN SAN ANTONIO DE BENEJÉBER (VALENCIA)”

Trabajo Final de Grado

Autor/a: **Vicente Carrasco Catena**

Tutor/a: **Borja Velázquez Martí**

Curso: **2017-2018**

Valencia, 07/2018

PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DE BIOMASA RESIDUAL

RESUMEN

Este proyecto se basa en la elaboración de un plan de gestión de los residuos de poda en el término municipal de San Antonio de Benagéber, dando así una salida a la cantidad de residuos que diariamente producimos en nuestros núcleos urbanos. El trabajo ha desarrollado los siguientes aspectos: Definir los distintos tipos de residuos que van a ser tratados (agrícolas, de jardinería, o forestales) y los procedimientos que se van a realizar para su tratamiento. Se han analizado las distintas normas y leyes que engloban la gestión de los residuos. Se ha realizado una cuantificación de los residuos y su zonificación. Se ha planificado la gestión de la recogida, definiendo cómo se va a llevar a cabo la recogida de los distintos residuos ya sea una recogida mediante aviso, recogida periódica o régimen intermedio en las diferentes zonas del término municipal. Se ha definido el tipo de maquinaria necesaria para la recogida y su posterior tratamiento dependiendo del volumen a recoger y a tratar, y del tipo de residuo. Se ha realizado un plan viabilidad de costes, evaluando tanto los costes fijos y variables de la gestión y el impacto ambiental que conlleva el proyecto a desarrollar. Se han especificado las condiciones de almacenamiento de la materia prima y el dimensionado de la planta de tratamiento.

Palabras claves:

Biomasa, gestión de residuos, bioenergía

Término municipal: San Antonio de Benagéber

Autor: **Vicente Carrasco Catena**

Tutor: Borja Velázquez Martí

Curso: 2017-2018

Valencia, 07/2018

ABSTRACT

This project is based on the preparation of a management plan for pruning waste in the municipality of San Antonio de Benagéber, thus giving an outlet to the amount of waste that we produce daily in our urban centers. The work has developed the following aspects: Define the different types of waste that will be treated (agricultural, gardening, or forestry) and the procedures that will be carried out for their treatment. The different norms and laws that encompass waste management have been analyzed. A quantification of the waste and its zoning has been carried out. The management of the collection has been planned, defining how the collection of the different waste will be carried out, whether it is a collection by means of a warning, periodic collection or intermediate regime in the different areas of the municipal area. The type of machinery necessary for the collection and its subsequent treatment has been defined depending on the volume to be collected and treated, and the type of waste. A cost feasibility plan has been carried out, evaluating both the fixed and variable costs of the management and the environmental impact that the project to be developed entails. The storage conditions of the raw material and the sizing of the treatment plant have been specified.

Keywords:

Biomass, waste management, bioenergy

Municipal district: San Antonio de Benagéber

Author: **Vicente Carrasco Catena**

Tutor: Borja Velázquez Martí

Course: 2017-2018

Valencia, 07/2018

Agradecer a todas las personas que me han animado todos estos años y apoyado durante la elaboración de este proyecto. También agradecer a la empresa “Dryade Jardinería y Medioambiente” y a su gerente Andrés Sebastián Alberola por la oportunidad de poder desarrollar este proyecto en su empresa a través de unas prácticas.



ÍNDICE

I- MEMORIA

ANEXOS A LA MEMORIA

- I. Cálculo de costes de mano de obra y maquinaria
- II. Cálculo de costes de la obra a acometer
- III. Cartografía Catastral de la parcela
- IV. Datos catastrales de la parcela
- V. Ruta e itinerario del camión

II- PLANOS

- I. Situación
- II. Localización
- III. Término municipal
- IV. Diseño parcela
- V. Distribución caseta de los operarios

III- PLIEGO DE CONDICIONES DE LA OBRA A ACOMETER

IV- PLIEGO DE CONDICIONES AYUNTAMIENTO

V- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA A ACOMETER

VI- PRESUPUESTO

- I- Presupuesto y mediciones de la obra a acometer
- II- Cuadro de precios Nº 1 de la obra a acometer
- III- Cuadro de precios Nº 2 de la obra a acometer
- IV- Presupuesto ejecución del material
- V- Presupuesto comparativo de la obra a acometer
- VI- Presupuesto recogida de biomasa residual
- VII- Presupuesto tratamiento de biomasa residual

I- MEMORIA

Índice de la Memoria

1.- ANTECEDENTES	11
2.- PETICIONARIO.....	11
3.- OBJETIVOS DEL PROYECTO	11
4.- DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES Y CONDICIONES DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DE BIOMASA RESIDUAL.....	12
4.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN Y EL ENTORNO URBANO	12
4.2.- PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS.TIPOS	13
4.2.1.-RESIDUOS AGRÍCOLAS.....	14
4.2.2.- RESIDUOS FORESTALES.....	14
4.2.3.- RESIDUOS DE JARDINERÍA.....	15
4.3.- INVENTARIO.....	15
4.4.- CONCEPTO Y MARCO LEGAL.....	16
5.- PROCEDIMIENTOS DE LA GESTIÓN.....	17
5.1.- ZONAS DE RECOGIDA.....	18
5.1.1.- CALLES E ITINERARIO DE CADA ZONA.....	20
5.2.- HORARIO Y FRECUENCIA DEL SERVICIO DE RECOGIDA.....	23
5.3.- CANTIDAD ESTIMADA DE RESIDUOS A RECOGER.....	23
5.4.- PLANIFICACIÓN DE LAS RUTAS.....	28
5.4.1.- LOGISPLAN.....	28
6.- TIPO DE MAQUINARIA.....	29
6.1.- CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS.....	29
6.2.- TIPOS DE MAQUINARIA.....	30
6.2.1.- CAMIÓN DE RECOGIDA.....	30
6.2.2.- ASTILLADORA.....	31
6.2.3.- TRACTOR.....	33
6.3.- MANO DE OBRA.....	34

7.- CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.....	34
7.1.- CONDICIONES DE ALMACENAJE Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....	34
7.1.1.-PROGRAMACIÓN DEL ASTILLADO.....	36
7.1.2.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	38
7.2.- SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.....	38
7.2.1.- ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA.....	38
7.2.2.- ALMACENAMIENTO DE LA ASTILLA.....	38
7.2.3.- ALMACENAMIENTO DE RESTOS PARA CUBIERTA VEGETAL.....	39
8.- DIMENSIONADO DE LA PLANTA.....	39
8.1.- LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA.....	39
8.2.- DISTRIBUCIÓN EN PARCELA.....	39
8.2.1.- ZONA DE APILADO.....	40
8.2.2.- ZONA DE ASTILLADO.....	40
8.2.3.- ZONA DE ACOPIO DE LA ASTILLA.....	41
8.2.4.- ZONA PARA CUBIERTA VEGETAL.....	41
8.2.5.- CASETA DE LOS OPERARIOS Y FOSA SÉTICA.....	41
8.2.6.- BÁSCULA DE PESADA.....	42
8.2.7.- ZONAS DE APARCAMIENTO.....	43
8.2.8.- ENTRADAS Y SALIDAS DE LA PARCELA.....	43
9.- OBRAS A ACOMETER EN LA PARCELA.....	43
10.- PLAN DE AUTOABASTECIMIENTO DE ASTILLA AL PROPIO MUNICIPIO.....	43
11.- PLAN DE VIABILIDAD DE COSTES.....	43
12.- PRESUPUESTO GENERAL.....	44
13.- ESTUDIO ECONÓMICO.....	44
CONCLUSIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	49

Índice de tablas, imágenes y figuras

Tabla 1. Superficies de las zonas del término municipal de San Antonio de Benagéber.

Tabla 2. Resumen inventario de la masa vegetal residual estimada del municipio de San Antonio de Benagéber.

Tabla 3. Calles Colinas de San Antonio.

Tabla 4. Calles Montesano.

Tabla 5. Calles Casco Urbano y San Vicente.

Tabla 6. Calles Cumbres de San Antonio.

Tabla 7. Cantidad de residuos al año.

Tabla 8. Cantidad mensual de residuos en el año 2015-2016.

Tabla 9. Porcentajes estimados de cada zona.

Tabla 10. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Enero, Febrero y Marzo.

Tabla 11. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Abril, Mayo y Junio.

Tabla 12. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

Tabla 13. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre.

Tabla 14. Costes del camión de recogida de residuos.

Tabla 15. Características de la astilladora.

Tabla 16. Costes de la astilladora.

Tabla 17. Costes del tractor.

Tabla 18. Cantidades de residuos para almacenar en la planta de tratamiento. Cubierta vegetal y astillado.

Tabla 19. Programación mensual del astillado.

Tabla 20. Superficies de cada zona de la parcela.

Tabla 21. Medidas fosa séptica.

Tabla 22. Desglose de los costes de recogida de la biomasa residual.

Tabla 23. Desglose de los ingresos de recogida de la biomasa residual.

Tabla 24. Desglose de los costes del tratamiento de la biomasa residual.

Tabla 25. Desglose de los ingresos que se prevén obtener con el tratamiento de la Biomasa residual.

Tabla 26. Cálculo de los indicadores económicos de la recogida.

Tabla 27. Cálculo de los indicadores económicos del tratamiento.

Figura 1. Variación de la cantidad de residuos mensual para el municipio de San Antonio de Benagéber.

Figura 2. Variación de la cantidades de residuos para cubierta vegetal y astillado.

Imagen 1. Diagrama del tratamiento.

Imagen 2. Zona Colinas de San Antonio.

Imagen 3. Zona Montesano.

Imagen 4. Casco Urbano y San Vicente.

Imagen 5. Zona Cumbres de San Antonio.

Imagen 6. Escudo San Antonio de Benagéber.

Imagen 7. Logo empresa Dryade.

1.- ANTECEDENTES

El objetivo de este trabajo es la elaboración del Plan de Gestión de Residuos de restos vegetales del municipio de San Antonio de Benagéber (Valencia). Este se va a basar en una recogida selectiva de todos los residuos vegetales que se originen y su posterior tratamiento en planta.

Según la Ley 10-2000 de 12 de diciembre de Residuos de la Comunidad Valenciana, se define como residuo cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse. En nuestro caso, se va a tratar exclusivamente residuos de origen vegetal producidos en las podas y saneamientos de espacios verdes y ajardinados de esta localidad.

Actualmente, la producción de residuos vegetales en San Antonio de Benagéber ha aumentado de una forma considerable, diversificándose paralelamente, hacia una mayor complejidad. Hasta hace muy pocos años este tipo de residuos eran generados exclusivamente en las zonas agrícolas, donde los agricultores se encargaban de su tratamiento, basado principalmente en su quema. Actualmente han proliferado urbanizaciones con zonas ajardinadas cuyo mantenimiento genera residuos que los propietarios no gestionan de forma autónoma. Es por ello que el ayuntamiento del municipio plantea la licitación de un Plan de Gestión de Residuos de restos vegetales, que motiva este proyecto por parte de la empresa *Dryade Jardinería y Medioambiente S.L.* para participar en dicha licitación.

2.- PETICIONARIO

Empresa: Dryade Jardinería y Medioambiente S.L.

Dirección: C/ 3 nº 19 P.I. Horta Vella C.P. 46117 (Bétera).

CIF: B97946099

Este proyecto se ha realizado en el marco de Prácticas de Empresa de la Universidad Politécnica de Valencia.

El objeto de esta empresa es dar una salida y un aprovechamiento energético a la gran cantidad de residuos que se generan diariamente en nuestra sociedad, con la finalidad principal de obtener espacios limpios y bien conservados, potenciando la generación de una energía limpia y libre de contaminantes medioambientales.

3.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto es dotar al municipio de un servicio adecuado, pleno y satisfactorio, atendiendo a las necesidades de su población mediante una recogida selectiva de todos los restos de poda que serán tratados obteniendo como resultado final una astilla adecuada para su posterior aprovechamiento y comercialización como biomasa energética.

La astilla es un biocombustible sólido que se puede utilizar bien para combustión directa en calderas de biomasa, bien para la obtención de carbón vegetal, o para su gasificación en plantas especializadas. Los procesos de transformación de la biomasa maderera para la producción de astilla son simples desde el punto de vista técnico. La madera extraída es limpiada para evitar la presencia de contaminantes, plásticos, tierra u otros objetos distintos a la madera. Posteriormente es fragmentada o triturada, haciéndole después una desecación natural hasta obtener un porcentaje de humedad menor al 25%.

Como objetivos específicos del presente proyecto se plantean:

- Definir las necesidades y condiciones del Plan de Gestión Integrada de Biomasa Residual, gestionando todos los residuos de poda generados en el término municipal.
- Establecer el procedimiento del sistema de recogida selectiva de los residuos, y un mantenimiento y saneamiento de todas las zonas ajardinadas del municipio, mejorando así los servicios de recogida y acondicionamiento de espacios.
- Seleccionar la maquinaria necesaria de acuerdo a los requerimientos especificados
- Establecer rutas óptimas de recogida en las distintas zonas en las que se divide el término municipal.
- Definir el proceso de tratamiento de los residuos para obtener como producto una astilla adecuada y de calidad para su aprovechamiento en calderas de biomasa.
- Dimensionado de instalaciones de tratamiento
- Definir el presupuesto de las inversiones
- Determinar el coste global del Plan de Gestión
- Realizar un plan de autoabastecimiento de astilla al propio municipio para atender necesidades energéticas de diversas instalaciones públicas.

4.- DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES Y CONDICIONES DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRADA DE BIOMASA RESIDUAL

4.1.- CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN Y EL ENTORNO URBANO

San Antonio de Benagéber tiene alrededor 8.463 habitantes, una superficie de 820 ha. La densidad de población se estableció en 2016 en 968,31 hab/km². Está situado en el extremo más oriental del territorio comarcal, lindando al Norte con los municipios de Bétera, La Pobra de Vallbona y Paterna; al Sur con L'Elia y Paterna; al Este, con Paterna; y al Oeste, con L'Elia y La Pobra de Vallbona (PLANO 1).

Dentro del término municipal vamos a encontrar diferentes zonas, zonas sin edificar con masa forestal, zonas agrícolas y zonas urbanas, las cuales están distribuidas dentro de todo el núcleo urbano.

En la Tabla 1 se muestra la distribución de superficie de las distintas áreas del municipio.

Tabla 1. Superficies de las zonas del término municipal de San Antonio de Benagéber.

Zonas término municipal	Superficie (m2)	Superficie (ha)
Urbana	3368115	336,8115
Suelo sin edf. Con masa forestal	1347482	134,7482
Agrícola	3811189	381,1189
TOTAL	8526786	852,6786

Las superficies donde encontramos masa forestal están actualmente calificadas como suelo urbanizable y quedan establecidas como suelo sin edificar con masa forestal. Anteriormente la zona forestal estaba calificada como suelo no urbanizable pero fue cambiada su calificación recientemente quedando como suelos urbanizables aunque de momento no se ha edificado. No se descarta que en un futuro puedan ser edificadas todas esas zonas pero a día de hoy hay que realizar labores de mantenimiento y saneamiento de esas zonas para evitar riesgos de incendio por lo que se tiene en cuenta esas zonas de biomasa forestal para la gestión de residuos.

Dentro del núcleo urbano se van a diferenciar cuatro áreas residenciales por donde se realizará la recogida selectiva (PLANO 3):

- Casco Urbano y urbanización San Vicente.
- Urbanización Colinas de San Antonio.
- Urbanización Cumbres de San Antonio.
- Urbanización Montesano.

Cada una de las cuatro zonas urbanas diferenciadas se caracteriza por sus numerosas zonas ajardinadas tanto públicas como privadas, por lo que la generación de residuos de poda será mayor en las urbanizaciones si se compara con los generados en el Casco Urbano.

Los datos referentes al municipio y a su población nos ayudan a poder realizar un proyecto y una gestión de residuos más acorde con las exigencias de la población actual, elaborando un plan que tenga en cuenta la evolución de la población en el tiempo.

4.2.- PROCEDENCIA DE LOS RESIDUOS. TIPOS

Los residuos que van a ser recogidos y tratados tienen una procedencia y unas características diferentes entre sí, por ello vamos a distinguir entre 3 tipos de residuos:

- 1) Residuos agrícolas.
- 2) Residuos forestales.
- 3) Residuos de jardinería.

4.2.1.- Residuos agrícolas

La superficie agrícola ubicada en este término municipal se basa principalmente en cultivos leñosos, pero la gran mayoría de estos campos están abandonados y no se está llevando a cabo ningún tipo de actividad ni explotación, lo que da lugar a campos inutilizados, árboles totalmente secos y en consecuencia, una baja cantidad de residuos procedentes de estas actividades agrícolas.

En lo referente a estos campos, sería necesario concienciar a los propietarios a que todos los residuos procedentes de la podas que realizan pueden ser recogidos para luego su posterior tratamiento, sin suponer al propietario un coste adicional.

Los residuos de procedencia agrícola que van a ser tratados, son principalmente restos de poda de cítricos, es decir, restos de mandarinos (*Citrus reticulata*) y de naranjos (*Citrus sinensis*). También se puede encontrar algún cultivo de caqui (*Diospyros kaki*).

4.2.2.- Residuos forestales

El término municipal no dispone de grandes superficies forestales, al contrario, lo que encontramos en el municipio son pequeñas superficies, como parques o merenderos, en los que se observan diferentes especies.

Dentro de estas pequeñas superficies cabe destacar algunas zonas como el campo de fútbol, junto al cementerio, donde hay aproximadamente unas 7 ha de especies como por ejemplo pinos y algarrobos, o la pinada que se encuentra junto al polígono que tiene aproximadamente una superficie de 3 ha. Otras zonas a destacar con masa forestal son una zona de Colinas de San Antonio con unas 9 ha y sobretodo la parte de Montesano donde se concentra la mayor cantidad de masa forestal del municipio.

Dentro de los residuos forestales, hay que distinguir los distintos restos según su procedencia ya sea arbórea, arbustiva o herbácea.

Especies arbóreas

- Pinos (*Pinus halepensis* y *Pinus pinea*)
- Algarrobos (*Ceratonia siliqua*)
- Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Especies arbustivas y herbáceas

- Olivo (*Olea europea* var. *Sylvestris*)
- Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
- Enebro (*Juniperus oxycedrus*)
- Romero (*Rosmarinus officinalis*)

4.2.3.- Residuos de jardinería

En el término municipal vamos a encontrar diferentes áreas ajardinadas como parques y rotondas, compuestas por diferentes especies tanto ornamentales como forestales estas últimas ya descritas anteriormente.

Por otro lado, gran parte del municipio se compone de urbanizaciones, donde cada una de las casas contiene su propio jardín privado, lo que dificulta establecer con exactitud el origen de los distintos residuos al no tener acceso a esa información y por tanto se llevará a cabo a través de estimaciones.

A continuación se describen las distintas especies principales que podemos encontrar en rotondas, parques, aceras y urbanizaciones del municipio:

- Ficus nítida (*Ficus microcarpa* L. F.)
- Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*)
- Falsa Pimienta (*Schinus molle*)
- Morera (*Morus alba*)
- Naranja amarga (*Citrus aurantium*)
- Cipreses: *Cupressus sempervirens*, *Cupressus macrocarpa*
- Laurel (*Laurus nobilis*)
- Ciruelo japonés (*Prunus cerasifera*)
- Palmeras: *Phoenix dactylifera*, *Washingtonia robusta*
- Cica (*Cyca revoluta*)
- Platanera (*Musa ensete*)
- Adelfa (*Nerium oleander*)
- Césped: *Cynodon dactylon*, *Ray-grass*, *Dichondra repens*.

4.3.- INVENTARIO

Paralelamente a este Plan de gestión se ha elaborado un inventario de las superficies a gestionar por la empresa *Dryade Jardinería y Medioambiente S.L.* Principalmente la gestión se va a realizar de la zona urbana pero la empresa estacionalmente puede producir biomasa residual de otras zonas. En la Tabla 2 se muestra el resumen de dicho inventario que ha sido la base de la toma de decisiones del presente Plan de Gestión.

Tabla 2. Resumen inventario de la masa vegetal residual estimada del municipio de San Antonio de Benagéber.

Zona	Superficie (ha)	Especies	Biomasa residual estimada (t)
Zona de Algarrobo	8,977	<i>Ceratonia siliqua</i>	96,698
Zona de Pino	66,699	<i>Pinus halepensis Mill.</i>	998,012
Zona de Naranjos	40,025	<i>Citrus sinensis</i>	40,66
Zona de Naranjos abandonados	22,114	<i>Citrus sinensis</i>	9,611
Zona de Olivos	8,643	<i>Olea europaea</i>	16,648
Zona de Ciruelo	0,883	<i>Prunus domestica</i>	0,439
Zona Urbana	147,025	-	1038,7
		TOTAL	2200,768

4.4.- CONCEPTO Y MARCO LEGAL

Denominaremos gestión de residuos, según el Artículo 4 de la Ley 10-2000 de 12 de diciembre de Residuos de la Comunidad Valenciana, “a la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, después de su cierre, así como su restauración ambiental”.

Todo el plan de gestión elaborado en la localidad de San Antonio de Benagéber, está sujeto al Pliego de Condiciones establecido por el ayuntamiento y a la Ley 10-2000 de 12 de diciembre de Residuos de la Comunidad Valenciana.

La recogida se elabora cumpliendo con el Artículo 61. Recogida selectiva: “Los municipios de más de 5.000 habitantes tienen la obligación de prestar el servicio de recogida selectiva de residuos urbanos en las condiciones establecidas en el Plan Integral de Residuos y en los planes zonales”.

El servicio se organizará de forma que su versatilidad y su eficacia es capaz de dar una respuesta adecuada, adaptándose a la evolución a medio y largo plazo del término municipal y a las incidencias coyunturales que se produzcan. De esta forma, se establece una recogida selectiva de los residuos vegetales garantizando una cobertura absoluta de todas las calles del municipio y atendiendo a las necesidades requeridas por la población.

Para garantizar un servicio pleno y adecuado debemos tener en cuenta un factor muy importante, el factor humano, y por eso, los ciudadanos de este municipio deben de estar bien informados de cómo y cuándo se realiza el servicio ordinario de recogida mediante carteles o trípticos informativos.

Las normas de cómo deben ser depositadas por los usuarios están contempladas en el Artículo 54 de la Ordenanza Municipal de Higiene Urbana:

"Los residuos se depositarán junto a la puerta de la vivienda o actividad, no junto a contenedores ni esquinas, y sin obstaculizar el paso.

La pinocha, hojarasca y restos de césped en bolsas atadas. El ramaje atado en gavillas de máximo un metro de largas.

Los pesos tanto de bolsas como de gavillas no deben sobrepasar los 15 kg. Los troncos cortados en anillas de 15 kg aproximadamente.

En las bolsas, que preferiblemente serán biodegradables, sólo se deberá depositar residuos vegetales."

La programación del servicio no quedará afectada por ausencias de personal durante la jornada laboral, ni por causas sobrevenidas en el material o en los medios mecánicos que se destinen a la prestación del servicio, y por ello siempre habrá disponible de forma ordinaria un camión basculante hidráulico con pinza, con una capacidad aproximada de 15-20m³ y dos operarios trabajando.

Por otro lado, no solo se realizará un servicio de recogida selectiva ordinaria de los residuos generados por particulares, sino que también se llevarán a cabo servicios de mantenimiento y acondicionamiento de zonas ajardinadas y espacios verdes. Los residuos generados de esta actividad serán recogidos al finalizar la tarea, manteniendo la vía pública limpia y exenta de restos según el Artículo 10 de la Ordenanza de Higiene Urbana. Realización de obras en zonas públicas o que afecten a estas: *"personas o entidades que realicen obras en la vía pública deberán proceder a la colocación de elementos adecuados, que permitan que las zonas aledañas a dicha obra se encuentran siempre limpias y exentas de toda clase de materiales y restos, evitando en todo momento el atasco o bloqueo de imbornales"*.

5.- PROCEDIMIENTOS DE LA GESTIÓN

Los distintos procedimientos que se realizan en la gestión consisten en una recogida selectiva de los residuos de poda a partir de un camión de carga con grúa de pinzas y dos operarios que van recogiendo los residuos que se encuentran en las zonas viarias así como los restos producidos durante el saneamiento y mantenimiento de todas las zonas verdes y ajardinadas del municipio. Una vez realizado el trayecto de recogida, los residuos son trasladados a la parcela donde se realizará su tratamiento de secado y trituración.

Previamente al astillado, los residuos serán apilados en filas durante tres meses cuyo objetivo principal se basa en una reducción notable en el porcentaje de humedad. Pasados estos tres meses, los restos vegetales los restos vegetales son triturados obteniendo como producto principal una astilla con un diámetro y humedad adecuados para su posterior comercialización y utilización en calderas de biomasa para combustión directa.

4) Cumbres de San Antonio

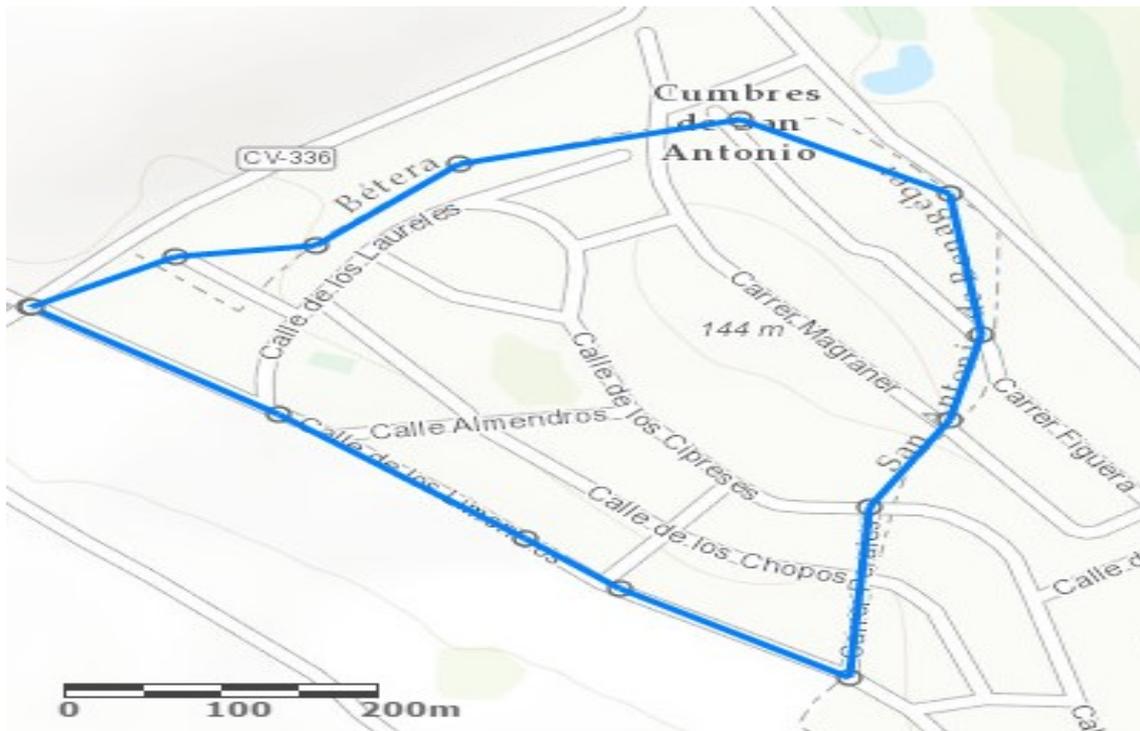


Imagen 5. Zona Cumbres de San Antonio

5.1.1.- Calles e itinerario de cada zona

En el Anexo 5 se puede ver un ejemplo del itinerario que realiza el camión durante un día del mes de agosto, mes de mayor cantidad de residuos a recoger, por la zona de Colinas de San Antonio. A continuación quedan reflejadas las distintas calles que componen las distintas zonas.

Colinas de San Antonio:

Tabla 3. Calles Colinas de San Antonio.

Carrer Merla	Carrer Colom
Calle Puput	Carrer Camallonga
Carrer Pinsà	Carrer Falcó
Carrer Verderol	Carrer Canari
Carrer Cadenera	Carrer Flamenc
Carrer Gafarró	Carrer Sit
Calle Gavina	Carrer Titet
Carrer Martinet	Carrer Esplugabous
Carrer Pitroig	Carrer Terrerola
Calle Cucut	Carrer Rasclo
Carrer Pasarell	Calle Piñoner
Calle Oroneta	Carrer Àguila

Carrer Coll Vert	Calle Caulla
Carrer Rosinyol	Calle Calandria
Carrer Piulo	Carrer Perdiu
Carrer Alcarava	Carrer Estronell
Carrer Fotja	Carrer Xudia
Calle Vereda	Carrer Falcia
Carrer Esparver	Calle Oca
Calle Búho	Calle Cisne
Carrer Fumarell	Carrer Cluixidell
Calle Piuleta	Carrer Corriolet
Carrer Formiguer	Carrer Corp
Carrer Saboc	Carrer Fusell
Calle Tort	Carrer Pelica
Carrer Guatla	Carrer Capsot

Montesano:

Tabla 4. Calles Montesano

Calle Serpis	Carrer Canyoles
Calle del río Duero	Calle Fuente de los Baños
Av. de la Pobla de Vallbona	Calle Fuente de la Mariana
Calle Ponent	Calle Fuente del Algezar
Calle Magre	Calle Perigall
Calle Llebeig	Calle río Deva
Calle Fuente de la Ocecilla	Calle Palancia
Calle Fuente del Rodenillo	Calle Topacio
Calle Bidasoa	Polígono 35
Calle Abetos	Calle Cevera
Calle Garbí	Carrer Xaloc Sudeste
Calle los Jacintos	Calle Camí de la García
Carrer Pou	Carrer Mestral
Calle Margaritas	Carrer Gregal
Calle Camelias	Carrer Llevant
Calle Aloe Vera	Calle Migjorn
Calle los Claveles	Carrer Millars
Calle río Ebro	Calle Guadalquivir
Calle Ramaliza	Carrer Algar
Calle Ventorrillo	Carrer Montenegro
Calle Cabriol	Calle Xúquer
Calle Segura	Calle Fuente del Tornajal
Calle Fuente de los Tornajos	Calle del Cervol
Calle Fuente de los Encaños	Calle Sénia
Calle Vinalopó	

Casco Urbano y San Vicente:

Tabla 5. Calles Casco Urbano y San Vicente

Calle Sarset	Calle Nieva
Calle 8 de Abril	Calle Daltá
Av. 8 de Abril	Calle Olmos
Calle Proyecto n2	Calle Turia
Calle Griva	Calle Ollería
Carrer Coll Vert	Calle de las Moreras
Calle Vereda	Calle Mayor
Calle Mussol	Calle Turcas
Calle Milá	Av. Cortes de Medio
Plaza de la Concordia	Calle de la Masia
Calle de la Purísima	Calle Saquer
Calle Tórtola	Calle C-6
Calle Abellador	Calle de la Muela
Carrer Gafarda	Calle Regajo
Avenida de Benagéber	Calle Mata Parda
Carrer Masacarell	Calle del Charco Negro
Calle Malvasia	Calle Casa del Medio
Calle Garsa	Calle San Vicente Ferrer
Calle Dr. Marañón	
Carrer Cervantes	

Cumbres de San Antonio:

Tabla 6. Calles Cumbres de San Antonio

Carrer Llimeres	Carrer Figuera
Calle Xops Chopos	Camino de Mas Camarena
Carrer Xiprés	
Carrer Àlbers	
Carrer Pomerès	
Carrer Armelers	
Carrer Oliveres	
Carrer Pereres	
Carrer Llorers	
Carrer Magraner	

5.2.- HORARIO Y FRECUENCIA DEL SERVICIO DE RECOGIDA

La recogida se realizará todos los días del año exceptuando los fin de semanas y los días festivos, es decir, un servicio de 245 días al año y siempre dentro del horario establecido por el ayuntamiento de San Antonio de Benagéber. El horario estará condicionado por los usos que den los usuarios de la vía pública y se evitará al máximo problemas en la circulación viaria.

El servicio ordinario se efectuará los cinco días de la semana con una frecuencia mínima de dos veces por semana por cada una de las zonas delimitadas y descritas anteriormente en el desarrollo del proyecto.

Horario:

- Lunes a viernes: De 7:00 a 14:00 y de 15:00 a 18:00.

Frecuencia:

- Los lunes y jueves, el servicio de recogida se realizará por toda la zona de Colinas de San Antonio.
- Los martes, se efectuará el servicio por la zona de Montesano.
- Los miércoles, el servicio de recogida se realizará por las zonas del Casco Urbano y de Cumbres de San Antonio.
- Los viernes, se efectuará el servicio en las zonas de Casco Urbano y Montesano.

5.3.- CANTIDAD ESTIMADA DE RESIDUOS A RECOGER

En el último año, desde octubre de 2015 hasta septiembre de 2016, la cantidad total de residuos que han sido recogidos en el municipio es de 1038,7 t. Teniendo en cuenta el número de habitantes de la población se estiman unas 0,123 t/habitante y año.

Tabla 7. Cantidad de residuos al año.

	t	kg
Cantidad total de residuos	1038,7	1038700
Cantidad de residuos por habitante y año	0,123	123

En la tabla y en la gráfica siguiente se pueden observar las cantidades de residuos que se han recogido en cada uno de los meses comprendidos entre octubre de 2015 y septiembre de 2016.

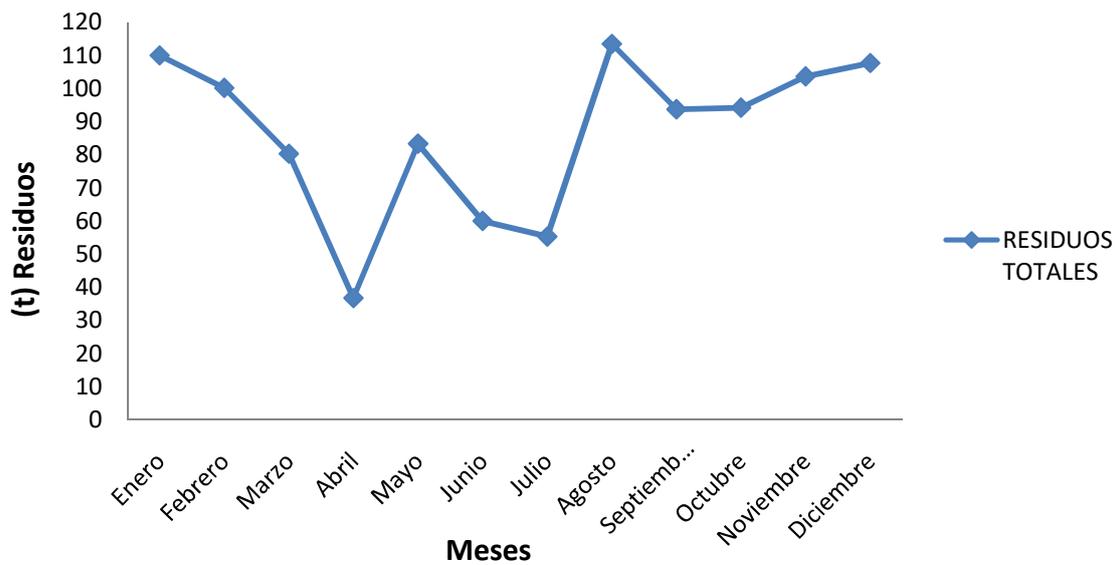


Figura 1. Variación de la cantidad de residuos mensual para el municipio de San Antonio de Benagéber.

Tabla 8. Cantidad mensual de residuos en el año 2015-2016.

MESES	t	kg
Enero	110,00	110000
Febrero	100,18	100180
Marzo	80,32	80320
Abril	36,78	36780
Mayo	83,34	83340
Junio	60,02	60020
Julio	55,32	55320
Agosto	113,44	113440
Septiembre	93,74	93740
Octubre	94,22	94220
Noviembre	103,66	103660
Diciembre	107,68	107680

Podemos observar que los tres meses que más residuos se generan son Enero, Agosto y Diciembre con 110 t, 113,44 t y 107,68 t respectivamente, destacando sobretodo Agosto que es el mes que más residuos se producen durante el año. Durante estos tres meses se tendrá una mayor atención al servicio de recogida de tal forma que se puedan cumplir las exigencias y servicios de forma eficaz.

También podemos observar gráficamente que en Abril se recoge una cantidad de residuos muy por debajo del resto de meses, unas 36,38 t, siendo el mes de menor recogida de residuos.

Todos los datos referentes a las cantidades de residuos del último año han sido proporcionados por el técnico del ayuntamiento de San Antonio de Benagéber.

Para poder hacer un estudio más exhaustivo sobre la recogida de restos de poda que se generan, se ha hecho una estimación semanal y diaria de la cantidad de residuos a recoger en cada zona delimitada estableciendo unos porcentajes en cuanto a superficie, densidad vegetal y residentes de cada zona:

Tabla 9. Porcentajes estimados de cada zona.

Colinas de San Antonio	40%
Montesano	30%
Casco Urbano y San Vicente	20%
Cumbres de San Antonio	10%

Esta estimación nos dice que el 40% de los residuos recogidos semanalmente van a proceder de la zona de Colinas de San Antonio de Benagéber, el 30% proceden de la zona de Montesano, el 20% de la zona de Casco Urbano y San Vicente, y el 10% de la zona de Cumbres de San Antonio. A partir de estas estimaciones porcentuales se han estimado todas las cantidades diarias que serán recogidas semanalmente en cada uno de los meses del año. Queda reflejado en las siguientes tablas.

Tabla 10. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Enero, Febrero y Marzo.

	ENERO		FEBRERO		MARZO	
	t	kg	t	kg	t	kg
Cantidad de residuos al mes	110	110000	100,18	100180,00	80,32	80320,00
Cantidad de residuos semanales	27,5	27500	25,05	25045,00	20,08	20080,00
Cantidad residuos Lunes (Colinas)	5,5	5500	5,01	5009,00	4,02	4016,00
Cantidad residuos Martes (Montesano)	4,125	4125	3,76	3756,75	3,01	3012,00
Cantidad residuos Miércoles (Cumbres y Casco Urbano)	5,5	5500	5,01	5009,00	4,02	4016,00
Cantidad residuos Jueves (Colinas)	5,5	5500	5,01	5009,00	4,02	4016,00
Cantidad residuos Viernes (Montesano y Casco Urbano)	6,875	6875	6,26	6261,25	5,02	5020,00

Tabla 11. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Abril, Mayo y Junio.

	ABRIL		MAYO		JUNIO	
	t	kg	t	kg	t	kg
Cantidad de residuos al mes	36,78	36780,00	83,34	83340,00	60,02	60020,00
Cantidad de residuos semanales	9,20	9195,00	20,84	20835,00	15,01	15005,00
Cantidad residuos Lunes (Colinas)	1,84	1839,00	4,17	4167,00	3,00	3001,00
Cantidad residuos Martes (Montesano)	1,38	1379,25	3,13	3125,25	2,25	2250,75
Cantidad residuos Miércoles (Cumbres y Casco Urbano)	1,84	1839,00	4,17	4167,00	3,00	3001,00
Cantidad residuos Jueves (Colinas)	1,84	1839,00	4,17	4167,00	3,00	3001,00
Cantidad residuos Viernes (Montesano y Casco Urbano)	2,30	2298,75	5,21	5208,75	3,75	3751,25

Tabla 12. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE	
	t	kg	t	kg	t	kg
Cantidad de residuos al mes	55,32	55320,00	113,44	113440,00	93,74	93740,00
Cantidad de residuos semanales	13,83	13830,00	28,36	28360,00	23,44	23435,00
Cantidad residuos Lunes (Colinas)	2,77	2766,00	5,67	5672,00	4,69	4687,00
Cantidad residuos Martes (Montesano)	2,07	2074,50	4,25	4254,00	3,52	3515,25
Cantidad residuos Miércoles (Cumbres y Casco Urbano)	2,77	2766,00	5,67	5672,00	4,69	4687,00
Cantidad residuos Jueves (Colinas)	2,77	2766,00	5,67	5672,00	4,69	4687,00
Cantidad residuos Viernes (Montesano y Casco Urbano)	3,46	3457,50	7,09	7090,00	5,86	5858,75

Tabla 13. Cantidad de residuos recolectados en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre.

	OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	t	kg	t	kg	t	kg
Cantidad de residuos al mes	94,22	94220,00	103,66	103660,00	107,68	107680,00
Cantidad de residuos semanales	23,56	23555,00	25,92	25915,00	26,92	26920,00
Cantidad residuos Lunes (Colinas)	4,71	4711,00	5,18	5183,00	5,38	5384,00
Cantidad residuos Martes (Montesano)	3,53	3533,25	3,89	3887,25	4,04	4038,00
Cantidad residuos Miércoles (Cumbres y Casco Urbano)	4,71	4711,00	5,18	5183,00	5,38	5384,00
Cantidad residuos Jueves (Colinas)	4,71	4711,00	5,18	5183,00	5,38	5384,00
Cantidad residuos Viernes (Montesano y Casco Urbano)	5,89	5888,75	6,48	6478,75	6,73	6730,00

5.4.- PLANIFICACIÓN DE LAS RUTAS

Para una correcta planificación de la recogida se ha establecido, en cada una de las cuatro zonas, una ruta por la cual el camión de la recogida pasará por todas las calles de cada zona y dentro del horario y frecuencia establecidos anteriormente.

Las rutas se han diseñado a través del programa informático LOGISPLAN. Estas rutas garantizan una correcta recogida ordinaria y un servicio pleno y absoluto para el municipio, así como una optimización de los recursos disponibles.

5.4.1- Logisplan

LOGISPLAN, es un sistema informático inteligente que permite automatizar el proceso de planificación de rutas y optimizar la flota de recursos disponible. Ha sido íntegramente desarrollado y diseñado por la empresa *Evolution Algorithms*.

Logisplan está desarrollado utilizando técnicas de optimización basadas en algoritmos genéticos.

La aplicación de algoritmos genéticos en optimización, permiten resolver problemas del tipo NP-Completo, este tipo de problemas necesitaría un tiempo casi infinito para ser resueltos y, mediante una serie de técnicas, pueden resolverse en pocos minutos.

Funcionamiento:

Un algoritmo genético puede presentar diversas variaciones, dependiendo de cómo se aplican los operadores genéticos (cruzamiento, mutación), de cómo se realiza la selección y de cómo se decide el reemplazo de los individuos para formar la nueva población.

Se define como algoritmos genéticos aquellos métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización.

Usan una analogía directa con el comportamiento natural. Trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una solución factible a un problema dado. Esta población está formada por un conjunto de cromosomas que en este caso corresponden a las distintas calles de nuestra ruta, de tal forma que realizando cruces entre las distintas combinaciones se consigue una ruta por las calles del municipio lo más óptima posible.

Un esquema de funcionamiento básico se resume en los siguientes pasos:

1. Inicialización: Se genera aleatoriamente varias combinaciones iniciales, que están constituidas por un conjunto de calles que conforma el cromosoma. El orden de las calles que constituyen el cromosoma representan la ruta solución del problema.
2. Evaluación: A cada uno de los cromosomas se aplicará la función de aptitud para saber qué tan "buena" es la solución que se está codificando. La función aptitud utilizada cuantifica el tiempo de la trayectoria ponderado por la cantidad de biomasa a recoger en cada tiempo.

3. Condición de término: El algoritmo genético se deberá detener cuando se alcance la solución óptima, pero ésta generalmente se desconoce, por lo que se deben utilizar otros criterios de detención. Normalmente se usan dos criterios: correr el algoritmo genético un número máximo de iteraciones (generaciones) o detenerlo cuando no haya cambios en la población.

6.- TIPO DE MAQUINARIA

6.1.- CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS

Dentro de este plan de gestión de recogida de biomasa residual, se van a utilizar distintos tipos de maquinaria. Un tipo de maquinaria para la recogida viaria de los residuos y otro tipo de maquinaria para su tratamiento en planta.

En la recogida ordinaria de los residuos se va a emplear un camión con volquete basculante, manejado por un equipo de tres personas, conductor y dos operarios, para la carga de los residuos, y en el tratamiento de los residuos en planta se van a emplear una astilladora para el triturado del material y un tractor para trasladar la materia prima por el interior de la parcela.

La maquinaria empleada para la recogida viaria de los residuos estará identificada con el lema "Servicios Municipales" y el escudo municipal de San Antonio de Benagéber, a parte del sello y nombre de la empresa. Esta maquinaria debe estar con un buen aspecto exterior en lo que respecta a estado de la pintura, carrocería y limpieza, siguiendo las condiciones establecidas por el Pliego de Condiciones de 2013 establecido por el ayuntamiento de San Antonio de Benagéber.

Servicios Municipales

"San Antonio de Benagéber"



Imagen 6. Escudo San Antonio Benagéber

DRYADE

"Jardinería y MedioAmbiente"



Imagen 7. Logo empresa Dryade

6.2.- TIPOS DE MAQUINARIA

Principalmente se van a emplear diferentes tipos de maquinaria, en los que destacamos el camión basculante, el tractor y la astilladora.

En las labores de mantenimiento y conservación de zonas verdes y ajardinadas, se emplea maquinaria pequeña como motosierras o cortacéspedes entre otras, así como furgonetas o camionetas de pequeño tamaño para el traslado de restos que se hayan generado durante los servicios de limpieza y mantenimiento.

6.2.1.- Camión de recogida

El camión utilizado para la recogida de los distintos tipos de residuos es de tipo basculante hidráulico con grúa de pinzas. Una vez alcanzada la capacidad del camión y/o finalizada la jornada laboral, el camión descarga los residuos en la planta de tratamiento para su almacenamiento y posterior astillado.

El camión tiene con una capacidad de 15-20 m³ y 2175 kg; un consumo alrededor de 22-24 l/100km y un peso de 16 t.

Tabla 14. Costes del camión de recogida de residuos.

Equipo: CAMIÓN CAJA ABIERTA CON GRÚA Y PULPO 16T			
Coste Adquisición:	90.000,00	€	
Coste a financiar:	90.000,00	€	
Tipo de interés:	4%	%	
Periodo Amortización:	8	años	
Cuota resultante:	1.097,03	€/mes	
Días de Servicio al año:	245	días	
	Servicio		
Costes Unitarios:	Normal	Variables	Retén
Amortización	36,07		37,46
Mano obra reparaciones	3,50	3,50	
Materiales reparaciones	2,00	2,00	
Combustibles	70,00	70,00	
Lubricantes	6,00	6,00	
Neumáticos	2,45	2,45	
Baterías	0,31	0,31	
Limpieza y Pintura	1,47	1,47	
Seguros e Impuestos	6,85		6,85
Total Coste Día de Servicio (€uros/Día)	128,64	85,72	42,92
x Total Días de Servicio	-	245,00	365,00
Total Coste Anual (€uros/Año)	36.666,92	21.002,50	15.664,42

Como se puede observar, el coste de adquisición del camión para la recogida selectiva es de 90.000€ con un periodo de amortización de 8 años al 4% de interés. El coste total por día de servicio es de 128,64€, teniendo en cuenta que los días de servicio al año son en total 245 días (365 días – 52 sábados – 52 domingos – 16 festivos = 245 días de servicio), supone un gasto total anual de 36.666,92€. Los costes unitarios de mano de obra en reparaciones, materiales de reparación, combustible, lubricante, neumáticos, batería, limpieza y pintura, son costes producidos por la utilización del camión diariamente, es decir, los 245 días de servicio y que suponen un coste diario de 85,72€ y un coste anual de 21.002,50€, sin embargo los costes unitarios de amortización y seguros e impuestos son costes que se producen por la posesión del camión y se tienen en cuenta los 365 días del año, haya o no servicio de recogida; supone un coste diario de 42,92€ y un coste anual de 15.664,42€.

6.2.2.- Astilladora

La astilladora utilizada es el modelo TP 270 PTO K con una capacidad de astillado de aproximadamente 76 m³/h.

Una astilladora es una máquina que fragmenta la biomasa residual en piezas de pocos centímetros. Posee una tolva de alimentación donde se colocan los materiales a astillar. De ahí son conducidos mediante cilindros rugosos al módulo de astillado. El módulo de astillado está formado por elementos cortantes que inciden sobre los materiales fragmentándolos y una rejilla que permite pasar sólo aquellos pedazos de cierto tamaño, de forma que aquellos elementos todavía grandes no pasan por la criba y vuelven a ser golpeados hasta conseguir el tamaño máximo permitido.

En este proyecto desarrollado se va a emplear una astilladora suspendida en el enganche tripuntal del tractor. Tiene una alimentación manual y es accionada a través de la toma de fuerza del tractor.

Este tipo de astilladoras son ideales para el astillado de materiales de pequeño tamaño como los procedentes de jardinería o restos de poda de cultivos agrícolas.

Una vez han sido parcialmente secados los restos de poda, se someterán a una transformación física de astillado. Este astillado se realiza mediante una astilladora consiguiendo un diámetro de la astilla de unos 27 mm.

Tabla 15. Características de la astilladora.

Características de la Astilladora	
Diámetro máximo de la madera	270 mm
Apertura máxima	H x W = 270 x 290 mm
Diámetro del rotor	960 mm
Peso del rotor	275 kg
Número de cuchillas	3
Potencia requerida (hp)	100 - 200 hp
Potencia requerida (kW)	75 - 150 Kw
Capacidad de astillado	76 m ³ /h
Peso astilladora	1385 kg

Tabla 16. Costes de la astilladora.

Equipo:			
Astilladora TP 270 TPO K			
Coste Adquisición:	28.000,00	€	
Coste a financiar:	28.000,00	€	
Tipo de interés:	4%	%	
Periodo Amortización:	6	años	
Cuota resultante:	438,07	€/mes	
Días de Servicio al año:	38	días	
		Servicio	
Costes Unitarios:	Normal	Variables	Retén
Amortización	14,40		14,40
Mano obra reparaciones	7,35	7,35	
Materiales reparaciones	7,35	7,35	
Combustibles	-	-	
Lubricantes	2,00	2,00	
Neumáticos	0,25	0,25	
Baterías	-	-	
Limpieza y Pintura	0,41	0,41	
Seguros e Impuestos	4,93		4,93
Total Coste Día de Servicio (€uros/Día)	36,12	17,35	19,33
x Total Días de Servicio	-	38,00	38,00
Total Coste Anual (€uros/Año)	1.394,14	659,46	734,68

Como se puede observar, el coste de adquisición de la astilladora es de 28.000€ con un periodo de amortización de 6 años al 4% de interés. El coste total por día de servicio es de 36,12€, teniendo en cuenta que los días de servicio al año son en total 38 días, supone un gasto total anual de 1.394,14€. Según la programación de astillado, la astilladora será utilizada 33 días al año pero se estima que puede variar entorno al 15% dependiendo de las exigencias, lo que supondría un servicio de 38 días al año.

Los costes unitarios de mano de obra en reparaciones, materiales de reparación, combustible, lubricante, neumáticos, batería, limpieza y pintura, son costes producidos por la utilización de la astilladora cada día de uso, es decir, los 38 días y que suponen un coste diario de 17,35€ y un coste anual de 659,46€, sin embargo los costes unitarios de amortización y seguros e impuestos son costes que se producen por la posesión de la astilladora y se tienen en cuenta los 365 días del año; supone un coste diario de 19,33€ y un coste anual de 734,68€.

6.2.3.- Tractor

El tractor utilizado es un modelo John Deere 6140R con una potencia de 140 CV, y un consumo aproximado de 12 litros/hora.

Hay que destacar que el tractor es de suma importancia en el tratamiento de la materia prima debido a que a través de su toma de fuerza se acciona la astilladora y ésta va suspendida en el enganche tripuntal del tractor.

Tabla 17. Costes del tractor.

Equipo: Tractor John Deere 6140R de 140 CV			
Coste Adquisición:	85.000,00	€	
Coste a financiar:	85.000,00	€	
Tipo de interés:	4%	%	
Periodo Amortización:	8	años	
Cuota resultante:	1.036,09	€/mes	
Días de Servicio al año:	38	días	
	Servicio		
Costes Unitarios:	Normal	VARIABLES	Retén
Amortización	34,06		34,06
Mano obra reparaciones	7,35	7,35	
Materiales reparaciones	7,35	7,35	
Combustibles	25,00	25,00	
Lubricantes	7,35	7,35	
Neumáticos	1,22	1,22	
Baterías	0,23	0,23	
Limpieza y Pintura	1,06	1,06	
Seguros e Impuestos	2,47		2,47
Total Coste Día de Servicio (€uros/Día)	86,09	49,56	36,53
x Total Días de Servicio	-	38,00	38,00
Total Coste Anual (€uros/Año)	3.271,23	1.883,13	1388,10

Como se puede observar, el coste de adquisición del tractor es de 85.000€ con un periodo de amortización de 8 años al 4% de interés. El coste total por día de servicio es de 86,09€, teniendo en cuenta que los días de servicio al año son en total 38 días, supone un gasto total anual de 3.271,23€. Según la programación de astillado, el tractor será utilizado 33 días al año pero se estima que puede variar entorno al 15% dependiendo de las exigencias, lo que supondría un servicio de 38 días al año.

Los costes unitarios de mano de obra en reparaciones, materiales de reparación, combustible, lubricante, neumáticos, batería, limpieza y pintura, son costes producidos por la utilización del tractor y suponen un coste diario de 49,56€ y un coste anual por los 38 días de 1.883,13€, sin

embargo los costes unitarios de amortización y seguros e impuestos son costes que se producen por la posesión del tractor y se tienen en cuenta 38 días al año; supone un coste diario de 36,53€ y un coste anual de 1.388,10€.

6.3.- MANO DE OBRA

Para la recogida viaria de los residuos y para el tratamiento de esa biomasa residual se va a emplear distinta mano de obra que se basa en un auxiliar, un técnico y un 1º oficial o conductor para las labores de recogida, y un técnico y un auxiliar para las labores de tratamiento de la biomasa. Dentro de la mano de obra también se tienen en cuenta las sustituciones por vacaciones de los empleados.

Todo el personal afecto a este servicio irá perfectamente uniformado. El tipo de uniforme será distinto en invierno que en verano y siendo previamente aprobado por el Ayuntamiento.

La cantidad y calidad del vestuario para el personal cumplirá en todo momento lo acordado por los convenios colectivos, no siendo en ningún caso inferior a dos uniformes anuales, uno de invierno y otro de verano, debiéndose complementar en tiempo de lluvia con prendas impermeables de color bien visible, portando un distintivo referido al servicio de recogida.

7.- CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

7.1.- CONDICIONES DE ALMACENAJE Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Todos los residuos recogidos en las labores viarias se trasladarán a la planta de tratamiento cumpliendo con el pliego de condiciones establecido por el municipio y con el Artículo 43. Obligaciones derivadas de la producción y posesión de Residuos: *“Todo productor o poseedor de residuos estará obligado a mantener los residuos en condiciones adecuadas de seguridad e higiene hasta que proceda por sí a su eliminación o los entregue a un gestor debidamente autorizado”*.

Se estima que anualmente se almacenarán unas 1.040 t de residuos vegetales, pero no todos estos residuos serán destinados al astillado debido a que muchos no tienen las condiciones idóneas para ello, como por ejemplo los céspedes, ramajes de poco diámetro, hojarasca, etc.

Se han estimado que alrededor de un 30% de los residuos totales recogidos en las labores viarias corresponden a la fracción de residuos para cubierta vegetal.

A continuación se puede observar una estimación de las cantidades de residuos que serán destinadas al astillado y las cantidades para cubierta vegetal desglosadas en los distintos meses del año. Para los residuos de procedencia leñosa, es decir, los residuos que serán destinados al astillado, se ha establecido una densidad de 145 kg/m³, y para los residuos de fracción vegetal, es decir, los destinados a cubierta vegetal, se ha establecido una densidad de 300 kg/m³ (dato obtenido de la página del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente).

Tabla 18. Cantidades de residuos para almacenar en la planta de tratamiento. Cubierta vegetal y astillado.

MESES	RESIDUOS TOTALES		RESIDUOS DESTINADOS A ASTILLADO			RESIDUOS DESTINADOS A CUBIERTA VEGETAL		
	t	kg	t	Kg	m3	t	kg	m3
Enero	110,00	110000	77,000	77000	531,034	33,000	33000	110,000
Febrero	100,18	100180	70,126	70126	483,628	30,054	30054	100,180
Marzo	80,32	80320	56,224	56224	387,752	24,096	24096	80,320
Abril	36,78	36780	25,746	25746	177,559	11,034	11034	36,780
Mayo	83,34	83340	58,338	58338	402,331	25,002	25002	83,340
Junio	60,02	60020	42,014	42014	289,752	18,006	18006	60,020
Julio	55,32	55320	38,724	38724	267,062	16,596	16596	55,320
Agosto	113,44	113440	79,408	79408	547,641	34,032	34032	113,440
Septiembre	93,74	93740	65,618	65618	452,538	28,122	28122	93,740
Octubre	94,22	94220	65,954	65954	454,855	28,266	28266	94,220
Noviembre	103,66	103660	72,562	72562	500,428	31,098	31098	103,660
Diciembre	107,68	107680	75,376	75376	519,834	32,304	32304	107,680

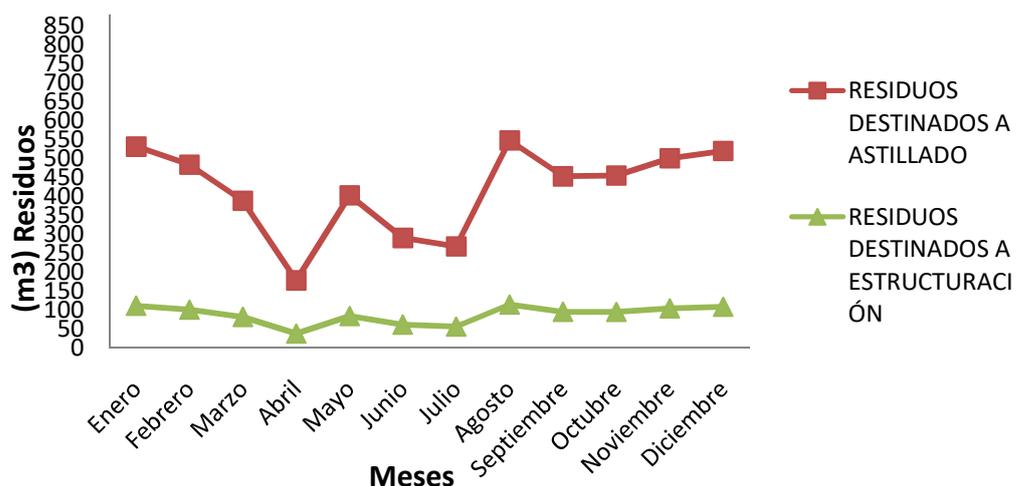


Figura 2. Variación de la cantidades de residuos para cubierta vegetal y astillado.

7.1.1.- Programación del astillado

A la hora de realizar una programación anual estimada del astillado, hay que tener en cuenta que los restos deben permanecer un mínimo de tres meses almacenados. Para la programación, partimos de que la astilladora tiene una capacidad teórica de astillado de 76 m³/h, estimando un rendimiento del 90% de la máquina se podrían astillar aproximadamente 68,4 m³/h. En base a estos datos y los obtenidos en volumen de residuos para astillado, se puede elaborar una programación anual.

Tabla 19. Programación mensual del astillado.

Meses de astillado	Cantidad de restos a astillar (m ³)	Nº de días al mes y horas por día	Total de horas
Abril	531,034	4 días -- 2h/día	8
Mayo	483,628	2 días -- 3,5h/día	7
Junio	387,725	3 días -- 2h/día	6
Julio	177,559	1 día -- 3h/día	3
Agosto	402,331	3 días -- 2h/día	6
Septiembre	289,752	2 días -- 2,5h/día	5
Octubre	267,062	2 días -- 2h/día	4
Noviembre	547,641	4 días -- 2h/día	8
Diciembre	452,538	2 días -- 3,5h/día	7
Enero	454,855	2 días -- 3,5h/día	7
Febrero	500,428	4 días -- 2h/día	8
Marzo	519,834	4 días -- 2h/día	8

En Abril se realizará el astillado de los restos del mes de Enero lo que equivale a unos 531,034 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 8h en todo el mes para astillar todo lo de Enero y se organiza en 4 días del mes de Abril dedicándole 2 horas cada día.

En Mayo se realizará el astillado de los restos del mes de Febrero lo que equivale a unos 483,628 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 7 horas en todo el mes para astillar todo lo de Febrero y se organiza en 2 días del mes de Mayo dedicándole 3,5 horas cada día.

En Junio se realizará el astillado de los restos del mes de Marzo lo que equivale a unos 387,725 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 6 horas en todo el mes para astillar todo lo de Marzo y se organiza en 3 días del mes de Junio dedicándole 2 horas cada día.

En Julio se realizará el astillado de los restos del mes de Abril lo que equivale a unos 177,559 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 3 horas en todo el mes para astillar todo lo de Abril y se organiza en 1 días del mes de Julio dedicándole 3 horas cada día.

En Agosto se realizará el astillado de los restos del mes de Mayo lo que equivale a unos 402,331 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 6 horas en todo el mes para astillar todo lo de Mayo y se organiza en 3 días del mes de Agosto dedicándole 2 horas cada día.

En Septiembre se realizará el astillado de los restos del mes de Junio lo que equivale a unos 289,752 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 5 horas en todo el mes para astillar todo lo de Junio y se organiza en 2 días del mes de Septiembre dedicándole 2,5 horas cada día.

En Octubre se realizará el astillado de los restos del mes de Julio lo que equivale a unos 267,062 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 4 horas en todo el mes para astillar todo lo de Julio y se organiza en 2 días del mes de Octubre dedicándole 2 horas cada día.

En Noviembre se realizará el astillado de los restos del mes de Agosto lo que equivale a unos 547,641 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 8 horas en todo el mes para astillar todo lo de Agosto y se organiza en 4 días del mes de Noviembre dedicándole 2 horas cada día.

En Diciembre se realizará el astillado de los restos del mes de Septiembre lo que equivale a unos 452,538 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 7 horas en todo el mes para astillar todo lo de Septiembre y se organiza en 2 días del mes de Diciembre dedicándole 3,5 horas cada día.

En Enero se realizará el astillado de los restos del mes de Octubre lo que equivale a unos 454,855 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 7

horas en todo el mes para astillar todo lo de Octubre y se organiza en 2 días del mes de Enero dedicándole 3,5 horas cada día.

En Febrero se realizará el astillado de los restos del mes de Noviembre lo que equivale a unos 500,428 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 8 horas en todo el mes para astillar todo lo de Noviembre y se organiza en 4 días del mes de Febrero dedicándole 2 horas cada día.

En Marzo se realizará el astillado de los restos del mes de Diciembre lo que equivale a unos 519,834 m³, teniendo en cuenta la capacidad de la astilladora, harían falta alrededor de 8 horas en todo el mes para astillar todo lo de Diciembre y se organiza en 4 días del mes de Marzo dedicándole 2 horas cada día.

7.1.2.- Movimiento de tierras

Se van a realizar movimiento de tierras en las zonas previstas para el tratamiento de la biomasa residual. Se realizarán labores de desbroce y limpieza del terreno en las zonas de almacenaje de la astilla, la zona de astillado, la zona de acopio de la astilla, la zona de la caseta de operarios, la zona de aparcamiento de la maquinaria y en la zona de estructuración.

Las distintas labores de allanamiento y limpieza tienen como fin obtener una parcela lo más adecuada posible para las labores que se llevarán a cabo en el tratamiento, facilitando las acciones de la maquinaria y de cada una de las actividades que se realizan.

7.2.- SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO

En la planta de tratamiento se van a establecer tres sistemas de almacenamiento de la materia prima, por un lado el almacenamiento de los residuos para su posterior astillado, por otro lado el almacenamiento de la astilla obtenida, y por otro lado el almacenamiento de los restos no aprovechables para el astillado, residuos destinados a cubierta vegetal.

7.2.1.- Almacenamiento de la materia prima

Una vez los residuos han sido recogidos de las zonas viarias del municipio, éstos son trasladados a la planta de tratamiento donde permanecerán tres meses apilados al aire libre.

Se estima que debe haber un espacio para un total de siete filas apiladas de residuos. Cada pila tiene unas dimensiones de 30 x 5 x 2m, en total unos 300m³ de residuos apilados. Entre cada una de las pilas debe haber una separación de unos 6-7m para facilitar la maniobrabilidad de la maquinaria y su fácil acceso. Hay que tener en cuenta que los residuos se astillan pasados los 3 meses de su almacenamiento, por tanto, se dispone un espacio suficiente para almacenar todo el volumen que requiere tres meses de recogida. Por ejemplo, en Abril se comienza a astillar los residuos de Enero y hasta la fecha de astillado se habrán almacenado todos los residuos de los meses de Enero, Febrero y Marzo, por lo que se requiere un espacio suficiente para albergar un volumen aproximado de 1402,4 m³ de restos.

El objetivo de este apilado previo, es conseguir el grado de humedad adecuado para su posterior astillado.

7.2.2.- Almacenamiento de la astilla

Una vez transcurridos los tres meses de apilado, los residuos son transportados a la zona de astillado donde sufren una transformación física obteniendo como resultado una astilla con un diámetro aproximado de 27mm.

Tras el astillado, el producto obtenido es almacenado en la zona de acopio de la astilla, donde se mantendrá almacenada para su secado hasta alcanzar un valor óptimo de humedad, en torno al 25%.

7.2.3.- Almacenamiento de restos para cubierta vegetal.

En la zona de almacenamiento para cubierta vegetal, se depositan los restos de poda que no cumplen los requisitos mínimos de tamaño para ser astillado, como por ejemplo césped, restos de hojas o ramajes de un tamaño muy pequeño.

Este tipo de restos se acumulan mezclándose con el suelo, consiguiendo así una mejor estructuración del suelo al aumentar el contenido de materia orgánica.

8.- DIMENSIONADO DE LA PLANTA

8.1.- LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA

La planta de tratamiento de los residuos vegetales se encuentra en el término municipal de San Antonio de Benagéber (PLANO 2), en la parcela 130 del polígono 30. La parcela consta de una superficie de 2.5588 ha.

La explotación que se lleva a cabo en esta planta cumple las exigencias técnico-ambientales legalmente establecidas en la ley 10/2000, de 12 de diciembre de Residuos de la Comunidad Valenciana. A parte, estas instalaciones estarán sujetas a revisión técnica que puede efectuarse en cualquier momento por indicación de la autoridad municipal según el Artículo 28. Revisiones, de la ley de Ordenanza Higiene Urbana.

En la parcela no se realizarán labores de movimiento de tierras pero sí una labor de desbroce y limpieza del terreno, acondicionando así el terreno para su principal función.

8.2.- DISTRIBUCIÓN EN PARCELA

En la planta quedan definidas perfectamente las zonas para cada una de las labores que se llevan a cabo (PLANO 4), diferenciando una “zona sucia” de trabajo y de entrada/salida de maquinaria, astillado, acopio y zona para camiones, y una “zona limpia” en la que se ubica la caseta de los operarios y una entrada/salida de vehículos particulares de los diferentes operarios y trabajadores.

Diferentes zonas:

- Zona de apilado
- Zona de astillado
- Zona de acopio de la astilla
- Zona destinada a cubierta vegetal
- Caseta de los operarios
- Báscula de pesada
- Zona de aparcamiento
- Entradas y salidas de la parcela

Tabla 20. Superficies de cada zona de la parcela.

Zona de apilado	2640 m ²
Zona de astillado	1257 m ²
Zona de acopio de la astilla	350 m ²
Zona para cubierta vegetal	1000 m ²
Caseta de operarios	14,4 m ²
Báscula de pesada	50 m ²
Zona de aparcamiento	50 m ²

8.2.1.- Zona de apilado

Esta zona es la más amplia de la parcela y consta de unos 2640 m² aproximadamente. Una vez se ha realizado la recogida, los residuos se trasladan a la parcela donde se almacenarán en esta zona de apilado. Se dispone de un espacio suficiente para almacenar hasta siete pilas de residuos de 300 m³ cada una.

El espacio entre cada una de las pilas debe ser suficiente para permitir la maniobrabilidad de la maquinaria, dejando un espacio considerable entre las pilas de residuos.

8.2.2.- Zona de astillado

Aquí se va a producir la transformación física de los residuos de poda obteniendo como producto final la astilla.

Los residuos se trasladan desde la zona de apilado a la zona de astillado mediante el tractor, los cuales se introducen en la astilladora mediante la labor de los operarios.

Una vez se han realizado las labores de astillado, la astilla resultante se traslada a la zona de acopio de la astilla.

8.2.3.- Zona de acopio de la astilla

Esta zona ocupa en la parcela alrededor de 350m² y está formada por tres cubículos de 10 x 10m de hormigón donde se deposita la astilla procedente de la zona de astillado y se almacena garantizando su mantenimiento y secado hasta alcanzar un óptimo de humedad del 25%.

8.2.4.- Zona para cubierta vegetal

Esta zona tiene una superficie de 1000m². En este espacio se acumulan todos los restos de residuos que no cumplen con las condiciones idóneas de tamaño para poder ser astillados, es decir, restos como el césped, hojas o ramajes con un tamaño muy reducido.

El fin de acumular estos restos en esta zona se basa en aportar una mayor estructuración al suelo mejorando sus condiciones físicas y químicas mediante el aporte de materia orgánica. Este suelo rico en materia orgánica es utilizado en el mantenimiento de parques y jardines gestionados por la propia empresa.

Disponer de esta zona destinada para cubierta vegetal, permite un aprovechamiento de todos los restos que llegan a la parcela, procedentes de la recogida selectiva del municipio, y no solo de aquellos restos que son adecuados para el astillado.

8.2.5.- Caseta de los operarios y fosa séptica

Es una caseta pre-fabricada aislada con un aseo donde los operarios disponen de un espacio para cambiarse de indumentaria y asearse. La caseta es de uso exclusivo para los operarios y trabajadores de la empresa.

En total se dispondrá de tres acometidas para el abastecimiento de la caseta, una acometida de fontanería, una acometida de electricidad y una acometida de saneamiento.

Junto a la caseta de operarios se instala una fosa séptica para recoger las aguas residuales procedentes del inodoro y del lavabo de la caseta. La fosa consta de dos cámaras, una primera cámara donde se asientan la mayoría de sólidos debido a los procesos de sedimentación y anaeróbicos, y una segunda cámara donde se acumula un agua con una porción muy reducida de sólidos.

Características de la fosa séptica:

- Fabricación de polietileno de alta densidad.
- Tanque decantador digestor con prefiltro, totalmente equipado e instalado.
- Paredes interiores con superficie lisa que facilitan su limpieza.
- Prefiltro biológico.
- Larga duración y tratamiento anti-UV
- Imputrescibles, resistentes a la corrosión.

Medidas:

Tabla 21. Medidas fosa séptica.

REF.	VOL. (l)	HAB.	DIÁM. (mm)	LARGO (mm)	ALTO (mm)	BOCA (mm)
FH500	500	2	730	1250	750	220

Elementos disponibles en el interior de la caseta:

- Lavabo.
- Inodoro con cisterna baja.
- Espejo.
- Taquilla metálica individual con llave para ropa y calzado.
- Percha para vestuario y/o aseos.
- Banco de madera para 5 personas.
- Portarrollos industrial de acero inoxidable.
- Jabonera industrial de acero inoxidable.

Características de la caseta:

- Las medidas exteriores son de 6m x 2.4m x 2.64m, y por tanto ocupará una superficie de 14.4m². (PLANO 5)
- La estructura de la base y la cubierta electro-soldada, con vigas U200 longitudinales.
- Suelo formado por un tablero fenólico antihumedad CTB-H 19mm. Revestimiento PVC electro-soldado. (Sobrecarga 250 kg/m²).
- Cerramiento: panel sándwich de 40mm, con acabado pintura prelacada en ambas caras (fachada y cubierta).

8.2.6.- Báscula de pesada

Para llevar un control más exhaustivo de la cantidad de residuos que llegan a la parcela para su tratamiento, se ha instalado una báscula de pesaje electrónica de sobresuelo para camiones, de tal forma que cada vez que el camión llegue a la parcela se pesa para controlar la cantidad diaria de restos vegetales que se almacenan.

La báscula tiene unas dimensiones de 8m x 3,3m y una capacidad de 30 t. Estas básculas están diseñadas para evitar la construcción de un foso con los consiguientes gastos de albañilería y también permite la eliminación total de la corrosión en ambientes húmedos debido a que no hay posibilidad de acumulación de líquidos en la parte inferior de la misma.

8.2.7.- Zonas de aparcamiento

En la parcela se va a disponer de dos zonas de aparcamiento, una zona donde se estacionan los camiones y la maquinaria que se va a emplear para la recogida y tratamiento, y otra zona, junto a la caseta de los operarios, donde cada usuario u operario de la empresa pueda estacionar su vehículo propio.

8.2.8.- Entradas y salidas de la parcela

En la parcela se van a definir dos entradas y salidas para los vehículos, una entrada/salida para maquinaria pesada que englobaría camiones y tractores, y una entrada para vehículos más pequeños que englobaría los vehículos de los operarios y trabajadores.

De esta forma se evita que se pueda cruzar, en las entradas y salidas, la maquinaria pesada con los vehículos de los particulares facilitando así el funcionamiento de la parcela.

9.- OBRAS A ACOMETER EN LA PARCELA

En la parcela se van a realizar una serie de labores que van a consistir en la instalación de la caseta de aseos, la instalación de la báscula de pesada, un desbroce y limpieza del terreno y un zuncho perimetral de hormigón. Estas labores están detalladas en los presupuestos comparativos (Presupuesto I) y en el pliego de condiciones (Apartado III- PLIEGO DE CONDICIONES).

10.- PLAN DE AUTOABASTECIMIENTO DE ASTILLA AL PROPIO MUNICIPIO

La demanda de astilla en el municipio ha aumentado debido a la instalación de calderas de biomasa en algunas instalaciones municipales como por ejemplo la piscina municipal.

La piscina municipal requiere de unas 400t de astilla al año para su funcionamiento, lo que supone un coste anual para el municipio de unos 42.000€ teniendo en cuenta que el precio de la astilla está alrededor de unos 105€/t.

Mediante el Plan de Autoabastecimiento se pretende reducir ese coste anual de astilla suministrando al municipio una astilla obtenida a partir de los residuos vegetales originados en el propio término y a un precio de 55 €/t, lo que le supone al municipio un ahorro económico de 20.000€.

11.- PLAN DE VIABILIDAD DE COSTES

Dentro del proyecto Plan de Gestión Integrada de Biomasa Residual se ha determinado un presupuesto general que engloba la recogida viaria de la biomasa residual y su posterior tratamiento en la parcela.

Se han tenido en cuenta todos los costes fijos y variables anuales que engloba la adquisición de maquinaria, los gastos de la parcela (alquiler, caseta de operarios, báscula, adecuación del terreno, solera), la mano de obra, la ruta de recogida del camión y una serie de gastos variables que pueden surgir durante la ejecución del servicio.

12.- PRESUPUESTO GENERAL

Para establecer un presupuesto general, hay que tener en cuenta tanto los costes de inversión como los costes de funcionamiento.

Los costes de inversión son costes que se producen para realizar la puesta en marcha del proyecto. A continuación se enumeran los distintos costes de inversión:

- Adquisición de la maquinaria.
- Caseta de operarios y la fosa séptica.
- Báscula de pesada para camiones.
- Solera de hormigón.
- Adecuación de la parcela (desbroce y limpieza).
- Vestuario.
- Utillaje.
- Seguridad y Salud.

Dado que para la puesta en marcha de la gestión no se dispone de un capital para la inversión, los costes de inversión se reflejan como costes anuales para obtener los indicadores económicos (Tablas 26 y 27).

Los costes de funcionamiento son costes que tienen lugar una vez ya se ha iniciado y se lleva a cabo la ejecución del actividad. A continuación se enumeran los costes de funcionamiento que se diferencia en costes fijos y costes variables:

- Mano de obra (salario de los trabajadores).
- Mantenimiento de la maquinaria (reparaciones, cambio de neumáticos, combustible, lubricantes, batería, limpieza y pintura).
- Alquiler de la Parcela.

13.- ESTUDIO ECONÓMICO

Se ha realizado un estudio económico mediante el cual se compara los costes y los ingresos que se prevén obtener en la gestión. A continuación se muestra en las tablas los desgloses de costes e ingresos.

Tabla 22. Desglose de los costes de recogida de la biomasa residual.

DESGLOSE COSTES DE RECOGIDA				
Concepto	Unidades	Tiempo	Precio / UD	Coste Anual
Técnico	0,15	1	40.800,00 €	6.120,00 €
Oficial 1º	1	1	31.129,85 €	31.129,85 €
Auxiliares	1	1	24.370,92 €	24.370,92 €
Sustitución de vacaciones	1	0,25	21.185,05 €	5.296,26 €
Camión 16Tn	1	1	36.666,92 €	36.666,92 €
Vestuario	2	1	180,00 €	360,00 €
Utillaje	2	1	120,00 €	240,00 €
Seguridad y Salud	2	1	300,00 €	600,00 €
Gastos Generales	13%			15.657,37 €
			TOTAL COSTES	120.441,32 €

Tabla 23. Desglose de los ingresos de recogida de la biomasa residual.

DESGLOSE INGRESOS DE RECOGIDA		
Concepto	%	Ingreso Anual
Beneficio Industrial	6	7.226,48 €
TOTAL INGRESOS		7.226,48 €

Tabla 24. Desglose de los costes del tratamiento de la biomasa residual.

DESGLOSE COSTES DE TRATAMIENTO				
Concepto	Unidades	Tiempo	Precio / UD	Coste Anual
Técnico	0,15	1	40.800,00 €	6.120,00 €
Auxiliares	0,34	1	24.370,92 €	8.286,11 €
Parcela	1	12	900,00 €	10.800,00 €
Astilladora	1	1	1.394,14 €	1.394,14 €
Tractor	1	1	3.271,23 €	3.271,23 €
Caseta Operarios	1	1	1.129,17 €	1.129,17 €
Báscula	1	1	1.518,95 €	1.518,95 €
Zuncho de Hormigón	1	1	198,00 €	198,00 €
Desbroce y limpieza	1	1	598,69 €	598,69 €
Seguridad y Salud	1	1	300,00 €	300,00 €
Vestuario	1	1	180,00 €	180,00 €
Utillaje	1	1	120,00 €	120,00 €
Gastos Generales	13%			5.067,95 €
			TOTAL COSTES	38.984,25 €

Tabla 25. Desglose de los ingresos que se prevén obtener con el tratamiento de la Biomasa residual.

DESGLOSE INGRESOS DE TRATAMIENTO			
Concepto	t	Precio / t	Ingreso Anual
Venta Astilla	720,09	55,00 €	39.604,95 €
Venta estructurante	311,61	9,00 €	2.804,49 €
Beneficio Industrial	6%		2.339,06 €
		TOTAL INGRESOS	44.748,50 €

Como se muestra en las Tablas 22 y 23, los costes anuales de la recogida selectiva ascienden a la cantidad de 120.441,32€ y el ingreso anual de la recogida es el 6% del coste total directo (tabla Presupuesto Recogida), lo que equivale a la cantidad de 7.226,84€. Por tanto, el Beneficio Total Anual que se prevé obtener en la recogida asciende a la cantidad de SIETE MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (7.226,84€).

Como se muestra en las tablas 24 y 25, los costes anuales que supone el tratamiento de los residuos ascienden a la cantidad de 38.984,25 €. Los ingresos obtenidos por la venta de astilla, la venta del estructurante y el beneficio industrial del tratamiento, ascienden a la cantidad de 44.748,50 €.

Por tanto el Beneficio Total Anual que se prevé obtener con el tratamiento es de CINCO MIL SETECIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS (5.764,24€).

A partir de los desgloses de costes e ingresos se pueden obtener los indicadores económicos del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Para la obtención de estos indicadores hay que tener en cuenta los flujos de caja, el tamaño de la inversión, la vida útil del proyecto, estimada en 10 años y la tasa de descuento (%). A continuación podemos ver cómo obtener estos indicadores.

Obtención del indicador VAN:

$$VAN = (-I_0) + \frac{D_1}{1+r} + \frac{D_2}{(1+r)^2} + \frac{D_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{D_{10}}{(1+r)^{10}}$$

I_0 = inversión inicial

$D_1 \dots D_{10}$ = flujo de caja

r = tasa descuento (TIR)

Para el cálculo del indicador TIR partimos de un VAN igual a cero, de tal forma que obtenemos la tasa de descuento r (%).

Cálculos de los indicadores:

Tabla 26. Cálculo de los indicadores económicos de la recogida.

INDICADORES ECONÓMICOS RECOGIDA	
Préstamo bancario =	90.000,00 €
Flujo de caja =	7.226,48 €
Tasa =	4,0%
Inversión =	0,00 €
1º año Flujo de caja	7.226,48 €
2º año Flujo de caja	7.226,48 €
3º año Flujo de caja	7.226,48 €
4º año Flujo de caja	7.226,48 €
5º año Flujo de caja	7.226,48 €
6º año Flujo de caja	7.226,48 €
7º año Flujo de caja	7.226,48 €
8º año Flujo de caja	7.226,48 €
9º año Flujo de caja	7.226,48 €
10º año Flujo de caja	7.226,48 €
VAN =	56.358,87 €

Tabla 27. Cálculo de los indicadores económicos del tratamiento.

INDICADORES ECONÓMICOS TRATAMIENTO	
Préstamo Bancario =	135.191,29 €
Flujo de caja =	5.764,24 €
Tasa =	4,0%
Inversión =	0,00 €
1º año Flujo de caja	5.764,24 €
2º año Flujo de caja	5.764,24 €
3º año Flujo de caja	5.764,24 €
4º año Flujo de caja	5.764,24 €
5º año Flujo de caja	5.764,24 €
6º año Flujo de caja	5.764,24 €
7º año Flujo de caja	9.209,05 €
8º año Flujo de caja	9.209,05 €
9º año Flujo de caja	9.209,05 €
10º año Flujo de caja	9.209,05 €
VAN =	54.457,22 €

El presupuesto para la recogida viaria de los residuos asciende a la cantidad de CIENTO CUARENTA MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (140.434,59€).

El presupuesto para el tratamiento de la biomasa residual asciende a la cantidad de CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (45.455,64€).

Valencia, 16 de Julio de 2018

Fdo:

Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del medio rural

CONCLUSIONES

A través de toda la información obtenida y redactada en este proyecto queda descrita la gestión de biomasa residual en el término municipal de San Antonio de Benagéber.

Mediante esta gestión se consigue una mejor y más eficiente recogida selectiva de los residuos y un tratamiento en el que se obtiene como producto final una astilla destinada a uso energético.

Debido a la instalación de calderas de biomasa en algunos edificios públicos como por ejemplo la piscina municipal, la demanda de astilla del municipio ha aumentado en los últimos años, por tanto es muy importante el abastecimiento al municipio de una astilla obtenida a partir de una biomasa residual generada en el propio municipio. Mediante este abastecimiento, al municipio le supone un ahorro en la compra de la astilla.

Principalmente este proyecto se centra en la recogida y el tratamiento de los residuos, pero dentro de esta gestión también se incluye un mantenimiento y saneamiento de todas las zonas verdes del municipio que será llevada a cabo a través de la empresa “*Dryade Jardinería y Mediambiente*”.

En conclusión, se establece un plan que no solo atiende a las necesidades del municipio en cuanto su gestión de residuos, sino que también se apuesta por la obtención de un combustible sólido respetuoso con el medioambiente y sostenible, manteniendo a su vez un entorno limpio y aseado.

REFERENCIAS

VELÁZQUEZ MARTÍ, B. (2017). *Aprovechamiento energético de la biomasa*. Editorial Reverté, 845 pp.

GERMÁN MÉNDEZ, G. *Diseño de un algoritmo genético para un sistema logístico de distribución*. Ciencia, investigación y desarrollo, Universidad Central de las Villas “Marta Abreu”.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. Flujos de residuos, Biorresiduos, visto el 14 de febrero de 2018. <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/biorresiduos/Biorresiduos-Cuanto-donde-generan.aspx>

EUROPA PREFABRI. Venta y alquiler caseta de aseos, visto el 5 de marzo de 2018. http://www.europa-prefabri.com/portfolio-item/casetas-obra/?gclid=Clv_xaH9idECFUm3GwodXJoPcw

TIENDAS BALANZAS. Básculo de pesada de camiones, visto el 5 de marzo de 2018. <http://www.tiendabalanzas.net/pesaje-industrial/basculas-camiones/bpgsh-8-gjp-30tn-8x3-30-m.html>

SIGPAC. Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrarias.
<http://sigpac.magrama.es/fega/visor/>

GOOGLEMAPS. Visión de la localización de San Antonio de Benagéber.
<https://www.google.es/maps/place/46184+San+Antonio+de+Benag%C3%A9ber,+Valencia/@39.5611794,-0.5001173,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0xd605b8f65a76885:0xd65060a741537bb3!8m2!3d39.5610099!4d-0.4992069?hl=es>

AYUNTAMIENTO DE SAN ANTONIO DE BENAGÉBER. Área de servicios municipales, gestión de residuos. <http://www.sanantionidebenageber.com/pages/gestion-de-residuos>

LOGISPLAN. Planificador y optimizador de rutas y flotas. <http://www.logisplan.com/>

CONSELLERIA D'AGRICULTURA, MEDI AMBIENT, CANVI CLIMÀTIC I DESENVOLUPAMENT RURAL. <http://www.agroambient.gva.es/va/inicio>