

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Plan de reducción económica y energética en la valorización de lodos tratados en la planta de secado solar de la EDAR de Arazuri



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Autor: Javier Zapata Echeverría

Director: Antonio Gil Bravo

Sophia Korili

Pamplona, 27/05/2021



Índice

1.	Introducción	8
1.1.	Entidad MCP-SCPSA	8
1.2.	Estación Depuradora de Aguas Residuales de Arazuri (EDAR).....	9
1.3.	Descripción del proyecto.....	10
1.4.	Objetivos	11
2.	Antecedentes	12
2.1.	Proceso del lodo	12
2.1.1.	Obtención del lodo	12
2.1.2.	Tratamiento del lodo.....	13
2.2.	Gestión de lodos año 2020.....	14
2.2.1.	Aplicación en agricultura.....	16
2.2.2.	Elaboración de compost.....	17
2.3.	Planta de compostaje Arazuri	18
2.3.1.	Descripción del proceso	18
2.3.2.	Planta de Compostaje	20
2.3.3.	Tipos de compost comercializado	23
2.4.	Proyecto construcción planta de secado solar de lodos.....	25
2.4.1.	Descripción general del proyecto.....	25
2.4.2.	Procesos en el secado solar.....	25
2.4.3.	Equipos e instalaciones	26
2.4.4.	Características de los lodos tratados.....	27
3.	Reducción de viajes de lodo a cultivo extensivo	30
3.1.	Áreas de aplicación	30
3.2.	Transporte del lodo	31
3.3.	Procedimiento para la reducción de viajes	31
3.4.	Análisis de resultados.....	34
3.5.	Planificación alternativa	37
4.	Reducción económica	39
4.1.	Contrato	39
4.1.1.	Tabla de importes.....	39
4.1.2.	Compensación de la huella de carbono	40
4.2.	Análisis de resultados.....	42
4.3.	Presupuesto	44
4.4.	Planificación alternativa	45
5.	Reducción de combustible	47

6.	Huella de carbono	49
6.1.	Concepto	49
6.2.	Recopilación de datos de consumo.....	49
6.3.	Análisis de resultados.....	50
7.	Resumen.....	52
8.	Conclusiones.....	52
9.	Referencias bibliográficas	54

Anexo I: Datos y tablas de la reducción de viajes.

Anexo II: Datos y tablas de la reducción económica y de consumo de combustible.

Índice tablas

Tabla 1: Distribución del lodo generado en 2020. (Gestión de lodos de depuradora EDAR-Arazuri. 2020. NILSA).....	15
Tabla 2: Distribución Total Zonas Vulnerables frente a Zonas No Vulnerables.	16
Tabla 3: Distribución mensual de tipo de acopios: Zonas Vulnerables frente a Zonas No Vulnerables.	16
Tabla 4: Cantidad de lodo para ZV y ZNV mensualmente en función de % de materia seca.	17
Tabla 5: Distribución de compost elaborado en la EDAR. (Gestión de lodos de depuradora EDAR-Arazuri. 2020. NILSA).....	18
Tabla 6: Características del Compost Clase A.....	24
Tabla 7: Características del Compost Clase B.....	24
Tabla 8: Características del Compost Clase C.....	24
Tabla 9: Dimensiones de la planta de secado solar. (Proyecto construcción almacén secado solar de lodos. 2020.Proyectos Navarra Ingeniería)	26
Tabla 10: Características del lodo generado en la EDAR. (Gestión de lodos de depuradora EDAR-Arazuri. 2020. NILSA).....	27
Tabla 11: Toneladas a tratar en la planta piloto de secado solar. (Proyecto construcción almacén secado solar de lodos. 2020.Proyectos Navarra Ingeniería)	28
Tabla 12: Toneladas de lodo finales estimadas.....	28
Tabla 13: Distribución de las zonas de reparto en cultivo extensivo en 2020.....	30
Tabla 14: Criterios de reparto de lodo para optimización del proceso de transporte.	33
Tabla 15: Comparación de los viajes realizados en 2020 frente a los viajes estimados.	34
Tabla 16: Comparación de los kilómetros realizados en 2020 frente a los estimados.....	34
Tabla 17: Relación de media de kilómetros por viaje en situación real frente a situación estimada.....	37
Tabla 18: Media del espacio vacío en los camiones.....	37
Tabla 19: Viajes realizados con el camión de 26 toneladas.	37
Tabla 20: Distribución de toneladas repartidas con el camión de 26 toneladas.	38
Tabla 21: Relación situación estimada con la situación de prescindir del camión de 26 toneladas.....	38
Tabla 22: Unidades empleadas para la facturación del transporte.	40
Tabla 23: Toneladas de lodo generado frente a toneladas de CO2 equivalente (2014-2020). ...	40
Tabla 24: Km*tonelada: Situación real frente a situación estimada.	42
Tabla 25: Horas de uso: Situación real frente a situación estimada.....	43
Tabla 26: Reducción de presupuesto en la situación estimada.	44
Tabla 27: Incremento de unidades de coste en la planificación alternativa.....	45
Tabla 28: Relación de presupuestos: Situación estimada frente a planificación alternativa.	46
Tabla 29: Reducción combustible: situación real frente a situación estimada.....	47
Tabla 30: Reducción toneladas CO2 equivalente: situación real frente a situación estimada. ...	51
Tabla 31: Resumen.	52

Índice figuras

Figura 1: Municipios integrados en Mancomunidad Comarca Pamplona en 2020. (Nexo MCP).	8
Figura 2: Proceso de rejillas finas. Proceso de desarenado y desengrasado. Proceso de decantación primaria.	9
Figura 3: Proceso en las balsas de aireación. Proceso de decantación secundaria. Proceso de arquetura de salida.	10
Figura 4: Construcción de la planta piloto de secado solar.	11
Figura 5: Proceso de obtención del fango. (Saneamiento y depuración de aguas residuales. EDAR Arazuri 2018)	12
Figura 6: Proceso de tratamiento de fangos. (Saneamiento y depuración de aguas residuales. EDAR Arazuri 2018).	13
Figura 7: Gestión de lodo de depuradora en 2020. Datos en toneladas.	14
Figura 8: Distribución del lodo generado en 2020.	15
Figura 9: Distribución mensual de tipo de acopios: Zonas Vulnerables frente a Zonas No Vulnerables.	17
Figura 10: Proceso y etapas del lodo en la planta de compostaje.	19
Figura 11: Sistema de túneles en planta de compostaje. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)	20
Figura 12: Zona de maduración y almacenamiento. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)	20
Figura 13: Sistema de cintas transportadoras y sinfines para tratamiento mecánico. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)	21
Figura 14: Deposito ácido sulfúrico. Deposito Scrubber. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)	22
Figura 15: Galerías de humidificación de aire. Biofiltros. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)	22
Figura 16: Rendimiento estimado de la planta de secado solar.	29
Figura 17: Camión con capacidad para 12 toneladas.	31
Figura 18: Distribución de viajes: Situación real frente a situación estimada.	35
Figura 19: Reducción de viajes a cultivo extensivo.	35
Figura 20: Reducción de kilómetros a cultivo extensivo.	36
Figura 21: Relación: Reducción de viajes frente a reducción de kilómetros.	36
Figura 22: Toneladas de lodo generadas frente a toneladas de CO ₂ equivalente (2014-2020).	41
Figura 23: Km*tonelada: Situación real frente a situación estimada.	43
Figura 24: Horas de uso: Situación real frente a situación estimada.	44
Figura 25: Distribución del presupuesto por camiones.	45



1. Introducción

En la EDAR de Arazuri se lleva a cabo la depuración de aguas residuales de la Comarca de Pamplona. La depuración de estas aguas se completa con un tratamiento de los fangos obtenidos que permite el aprovechamiento energético de los mismos, mediante la generación de biogás, así como la obtención de lodo deshidratado. Este lodo puede ser gestionado directamente mediante aplicación agrícola (80%), la elaboración de compost (20%), junto con los restos verdes recepcionados en la EDAR y que proceden de la recogida municipal y domiciliaria de la Comarca de Pamplona.

Una forma de optimizar la gestión del lodo, es aumentar la materia seca del mismo. Para ello, se va a instalar una planta piloto de secado solar donde se va a tratar una pequeña cantidad de lodo durante un año. Con esto se pretende estudiar la eficacia del secado solar en Arazuri y el rendimiento de la planta con el objetivo de obtener una media anual de materia seca de alrededor de 40%.

1.1. Entidad MCP-SCPSA

La Mancomunidad de la Comarca de Pamplona se creó en 1982 con 41 municipios y se define como una entidad local formada actualmente por 50 entre los que se encuentra la ciudad de Pamplona, Figura 1. Estos municipios engloban 370000 habitantes en 2020.

MUNICIPIOS INTEGRADOS (2020)



Figura 1: Municipios integrados en Mancomunidad Comarca Pamplona en 2020. (Nexo MCP)

La Mancomunidad gestiona los servicios a partir de una sociedad mercantil con capital perteneciente íntegramente a la propia Mancomunidad y denominada Servicios de la Comarca de Pamplona (SCPSA). En el año 2020 la planta está compuesta por 491 trabajadores y trabajadoras. Desde MCP-SCPSA se trabaja en los siguientes servicios públicos:

- Ciclo integral del agua
 - Estación de tratamiento de agua potable (ETAP)
 - Manantial de Arteta - ETAP de Egillor
 - Embalse de Eugui - ETAP de Urtasun
 - Itoiz/Canal de Navarra – ETAP de Tiebas
 - Estación depuradora de aguas residuales de Arazuri (EDAR)
- Residuos urbanos
 - Recogida de residuos
 - Centro de tratamiento de residuos urbanos de Góngora (CTRU)
- Transporte urbano comarcal
- Servicio de taxi
- Parque fluvial de la Comarca de Pamplona

1.2. Estación Depuradora de Aguas Residuales de Arazuri (EDAR)

La EDAR de Arazuri está ubicada en la Cendea de Olza, a 3 kilómetros de Pamplona. A través de una red de colectores de casi 1700 km recoge el agua residual del 95% de la población de la Comarca de Pamplona y tras su tratamiento es reconducida a la arqueta de salida y devuelta al río Arga.

- Línea de tratamiento del agua

La EDAR de Arazuri atiende a aproximadamente 270000 habitantes, aunque tiene capacidad para atender a una población equivalente de 55000-600000 habitantes. El caudal medio tratado es de 1200-1300 l/s.

- Tratamiento primario

En el tratamiento primario de las aguas residuales en una EDAR consta de los siguientes procesos que se muestran en la Figura 2: Desbaste de los sólidos más voluminosos al paso del agua por las rejillas, desarenado y desengrasado y decantación primaria. El objetivo de este proceso es el de eliminar los sólidos flotantes y en suspensión, grasas, arenas y aceites.



Figura 2: Proceso de rejillas finas. Proceso de desarenado y desengrasado. Proceso de decantación primaria.

- Tratamiento biológico

La segunda fase del proceso de la depuración consiste en reducir la carga orgánica del agua por medio de microorganismos que llevan a cabo procesos de transformación biológica para conseguir dicha reducción. Estos procesos se ven en la Figura 3 y son las balsas de aireación y en los decantadores secundarios. Una vez terminado el proceso se dirige el agua hasta la arqueta de salida.



Figura 3: Proceso en las balsas de aireación. Proceso de decantación secundaria. Proceso de arqueta de salida.

- Línea de tratamiento de fangos

Los fangos que se generan en la línea de agua son recogidos y tratados para posteriormente reciclarse en aplicaciones agrícolas o proyectos de restauración ambiental. Anualmente se recogen alrededor de 40000 toneladas de biosólidos de las aguas tratadas.

- Línea de aprovechamiento de biogás

El biogás que se genera durante el tratamiento de los fangos es aprovechado y se almacena tanto en el gasómetro a baja presión, como en la esfera a alta presión. Este gas va a ser empleado para la generación de energía eléctrica y térmica en los motores de cogeneración mediante inyección de gas.

- Reciclaje de lodos en agricultura

Aproximadamente el 80% del lodo generado en la EDAR es destinado a cultivos extensivos en parcelas agrícolas a una distancia media de 40-50 km de las instalaciones.

- Compostaje de lodos

El 20% del lodo restante es empleado para la elaboración de compost. Se mezcla junto con los restos verdes procedentes de la poda municipal y domiciliar que se reciben en las instalaciones de la EDAR. Una vez elaborado se vende, actualmente en sacos, en las propias instalaciones.

1.3. Descripción del proyecto

El 78-80% del lodo deshidratado producido en la EDAR es destinado a aplicación agrícola en cultivos extensivos. Actualmente ese lodo contiene un 18% de materia seca. Como se ha comentado anteriormente, aumentar la materia seca supone una reducción de volumen y de contenido en agua lo que repercute a su vez en un menor número de viajes para transportarlo hasta las diferentes parcelas, en las que se va a valorizar el lodo.

El objetivo de este proyecto es realizar un estudio teórico sobre el ahorro energético en el transporte y la reducción de la huella de carbono, suponiendo que todo el lodo deshidratado producido en la EDAR es tratado en la planta de secado solar y transportado a las parcelas agrícolas. Para ello, se va a realizar una simulación con los datos reales obtenidos durante el año 2020 (parcelas, toneladas, distancias, producción, composición del lodo...) comparándose el resultado para las 2 situaciones:

- Situación real: Los datos obtenidos para esta situación son los registrados por la entidad a lo largo de todo el año 2020.
- Situación estimada: Los datos obtenidos en este planteamiento son los propuestos a partir de la reducción de lodo en la planta de secado solar, manteniendo los mismos valores de UFN de lodo a cada acopio y la cantidad de toneladas transportadas por día que en la situación real.
- Planificación alternativa: Esta última situación es una propuesta que consiste en suprimir el uso del camión de 26 toneladas, aunque pueda suponer un incremento del coste en el transporte de lodos a cultivo extensivo.



Figura 4: Construcción de la planta piloto de secado solar.

En la Figura 4 se muestra el proceso de construcción de la planta piloto de secado solar durante los días iniciales. Esta planta se va a instalar al final de la línea de tratamiento de fango junto a la planta de compostaje de la EDAR.

1.4. Objetivos

Los objetivos que se quieren alcanzar con este trabajo es la obtención de resultados teóricos sobre la reducción que se va a conseguir en la cantidad de viajes, combustible y coste al tratar todo el lodo generado en la EDAR Arazuri en la planta de secado solar.

Para ello, inicialmente se ha analizado el registro de viajes realizados durante el 2020 y se ha clasificado la cantidad de lodo distribuido diariamente y por acopio además de los camiones empleados en cada viaje. A partir de ahí se ha calculado la reducción que se va a conseguir teóricamente con la planta de secado solar y se ha distribuido nuevamente el lodo en función de las nuevas cantidades. Por último, a partir de estos resultados, se ha calculado el consumo de combustible, el ahorro económico y la contribución a la huella de carbono.

2. Antecedentes

2.1. Proceso del lodo

El proceso del lodo en la EDAR de Arazuri se divide en 2 líneas: la obtención del lodo de depuradora de las aguas residuales y el tratamiento de este lodo obtenido para su posterior uso.

2.1.1. Obtención del lodo

El lodo que posteriormente va a ser tratado para su reciclaje va a ser obtenido en 3 etapas diferentes de la depuración del agua residual: decantadores primarios, balsas de aireación y decantadores secundarios. En la Figura 5 se representa el proceso de obtención.

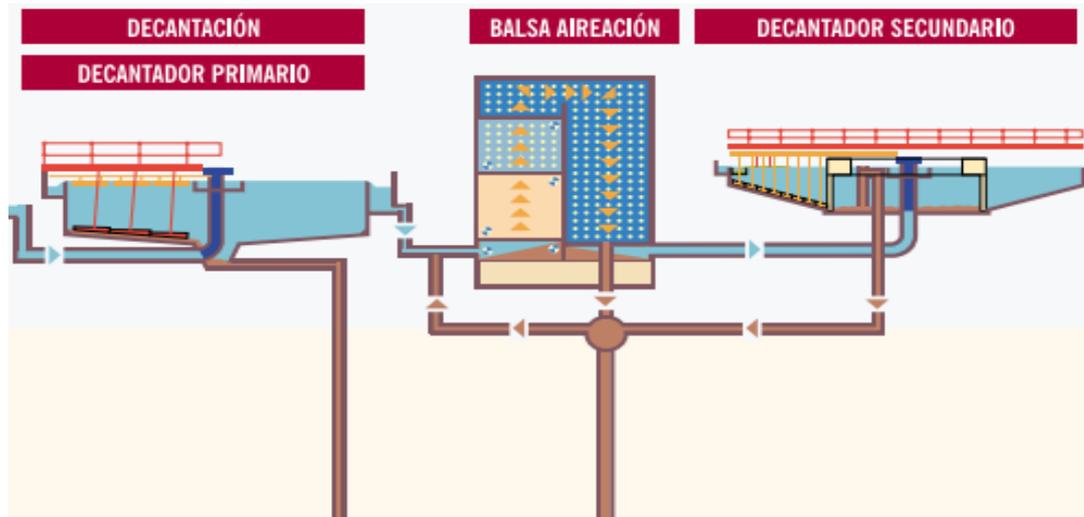


Figura 5: Proceso de obtención del fango. (Saneamiento y depuración de aguas residuales. EDAR Arazuri 2018)

- Decantación primaria

Tras el pretratamiento (rejas gruesas, rejas finas, desarenado y desengrasado) se inicia el tratamiento del agua residual en los decantadores primarios. En este punto del proceso, el agua únicamente tiene materia orgánica. En los decantadores, el agua va a estar estancada por lo que esta materia se va a ir depositando en el fondo del decantador formándose el lodo que posteriormente va a ser reutilizado. Para obtenerlo hay un mecanismo de rasquetas que van a arrastrar el fango hacia la zona central y de esta forma extraerlo. El agua que se encuentra en la parte superior, es un agua más limpia que va a rebasar el canal perimetral y avanza al siguiente punto de tratamiento

- Balsas de aireación

Tras el paso por los decantadores, el agua llega a las balsas de aireación donde va a ser agitada y aireada con el fin de ser oxigenada. En esta etapa se pueden diferenciar dos fases:

- Eliminación de la materia orgánica:

Los microorganismos que han sido introducidos en las aguas degradan la materia orgánica ya que es necesaria para su alimentación y crecimiento. En este proceso hay un gran consumo de oxígeno y una gran producción de agua y dióxido de carbono.

- Eliminación de nitrógeno:

En el área anóxica (ausencia de oxígeno) de la balsa se elimina el nitrógeno del agua. Para ello se llevan a cabo reacciones de nitrificación y desnitrificación, eliminando el nitrógeno disuelto en el agua de forma gaseosa.

- Decantadores secundarios

En esta última etapa, los microorganismos presentes en el proceso de las balsas de aireación han crecido, se han reproducido y se han agrupado formando floculos, precipitándose en el fondo del decantador. Estos decantadores tienen una estructura giratoria que gira lentamente y succionan los floculos del fondo por unos tubos. Estos fangos recogidos reciben el nombre de fango secundario o biológico.

2.1.2. Tratamiento del lodo

El lodo que se obtiene de los procesos anteriores recibe una serie de tratamientos para finalmente ser reutilizado. Este proceso de tratamiento del fango se muestra en la Figura 6.

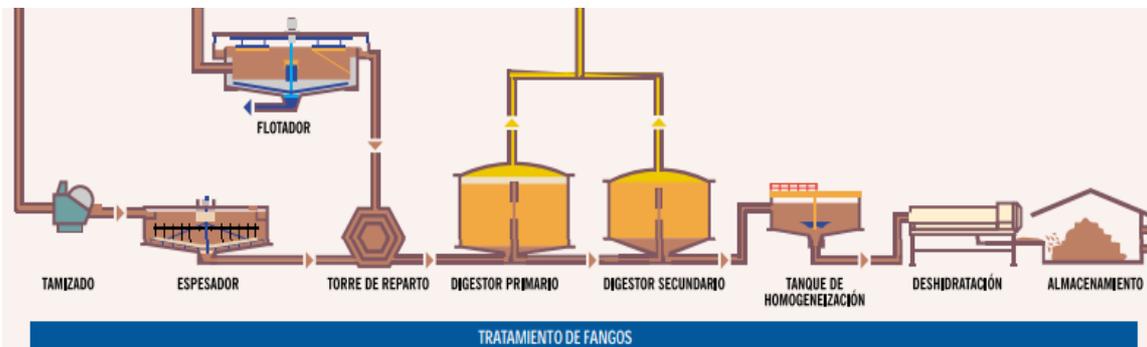


Figura 6: Proceso de tratamiento de fangos. (Saneamiento y depuración de aguas residuales. EDAR Arazuri 2018).

- Espesadores y flotadores

Es el primer tratamiento al que se somete el fango tras su obtención. Consiste en eliminar el agua y reducir su volumen para aumentar el rendimiento en los siguientes procesos de tratamiento. Se puede realizar tanto en los espesadores como en los flotadores.

- Espesadores

Los lodos obtenidos del tratamiento primario son de gran tamaño por lo que se van a decantar con bastante facilidad. Los espesadores por gravedad van a funcionar de forma similar a los decantadores arrastrando el fango depositado hacia la siguiente etapa de tratamiento.

- Flotadores

En los flotadores se van a almacenar y tratar los lodos procedentes del tratamiento secundario. En este caso, el fango va a ser separado del agua con aire. Las burbujas de aire se van a unir a estas pequeñas partículas arrastrándolas hacia la superficie, donde van a ser recogidas para la siguiente etapa.

- Digestores

El objetivo de los procesos en los digestores es conseguir estabilizar los lodos obtenidos en la depuración de las aguas residuales. Este proceso consiste en una fermentación de las bacterias en la que se generan diferentes gases. Estos gases se almacenan y son extraídos por la parte superior para emplearlos posteriormente en la generación de energía térmica y/o eléctrica.

- Deshidratación

Se pueden emplear 2 técnicas: filtración o centrifugación. En este caso se realiza un proceso de centrifugación con 3 máquinas centrifugas. En este proceso únicamente se elimina el agua libre del lodo aumentando el % de materia seca del material. De esta forma se reduce el volumen de los lodos que llegan a esta etapa con un 90% de humedad. Las centrifugas consiste en un tambor que gira sobre su eje horizontal a una elevada velocidad y provocan la deshidratación del lodo.

2.2. Gestión de lodos año 2020

A lo largo del año 2020 en la EDAR-Arazuri se han generado 41743 toneladas de lodo. La media de materia seca del lodo generado ha sido de 18.03% obteniéndose por lo tanto 7530 toneladas de materia seca. La distribución del lodo en 2020 se observa en la Figura 7 donde se ve la cantidad de lodo destinado a cada actividad representado en toneladas.

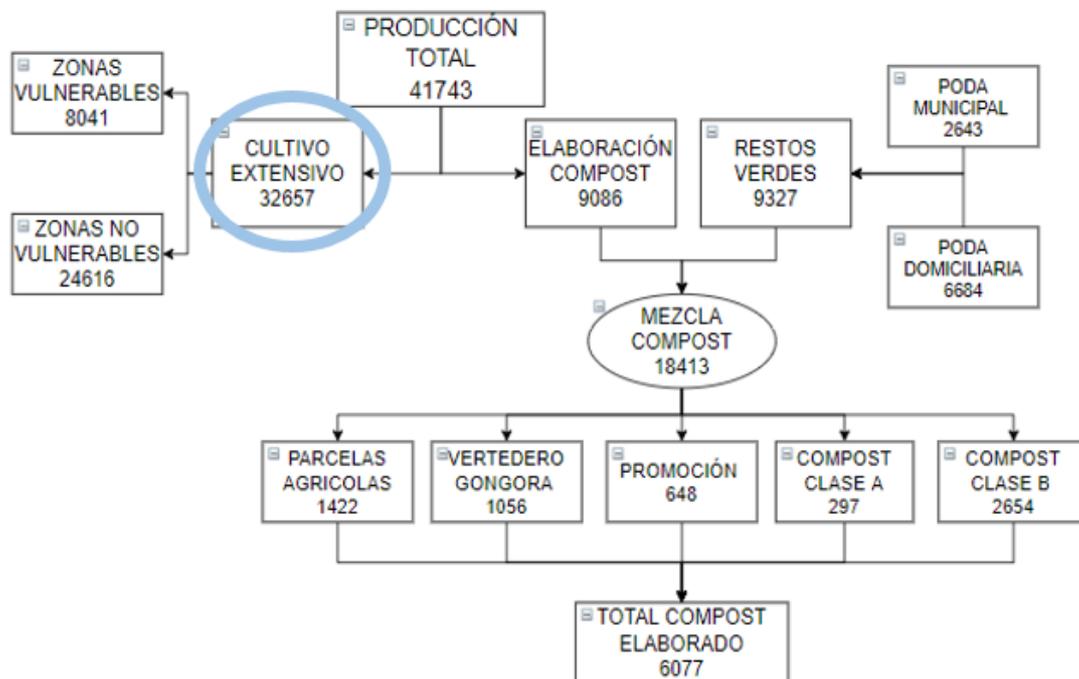


Figura 7: Gestión de lodo de depuradora en 2020. Datos en toneladas.

El lodo deshidratado obtenido tras finalizar todo su proceso en la EDAR, puede ser gestionado mediante aplicación agrícola (80%) o puede ser utilizado para la elaboración de compost (20%). Este compost se elabora mezclando el lodo deshidratado con los restos verdes recepcionados y triturados en la propia EDAR procedentes de la recogida de poda municipal y domiciliaria de la Comarca de Pamplona, así como de las empresas de jardinería y particulares.

Esta recogida es uno de los servicios que ofrece la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona a los habitantes de los municipios pertenecientes a la misma. Durante el año 2020, el destino de los lodos ha sido el siguiente:

- Cultivo extensivo: 32657 toneladas → 78% del lodo total generado en la EDAR.
- Elaboración de compost: 9086 toneladas → 22% del lodo total generado en la EDAR.

La distribución de lodos para ambas aplicaciones no es la misma proporción a lo largo de los meses del año, destinándose a aplicación directa a cultivo extensivo o para la elaboración de compost, dependiendo de la organización de la planta de compostaje. De esta forma se compostara una cantidad u otra de lodo en función de las ventas de compost y de la capacidad de la planta.

En la Tabla 1 que aparece a continuación se indica la cantidad de lodo deshidratado generado por meses y la cantidad destinada a cada aplicación. En la Figura 8 se representa gráficamente esta distribución.

Tabla 1: Distribución del lodo generado en 2020. (Gestión de lodos de depuradora EDAR-Arazuri. 2020. NILSA)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Cultivo Extensivo (Tn)	3222	2651	3109	2637	2950	3167	3110	2808	2474	2458	1969	2102	32657
Compost (Tn)	360	240	632	876	720	600	480	600	840	960	1191	1587	9086
Totales (Tn)	3582	2891	3741	3513	3670	3767	3590	3408	3314	3418	3160	3689	41743

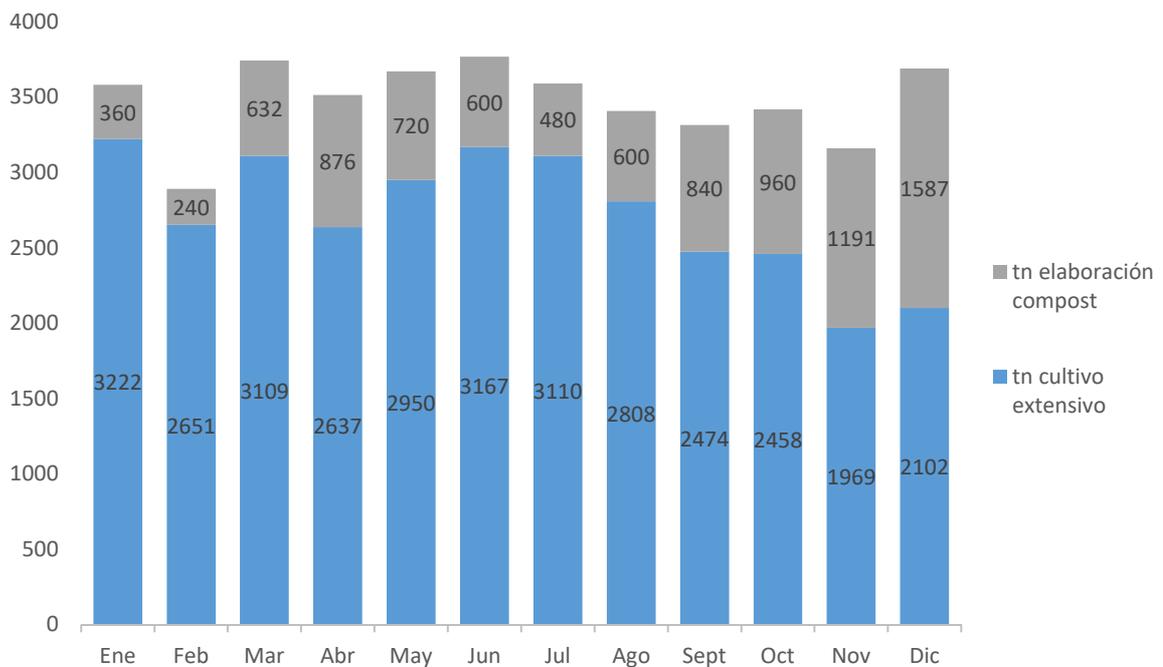


Figura 8: Distribución del lodo generado en 2020.

2.2.1. Aplicación en agricultura

El lodo producido en la EDAR Arazuri se gestiona en parcelas agrícolas de la zona media de Navarra, situadas en un radio aproximado de 40-50 kilómetros con respecto de la EDAR. En esa aplicación del lodo en cultivo extensivo se pueden diferenciar 2 tipos de zonas en función de la cantidad de unidades fertilizantes de nitrógeno (UFN) aportadas al cultivo y que vienen marcadas por la legislación de zonas vulnerables de nitratos existente en la Comunidad de Navarra:

- Zonas Vulnerables (ZV) son zonas que debido a la contaminación de nitratos en las capas subterráneas de agua deben cumplir unas limitaciones en cuanto a aporte de nitrógeno (170 UFN) y, por lo tanto, se aporta una menor cantidad de lodo. Supone aproximadamente el 25% de los acopios o parcelas.
- Zonas no Vulnerables (ZNV), la limitación con respecto al nitrógeno es mayor (250 UFN) y representa el 75% del total de las parcelas.

Estas UFN de nitrógeno en el lodo, vienen marcadas por la Orden Foral 247/2018, de 4 de octubre y Orden Foral 205/2019, de 23 de Julio, que se aplica a las Zonas Vulnerables de Nitratos.

Para calcular las toneladas por hectárea a aportar se han usado los datos de la composición media del lodo analizado en el laboratorio que SCPSA tiene en las instalaciones de la EDAR de Arazuri en el año 2020:

- Materia seca: 18%
- Contenido en nitrógeno: 6,5%
- 1 Tonelada (18% materia seca y 6,5% nitrógeno) → 11,72 UFN

Con estos datos obtenidos se realiza la siguiente distribución en función de ZV o ZNV:

Tabla 2: Distribución Total Zonas Vulnerables frente a Zonas No Vulnerables.

Tipo de zona	Cantidad (Tn)	Proporción	UFN Necesarias	Toneladas/Hectárea
ZV	8041	24,6%	170	14
ZNV	24616	75,4%	250	20-22

En la Tabla 3 se puede ver la cantidad de lodo destinado a acopios de ZV y de ZNV además de la proporción dentro del total de lodo que se genera durante cada uno de los meses del 2020.

Tabla 3: Distribución mensual de tipo de acopios: Zonas Vulnerables frente a Zonas No Vulnerables.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
ZV (Tn)	245	1196	738	72	0	0	395	2352	1899	977	116	51	8041
ZNV (Tn)	2976	1455	2371	2565	2950	3167	2715	456	575	1481	1853	2051	24616
ZV (%)	7,61	45,11	23,73	2,75	0,00	0,00	12,70	83,76	76,76	39,76	5,90	2,40	24,62
ZNV (%)	92,39	54,89	76,27	97,25	100,00	100,00	87,30	16,24	23,24	60,24	94,10	97,60	75,38

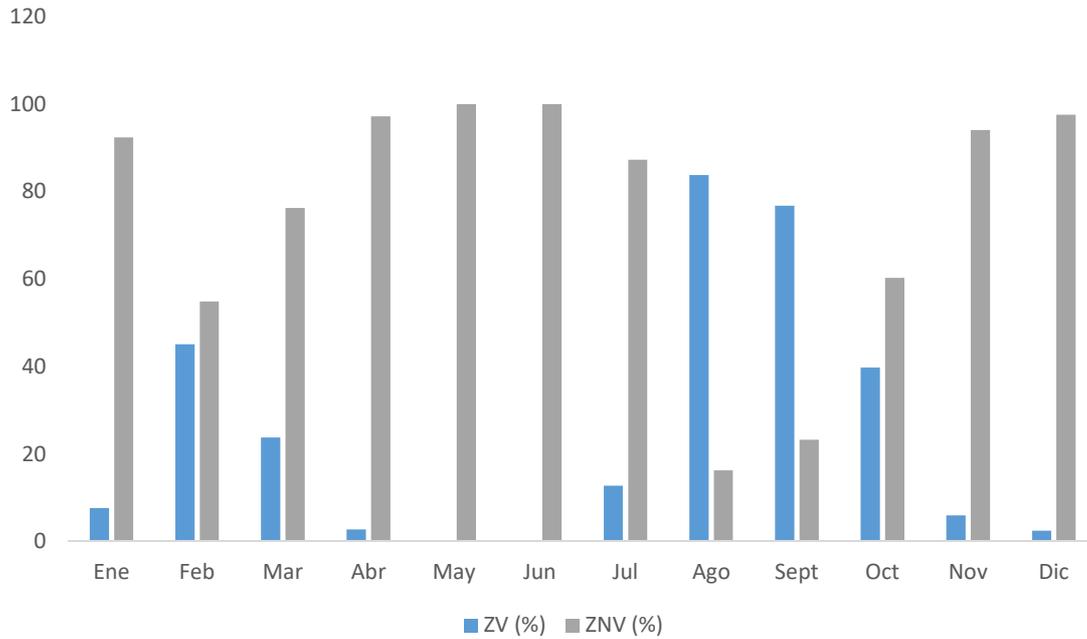


Figura 9: Distribución mensual de tipo de acopios: Zonas Vulnerables frente a Zonas No Vulnerables.

Con la puesta en marcha de la planta de secado solar de lodos se aumenta el % de materia seca en el lodo reduciéndose el volumen del mismo. Esto va a provocar que ambas zonas (vulnerables y no vulnerables) requieran una menor cantidad de lodo por hectárea de terreno para aportar las UFN establecidas y necesarias para el desarrollo del cultivo. Anteriormente, se han calculado las toneladas con los valores medios anuales debido a que su valor es similar durante todo el año. En el caso del lodo obtenido mediante secado solar, el % de materia seca es muy variable a lo largo del año por lo que es necesario calcularlo por meses, aunque el nitrógeno tenga un valor muy similar a lo largo de todo el año (6,5%). Los resultados obtenidos quedan expresados en la Tabla 4.

Tabla 4: Cantidad de lodo para ZV y ZNV mensualmente en función de % de materia seca.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
% ms Secado Solar	30	30	40	40	50	50	50	50	40	40	30	30
Z. NO Vulnerable	12,8	12,8	9,6	9,6	7,6	7,6	7,6	7,6	9,6	9,6	12,8	12,8
Z.Vulnerable	8,7	8,7	6,5	6,5	5,2	5,2	5,2	5,2	6,5	6,5	8,7	8,7

2.2.2. Elaboración de compost

Este último año se ha producido un total de 6077 toneladas de compost. El compost comercializado como Clase A y Clase B han sido 2951 toneladas. Además, también se han empleado 648 toneladas para la restauración y mejora de parcelas en las que se ha realizado obras para la puesta en marcha de algún servicio ofrecido por la Mancomunidad. A su vez, en el vertedero de Góngora se han empleado 1056 toneladas para realizar el sellado de las celdas y 1422 toneladas han sido dirigidas a parcelas agrícolas pobres en materia orgánica.

Tabla 5: Distribución de compost elaborado en la EDAR. (Gestión de lodos de depuradora EDAR-Arazuri. 2020. NILSA)

Destino	Cantidad (Tn)
Compost Clase A	297
Compost Clase B	2654
Promoción	648
Parcelas agrícolas pobres	1422
Vertedero Góngora	1056
TOTAL	6077

2.3. Planta de compostaje Arazuri

La planta de compostaje de lodos se encuentra situada en el interior de las instalaciones de la EDAR de Arazuri. La EDAR tiene una producción anual de lodos aproximada de 40000 toneladas/año y desde el 2017 tiene una clara tendencia ascendente en el crecimiento de producción. El 20% de esta producción total (en el año 2020 fueron las 9000 toneladas, el 22% de la producción) va a destinarse a compostar en esta instalación.

Esta planta tiene una capacidad de tratamiento teórico de 11800 toneladas de lodo deshidratado al año. Su fin es solucionar el problema del desfase existente entre la continua producción de lodos en el tratamiento de las aguas residuales y su empleo en tareas agrícolas en determinados periodos en los que el acceso al campo para su aplicación es complicado. Estas épocas son las temporadas de lluvias copiosas, nieve, periodos en los que por normativa no se puede aplicar lodos en las parcelas agrícolas.

Esta infraestructura contribuye a garantizar y complementar el reciclaje de lodos de la EDAR, de acuerdo con los planteamientos del Plan Nacional de Residuos 2008-2015 y el Plan Integrado de Gestión de residuos de Navarra 2010-2020.

2.3.1. Descripción del proceso

El compostaje consiste en el tratamiento controlado de la materia orgánica biodegradable en unas condiciones aerobias y termófilas. Está basado en una actividad microbiológica compleja generando un producto estable. Este producto final puede ser almacenado sin ningún inconveniente ya que tras el tratamiento queda higienizado.

El proceso de compostaje se divide en 2 etapas: descomposición y maduración. En este caso en particular, el compostaje de lodos procedentes de la depuración de las aguas residuales, la etapa de maduración ocurre al final del proceso y su duración estimada es de 2-3 meses.

El producto final tiene un menor índice de materia orgánica. Es un material estable e higienizado debido a que, en diferentes etapas de su proceso, se alcanzan temperaturas elevadas consiguiendo hasta un 60% de materia seca además de la higienización del producto.

Para la elaboración de compost, el lodo deshidratado debe ser mezclado con un material estructurante, restos verdes recogidos en la Comarca de Pamplona procedentes de la poda municipal o domiciliaria. La relación entre la cantidad de lodo y el material estructurante, en la planta de compostaje de Arazuri es de 1:5.

Parte del material estructurante empleado en el proceso, puede ser reutilizado en un gran porcentaje incorporándose de nuevo al ciclo. Esto supone que no se requiere una cantidad elevada de restos verdes (en el año 2020 se recogieron 9300 toneladas).

En la planta de compostaje de lodo se diferencian las siguientes operaciones:

- Recepción de materia prima (restos verdes triturados y lodo)
- Mezcla entre material estructurante y lodo
- Llenado de los túneles de secado
- Etapa de descomposición en los túneles.
- Vaciado/cribado de los túneles
- Recuperación del material estructurante de la mezcla e incorporación en el nuevo túnel
- Obtención del precompost y transporte a la nave de maduración
- Maduración del compost
- Almacenamiento y venta del compost

Toda la actividad de movimiento del material que se realizada en la planta se lleva a cabo con una pala cargadora y/o camión basculante: Vaciado y llenado del túnel, y transporte del producto para su maduración y almacenamiento. En la Figura 10 se representa el proceso.

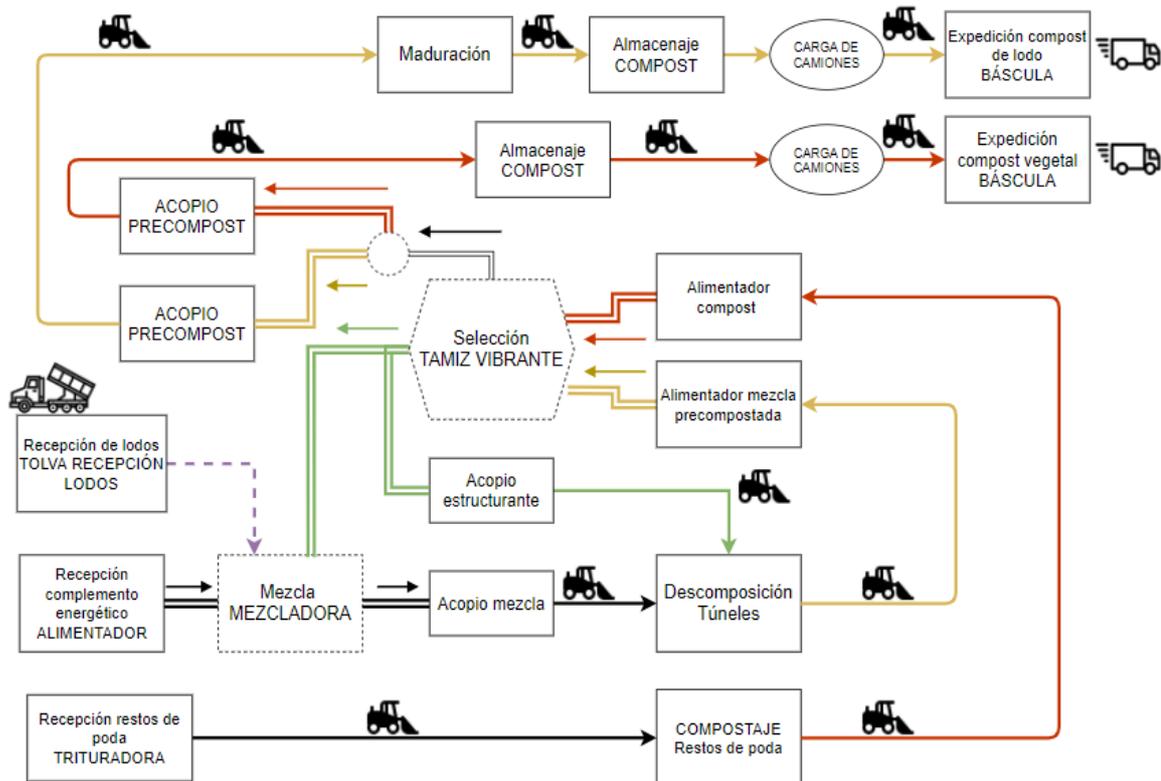


Figura 10: Proceso y etapas del lodo en la planta de compostaje.

- Línea continua: Trabajo realizado por la pala cargadora.
- Línea doble: Cintas transportadoras que transportan el lodo y poda a los diferentes puntos de trabajo de la planta de compostaje.
- Flecha discontinua: Conjunto de sinfines para transportar el lodo.

2.3.2. Planta de Compostaje

La zona de elaboración del compost se divide en 2 partes: la nave nueva reconstruida y la zona de cribado en la nave antigua. A su vez, dentro de la nave se diferencian varias zonas en función de la actividad que se realiza:

- Sistema de túneles. Etapa de descomposición

Está compuesto por 5 túneles que son empleados para la primera etapa del proceso. Tienen una capacidad útil de 567 m³, equivalente a tratar 113 toneladas de lodo. Esta etapa tiene una duración de 2 semanas. Utilizan aire limpio o también llamado aire fresco que llega a través de una solera e impulsado con moto-ventiladores por unas tuberías subterráneas. Además, están diseñados para la recirculación de parte de aire durante el proceso.



Figura 11: Sistema de túneles en planta de compostaje. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)

- Etapa de maduración y almacenamiento

Una vez terminada la etapa en los túneles, el precompost obtenido no está lo suficientemente maduro, obteniéndose un producto más seco y estabilizado que el inicial. Debido a esto es necesario un periodo de maduración y almacenamiento durante aproximadamente 12-15 semanas. Para ello se transporta hasta otra zona independiente de la nave donde se sigue aportando aire al material a través de una solera ventilada y moto-ventiladores centrífugos.



Figura 12: Zona de maduración y almacenamiento. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)

Esta ventilación se consigue de manera similar a la de los túneles. El aire llega a través de unas tuberías subterráneas que lo introducen del exterior. Las tuberías cuentan con unos difusores lo suficientemente pequeños para que el aire pueda entrar de la parte inferior de la meseta sin que sean obstruidos por las partículas más pequeñas del material. De esta forma se consigue crear una corriente de aire de abajo a arriba que va a completar el proceso de maduración del compost.

- Tratamiento mecánico

El sistema de tratamiento mecánico incluye tanto el circuito de bandas transportadoras, mezcladora y filtro de mangas como el tamiz vibrante colocado en la nave contigua y unida a la nave mediante cintas transportadoras.



Figura 13: Sistema de cintas transportadoras y sinfines para tratamiento mecánico. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)

- Tratamiento de aire
 - Aire de alta carga

El aire fresco empleado en los túneles se convierte en aire contaminado o también denominado aire exhausto. Tiene una concentración media de NH_3 , por lo que requiere de un proceso previo al tratamiento del resto de aire antes de expulsarlo. El tratamiento del aire de alta carga consiste en lavar el aire con H_2SO_4 en el interior de un depósito llamado Scrubber. El aire exhausto entra en el depósito por la parte inferior y sube enfrentándose a una ducha de agua con ácido sulfúrico. Este ácido que se utiliza para la limpieza del aire, se recircula hasta que no cumpla los parámetros de pH y conductividad y ya no sea apto para su uso. En ese momento se vierte en un depósito en el exterior de la nave y se trata como lixiviado de la planta ya que las características del mismo lo permiten y no va a afectar al funcionamiento de la EDAR.



Figura 14: Deposito ácido sulfúrico. Deposito Scrubber. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)

- Aire de baja carga

Tras el tratamiento del aire exhausto en el Scrubber, se junta con el aire procedente del resto de partes de la instalación en el depósito Plenum. Conjuntamente este aire entra a unas galerías donde es tratado con agua en un depósito humidificador para conseguir una elevada humedad (superior al 90%) antes de ser expulsado a los biofiltros para completar el proceso de desodorización. El agua empleada en el humidificador puede ser extraída de la red o procedente de aguas pluviales que se vierten en los biofiltros y se canalizan hasta el depósito. Va a recircular tantas veces como sea posible su uso mientras cumpla las condiciones de nivel de pH y de conductividad como en el Scrubber.



Figura 15: Galerías de humidificación de aire. Biofiltros. (Planta de compostaje de lodos de Arazuri. RETEMA)

- Tratamiento de polvo

Para el control del polvo producido por la manipulación del producto hay instalado un sistema de captación y conducción del polvo. La captación se realiza con una campana regulable. Este polvo recogido es descargado de nuevo en el proceso de elaboración de compost añadiéndolo a la mezcla inicial entre el lodo deshidratado y los restos verdes.

Sistema de control

El sistema de control se lleva a cabo sobre PLC Siemens. Además, se opera desde un SCADA, lo que permite trabajar desde la sala de control de la nave. También está conectado a la red de comunicaciones general de la EDAR por lo que es posible la supervisión del funcionamiento desde el edificio general. Las funciones del sistema de control son las siguientes:

- Sistema de ventilación y tratamiento del aire
- Proceso en el interior de los túneles
- Proceso en la nave de maduración y almacenamiento
- Maquinaria y equipos del tratamiento mecánico
- Otros equipos del proceso

2.3.3. Tipos de compost comercializado

A lo largo del 2020 se han comercializado 2951 toneladas de compost entre Clase A, B y C. Además, se han destinado 648 toneladas (18%) a aplicaciones en instalaciones propias de MCP-SCPSA.

Para entender la diferencia entre las 3 clases de compost comercializado en la EDAR, se van a analizar los siguientes parámetros: Materia seca, materia orgánica y relación Carbono-Nitrógeno y contenido en metales pesados. Estos valores son diferentes entre una clase y otra debido a la diferente proporción de materia prima empleada para su elaboración.

- Materia seca: Aumenta con respecto al inicial debido a las altas temperaturas que se consiguen en el proceso de elaboración. Esto provoca una reducción de la humedad del producto llegando casi a anular la actividad biológica.
- Materia orgánica: Al contrario que en la materia seca, este indicador va a disminuir al finalizar el proceso.
- Relación C/N: Es la relación entre el carbono y el nitrógeno en el producto final.
- Metales pesados: Son aquellos elementos químicos perjudiciales para la salud de las personas. La concentración de estos metales también determina la clase de compost que se va a comercializar. Los analizados en la elaboración de compost (regulados en la normativa de fertilizante) son los siguientes:
 - Cadmio (Cd)
 - Cobre (Cu)
 - Níquel (Ni)
 - Plomo (Pb)
 - Cinc (Zn)
 - Mercurio (Hg)
 - Cromo (Cr)

Las 3 clases cumplen con los límites establecidos en la normativa del compost Real Decreto 824/2005 con respecto a la cantidad de metales pesados en su composición. Además, cada una de las clases cuenta con un número de registro del MAPAMA, que es el que permite la comercialización del producto.

- Compost Arazuri Vegetal (Clase A)

Este tipo de compost se realiza con 95-99,9% de restos verdes y apenas un 0.1-5% de la silvicultura. Las características medias del compost Clase A, producido durante el 2020:

Tabla 6: Características del Compost Clase A.

Materia Seca (%)	71.93
Materia orgánica (%)	51.01
Relación C/N	13.30
Nº Registro	F0002158/2024

- Compost Arazuri (Clase B)

La materia prima empleada para la elaboración de este compost es 20% procedente de lodos procedentes de la depuración de las aguas, 65-70% restos verdes obtenidos de la recogida de poda y el 8-10% procede de la silvicultura. Las características medias del compost Clase B producido durante el 2020:

Tabla 7: Características del Compost Clase B.

Materia Seca (%)	62.17
Materia orgánica (%)	51.66
Relación C/N	11.46
Nº Registro	F0004272/2029

- Compost Arazuri Agrícola (Clase C)

Este último tipo de compost se comercializa únicamente en agricultura. Se trata de un producto con una cantidad superior de metales pesados que el de Clase B. Las características medias del compost Clase C, producido durante el 2020:

Tabla 8: Características del Compost Clase C.

Materia Seca (%)	68.11
Materia orgánica (%)	59.11
Relación C/N	11.68
Nº Registro	F0004273/2029

2.4. Proyecto construcción planta de secado solar de lodos.

2.4.1. Descripción general del proyecto

La planta de secado solar es una estructura de cristal de una sola cámara que se va a emplear para el secado de los lodos obtenidos de la depuración de las aguas residuales. Es una única nave con un fin experimental en la que solo se va a tratar el 5% del lodo producido. Si los resultados son satisfactorios se ampliará el proceso de secado con la construcción de más plantas para el tratamiento de la totalidad del lodo producido en la EDAR.

La estructura de la instalación es de acero galvanizado y la cubierta es de cristal transparente, resistente a los rayos ultravioleta y con gran capacidad de transmisión de calor. También cuenta con una compuerta de ventilación abatible para el control de la ventilación. Esta ventilación se consigue al producirse intercambio de aire con el exterior. La compuerta va a ser controlada mediante un accionamiento eléctrico y motorizado. En el lado opuesto de la planta hay instalados un conjunto de ventiladores para producir el intercambio con el aire exterior. Además, también se dispone de unos ventiladores adicionales de recirculación ubicados en el techo de la nave.

Para conseguir optimizar el proceso, todos estos elementos van a ser controlados en función de las condiciones climáticas y de la composición del lodo que se va a tratar. Esta optimización va a depender de varios parámetros como pueden ser la velocidad, temperatura y humedad del aire (entrada y salida de la planta), radiación solar, temperatura y humedad del lodo etc.

El secado del lodo se complementa con un dispositivo que va a voltear y a mezclar el lodo. De esta forma se consigue un proceso con un elevado rendimiento, uniformidad y sin producción de malos olores. Este dispositivo es un robot fabricado con acero inoxidable y plástico reforzado con fibra. Para su función de volteo se emplean sensores ultrasónicos que lo dirigen por el recorrido establecido en el interior de la cámara de secado. La frecuencia del volteo del lodo va a ser determinada en función de los parámetros mencionados anteriormente teniendo como objetivo conseguir el máximo rendimiento en el secado, sin producir malos olores y optimizando el consumo de energía en la instalación.

2.4.2. Procesos en el secado solar

En este proceso de secado solar del lodo deshidratado se pueden diferenciar 3 etapas:

- Introducción del lodo en la cámara de secado

El proceso de secado del lodo se inicia introduciendo el lodo deshidratado en la cámara de secado. Este lodo debe estar libre de objetos extraños. Se introduce en la cámara mediante una pala cargadora y se distribuye por toda la superficie para no superar la altura libre de la cámara.

La altura va a calcularse en función de las características del lodo a tratar y de las condiciones meteorológicas durante el proceso. Esta altura no va a afectar en el rendimiento del proceso, pero sí que afecta a la duración. Cuanto mayor sea la altura, más tiempo es necesario para el secado. La altura máxima que se establece es de 30 cm.

El lodo debe estar distribuido de forma homogénea y sin formar compactaciones ya que se pueden provocar daños en el robot volteador. Es el propio robot, el encargado de corregir cualquier pequeña irregularidad de esta durante el proceso de volteo.

- Secado del lodo

Antes de realizar el proceso de secado, hay que conectar el robot volteador y comprobar que no hay objetos indeseados en la planta que puedan dañar el dispositivo. Tras comprobar que esta todo correcto en el interior, se cierran las puertas y portones de forma que la cámara de secado quede totalmente cerrada y preparada para iniciar la etapa.

- Obtención del lodo en la cámara de secado

Una vez finalizado el proceso de secado hay que sacarlo de la planta. Previamente hay que ventilar la cámara durante al menos 5 minutos. De esta forma se asegura una atmosfera sin gases tóxicos ni grandes concentraciones de polvo producido por el volteo del lodo. También hay que percatarse de no provocar daños en el robot volteador por lo que este debe estar colocado en una posición donde no interrumpa el proceso de vaciado. Una vez finalizada la ventilación se saca el lodo con una pala cargadora.

2.4.3. Equipos e instalaciones

A continuación, se va a realizar una breve explicación de los principales equipos que se van a emplear para la instalación de la planta piloto de secado solar de lodos:

- Edificio

Es una instalación similar a la de un invernadero. Consta de una estructura de acero galvanizado y una cubierta de cristal. Tiene 1 puerta de acceso en las fachadas transversales con una altura de 3.6 m y una anchura de 5 m. La planta tiene unas dimensiones de 80 m de longitud y 12.8 m de anchura, con una altura libre interior de 4 m. Además, se apoya en un muro perimetral de 1 y 2.5 m de altura. Su función es la contención del lodo en el interior y la protección de la estructura. Estas medidas se resumen en la Tabla 9.

La superficie total de la instalación es de 1024 m² contando el espesor de los muros perimetrales. La superficie útil de la instalación es de 996 m².

Tabla 9: Dimensiones de la planta de secado solar. (Proyecto construcción almacén secado solar de lodos. 2020. Proyectos Navarra Ingeniería)

Longitud nave	80 m
Anchura nave	12.8 m
Altura exterior nave	5.35 m
Anchura nave	4 m
Altura puertas fachadas	3.6 m
Anchura puertas fachadas	5 m
Superficie total	1024 m ²
Superficie útil total	996 m ²

- Ventilación

El sistema de ventiladores se utiliza para secar el lodo de la manera más eficiente posible. Para conseguir esta eficiencia es necesario que el lodo este colocado de manera uniforme por toda la superficie, con la misma cota de altura, las mismas propiedades y sin producir sombras en la superficie de secado.

En la planta de secado se van a instalar 3 tipos de ventiladores:

- Ventiladores de extracción: 6 Ud.
- Ventiladores: 12 Ud.
- Ventiladores interiores: 4 Ud.

- Sistema de control

El sistema de control del proceso se va a instalar de manera centralizada en una caseta de control. La idea es que, si en un futuro se amplía la instalación y se desea trabajar con más de una planta de secado en la EDAR, todo se controle desde dicha caseta ya instalada y acondicionada. Este sistema capta las diferentes variables atmosféricas como la temperatura interior y exterior, humedad relativa interior y exterior, radiación solar, velocidad del viento, lluvia etc. El software de control trabaja con los datos obtenidos y hace funcionar los elementos de la instalación (robot volteador, sistemas de ventilación) de forma automática.

2.4.4. Características de los lodos tratados

El lodo deshidratado obtenido al final de su tratamiento en la EDAR y previo al secado solar contiene aproximadamente un 18-20% de materia seca. Sus características se muestran en la Tabla 10 diferenciando los datos por meses.

Tabla 10: Características del lodo generado en la EDAR. (Gestión de lodos de depuradora EDAR-Arazuri. 2020. NILSA)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	MEDIA	TOTAL
Ms (%)	18,93	17,90	17,99	18,39	18,90	17,98	17,59	17,94	17,51	17,62	17,59	17,97	18,02	-
Tn ms	678	517	673	646	694	677	631	611	580	602	556	663	-	7530
M org. (%)	63,88	66,75	68,9	68,55	65,67	66,59	68,13	69,42	70,36	70,56	69,62	68,79	68,07	-
N (%)	6,21	6,5	6,59	6,47	6,07	6,38	6,77	6,37	6,68	6,58	6,67	6,7	6,50	-

El secado solar es una forma de optimizar la gestión del lodo aumentando el porcentaje de materia seca del mismo. Con el proceso de secado solar en la nueva planta se puede obtener alrededor de un 30-50% de materia seca en función de la época del año, consiguiendo mayores % en meses de mayor calor y menor en los de más frío. Las estimaciones calculadas a lo largo de un año para la planta de secado solar son las siguientes:

- Cantidad de lodo a tratar: 2160 toneladas/año
- Materia seca inicial del lodo: 18%
- Cantidad de lodos tratados finales: 956 toneladas
- Materia seca final media del lodo: 40%
- Cantidad de agua eliminada: 1204 toneladas

Tabla 11: Toneladas a tratar en la planta piloto de secado solar. (Proyecto construcción almacén secado solar de lodos. 2020. Proyectos Navarra Ingeniería)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tn planta piloto	106,6	145,4	173,4	195,2	212,0	239,7	263,5	245,9	217,0	145,8	119,7	95,9	2160
% ms secado solar	30	30	40	40	50	50	50	50	40	40	30	30	-
Tn agua planta piloto	42,6	58,2	95,4	107,3	135,7	153,4	168,8	157,4	119,4	80,2	47,9	38,3	1205
Tn lodo planta piloto	64	87,2	78,8	87,8	76,3	86,3	94,8	88,5	97,7	65,6	71,8	57,5	956

Los datos representados en la Tabla 11 son el resultado de la estimación realizada para la planta piloto donde únicamente se va a tratar aproximadamente el 5% del lodo. Para la realización de este estudio se realiza una simulación de todo el lodo producido con el tratamiento en la planta piloto de secado solar. El cálculo de esta estimación se muestra en la Tabla 12 a continuación:

Tabla 12: Toneladas de lodo finales estimadas.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tn total inicio	3222	2651	3109	2637	2950	3167	3110	2808	2474	2458	1969	2102	32657
% ms secado solar	30	30	40	40	50	50	50	50	40	40	30	30	-
Tn agua total	1287	1061	1711	1450	1888	2027	1992	1797	1361	1352	788	839	17554
Tn total final	1934	1590	1413	1186	1062	1140	1119	1010	1114	1106	1181	1260	15116

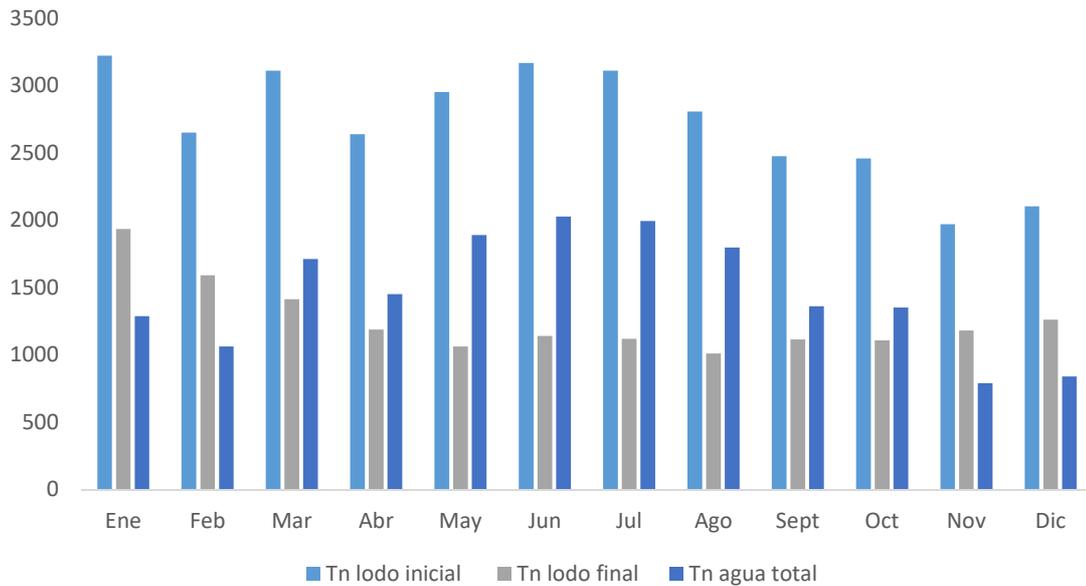


Figura 16: Rendimiento estimado de la planta de secado solar.

La estimación del rendimiento de la planta piloto de secado solar ha sido calculada por Thermosystem, la empresa suministradora tanto de la estructura de la planta como de la tecnología. Se ha calculado en base a un estudio de diferentes parámetros climatológicos en la zona de ubicación (radiación, temperatura, dirección y velocidad del viento etc.).

En la Figura 16 se ve que en ambas estimaciones se puede comprobar cómo al aumentar el porcentaje de materia seca, la cantidad de lodo final es bastante inferior. Además, también se ve notablemente como los meses de verano (mayo-agosto) con temperaturas más elevadas, la cantidad de lodo inicial es bastante similar a otros meses y sin embargo se consigue una mayor reducción en la cantidad de agua y por lo tanto una efectividad mayor.

3. Reducción de viajes de lodo a cultivo extensivo

En España el 65% de los lodos generados en la depuración de las aguas residuales son empleados en agricultura. En el caso de la EDAR el lodo destinado a cultivo extensivo es de aproximadamente el 80%. Dicha aplicación agrícola está regulada por normativa europea y normativa nacional (RD1310/1990) y autonómica.

Para esta gestión se utiliza un sistema de información geográfica (GIS) que facilita la planificación, control y difusión de la información del proceso de aplicación directa de lodos en la agricultura:

- Control de las toneladas de lodo acopiadas a campo. Automatización de la báscula de la EDAR gestionándola desde una aplicación.
- Establecimiento de reglas automáticas que garantizan una correcta aplicación de los lodos.
- Optimización del tiempo de transporte de lodos a las parcelas seleccionadas
- Informes periódicos dirigidos a los distintos agentes implicados (agricultores, extendedores, administración...)

3.1. Áreas de aplicación

La aplicación de los lodos a cultivo extensivo consta de un proceso previo que consiste en el estudio de las características de las parcelas y del acceso a las mismas. Los agricultores solicitan a la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona la aplicación de lodos en sus propiedades. Una vez se cuenta con los datos de las parcelas, se realiza un estudio sobre las características de este cumpliendo los requisitos de la OF, el acceso, la distancia (se busca recorrer el menor número de kilómetros). A partir de este análisis se procede al transporte y reparto si se considera óptimo.

Tabla 13: Distribución de las zonas de reparto en cultivo extensivo en 2020.

Reparto de Zonas	Cantidad (Tn)	%
Miranda de Arga-Falces	9076,92	27,79
Mendigorría-Artajona- Olite	7220,80	22,11
Sangüesa	284,30	0,87
Tierra Estella	657,54	2,01
Valle de Izagaonoda y Valle de Olo Traibuenas	2252,88	6,90
Otros destinos: Olza- Subiza	1390,62	4,26
Valdorba- Lepuzain-Barásoain	4406,40	13,49
Valdizarbe (Obanos- Tirapu...)	7367,72	22,56

En la Tabla 13 se representa la distribución de las toneladas de lodo repartidas por zonas. Las proporciones de lodo destinado a cada zona suelen ser similares todos los años, aunque siempre se produce alguna variación en función de las cantidades de reparto a cada acopio y de las distancias a estos.

3.2. Transporte del lodo

Para el transporte del lodo a los diferentes acopios se emplean los camiones propiedad de la empresa subcontratada y que cuentan con distinto tonelaje. Se dispone de 2 camiones de 12 toneladas y un camión de 16 toneladas. Este último cuenta con la ventaja de disponer de esparcidor de lodo realizando una aplicación directa si las condiciones del acopio lo permiten. Además, existe la posibilidad de utilizar un camión de 26 toneladas contratándolo a una empresa externa. Este camión no es empleado con mucha frecuencia debido a la disponibilidad y a las condiciones de las parcelas de cultivo ya que, debido a su elevado peso, puede compactar mucho el terreno, y su acceso es más complicado debido a sus dimensiones.

El proceso de transportar el lodo se inicia con la carga de este en la EDAR y el pesaje del camión en la báscula, quedando registrado tanto la hora de realización de la pesada como la cantidad de lodo transportada. Una vez realizado el viaje hasta la parcela, a su vuelta a las instalaciones se realiza de nuevo el pesaje del vehículo. Se obtiene así el peso neto del camión, y, por tanto, la cantidad de lodo que ha sido depositada en la parcela. Esta diferencia de tiempos, junto con la distancia recorrida, queda también registrada en base al itinerario del viaje.



Figura 17: Camión con capacidad para 12 toneladas.

En este caso, ambos parámetros, van a ser empleados para estudiar la optimización del transporte del lodo tras completar su proceso en la planta de secado solar. A la hora de realizar la estimación, se va a tomar como dato de distancia y de tiempo real empleado en los viajes a cada acopio, la media de los viajes realizados a cada acopio en el mes. De esta forma, tomando los valores medios, se abarcan los posibles problemas en el transporte de lodo como es el tráfico, averías del vehículo, accidentes, corte de carreteras etc.

3.3. Procedimiento para la reducción de viajes

Inicialmente se clasifican los viajes realizados cada mes. De esta forma se va a conocer la cantidad total de lodo transportado. Una vez conocida esta cifra se trabaja específicamente mes por mes como se ve en las tablas del Anexo I: Datos y tablas de la reducción de viajes.

También es importante diferenciar la cantidad de lodo transportada cada día y el acopio. De este modo, se consigue un escenario prácticamente idéntico a lo realizado este último año 2020 en cuanto a producción de residuo y su transporte.

Una vez identificado el lodo diario destinado a cada acopio se realiza la reducción suponiendo que todo el material es tratado como se ha mencionado previamente en la planta de secado solar. Hay que destacar que la reducción no se va a producir en la misma proporción todos los meses del año, debido a que no se van a dar las mismas condiciones climatológicas por lo que la materia seca del lodo al finalizar el proceso va a ser diferente, dependiendo de la etapa.

Llegados a este punto, es posible gestionar los viajes de los vehículos a los acopios en función de la cantidad de lodo correspondiente cada día. Para conseguir una correcta planificación es necesario alcanzar los siguientes objetivos:

- Optimizar al máximo la capacidad del camión

Al realizar el cálculo de la reducción del lodo, los valores ya no encajan con tanta facilidad como en la situación real. Se debe establecer un método de gestión de tal forma que se asocie cada rango de peso con un camión o combinación de camiones que realicen el servicio de transporte. De esta forma la distribución esta predeterminada por unos criterios y no queda al azar.

Criterios para la optimización del espacio en la organización de viajes:

Cada una de las parcelas necesita recibir una determinada cantidad de lodo en función de las hectáreas y de si se trata de una zona vulnerable o no vulnerable. Para conseguir optimizar al máximo los viajes de los camiones se establecen una serie de criterios o combinaciones de vehículos de tal forma que la capacidad total se ajuste al máximo al rango al que pertenece. Además, se va a intentar obtener el máximo número de rangos de tonelaje lo que implica mayor exactitud. En la Tabla 14 se representa los rangos junto con el método de distribución de los viajes necesarios para transportar esa cantidad de lodo.

Tabla 14: Criterios de reparto de lodo para optimización del proceso de transporte.

Rango de peso (Tn)	Distribución de viajes
0-12	1x12 Tn
12-16	1x16 Tn
16-24	2x12 Tn
24-26	1x26 Tn (**)
26-28	1x12 Tn + 1x16 Tn
28-32	2x16 Tn
32-36	3x12 Tn
36-40	2x12 Tn + 1x16 Tn
40-44	1x12 Tn + 2x16 Tn
44-48	3x16 Tn
	4x12 Tn
48-52	2x26 Tn (**)
	3x12 Tn + 1x16 Tn
52-56	2x12 Tn + 2x16 Tn
56-60	1x12 Tn + 3x16 Tn
	5x12 Tn
60-64	4x16 Tn
	4x12 Tn + 1x16 Tn
64-68	2x12 Tn + 3x16 Tn
64-68	3x12 Tn + 2x16 Tn
68-72	2x12 Tn + 3x16 Tn
68-72	3x12 Tn + 2x16 Tn
72-76	1x12 Tn + 4x16 Tn
	6x12 Tn
76-78	3x26 Tn (**)
78-80	5x16 Tn
	4x12 Tn + 2x16 Tn
80-84	3x12 Tn + 3x16 Tn
	7x12 Tn
84-88	6x12 Tn + 1x16 Tn
88-92	5x12 Tn + 2x16 Tn
92-96	6x16 Tn
	4x12 Tn + 3x16 Tn
	8x12 Tn
96-100	3x12 Tn + 4x16 Tn

- Limitar el número de horas laborables

El otro objetivo que se debe cumplir es no superar el tiempo equivalente a una jornada laboral de 8 horas al realizar la distribución de los viajes. Empleando el tiempo de los viajes realizados durante el año 2020 a los diferentes acopios, se realiza una media para estimar el

tiempo necesario para llegar a cada acopio. Ese tiempo es el que se va a utilizar para calcular el tiempo total de transporte por día.

3.4. Análisis de resultados

Una vez que están planificados todos los meses empleando el mismo método y cumpliendo los objetivos, se analizan los resultados representados en la Tabla 15 y Tabla 16.

Tabla 15: Comparación de los viajes realizados en 2020 frente a los viajes estimados.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Camión 12 Tn	153	124	128	106	120	157	168	99	85	106	79	78	1403
Camión 16 Tn	77	72	70	64	68	69	62	67	70	64	41	39	763
Camión 26 Tn	3	2	18	14	18	4	7	19	13	6	13	21	138
Total REAL	233	198	216	184	206	230	237	185	168	176	133	138	2304
Camión 12 Tn	58	89	61	51	66	80	95	72	64	71	53	41	801
Camión 16 Tn	61	40	41	36	22	27	16	22	31	25	38	46	405
Camión 26 Tn	15	1	7	5	5	1	1	1	2	2	2	3	45
Total ESTIMADO	134	130	109	92	93	108	112	95	97	98	93	90	1251
Reducción	42,5%	34,3%	49,5%	50,0%	54,9%	53,0%	52,7%	48,6%	42,3%	44,3%	30,1%	34,8%	45,7%

Tabla 16: Comparación de los kilómetros realizados en 2020 frente a los estimados.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Camión 12 Tn	10030	7674	8562	8962	8343	9998	10214	4627	6265	8495	6466	6266	95902
Camión 16 Tn	5533	5193	4720	5963	6150	6709	3312	4575	5735	5800	3767	2661	60118
Camión 26 Tn	247	156	1210	1391	1841	422	483	1362	1016	491	1172	1167	10958
Total KM REAL	15810	13023	14492	16316	16334	17129	14009	10564	13016	14786	11405	10094	166978
Camión 12 Tn	4093	6116	4001	4477	5329	6877	5469	4323	4904	6196	4583	3169	59537
Camión 16 Tn	4111	2526	2841	3350	1717	1788	1042	1229	2466	2067	3301	2979	29417
Camión 26 Tn	998	76	502	406	487	49	60	64	156	130	184	291	3403
Total KM ESTIMADO	9202	8718	7344	8233	7533	8714	6571	5616	7526	8393	8068	6439	92357
Reducción	41,8%	33,1%	49,3%	49,5%	53,9%	49,1%	53,1%	46,8%	42,2%	43,2%	29,3%	36,2%	44,7%

La reducción tanto en los viajes como en los kilómetros recorridos, es diferente cada mes. En cambio, analizando el total anual de ambos parámetros, la reducción es bastante similar (45.7% en los viajes frente a 44.7% en los kilómetros).

Respecto a los diferentes vehículos, se va a mantener la proporción de viajes realizado con cada uno de ellos como se observa en la Figura 18. Los camiones de 12 toneladas han realizado algo más del 61% frente a 33% del de 16 toneladas y 6% del de 26 toneladas. Tras la estimación, los primeros abordarían el 64%, el segundo un 32% y por último un 4% correspondiente al de 26 toneladas. No se produce un cambio muy significativo entre las 2 situaciones.

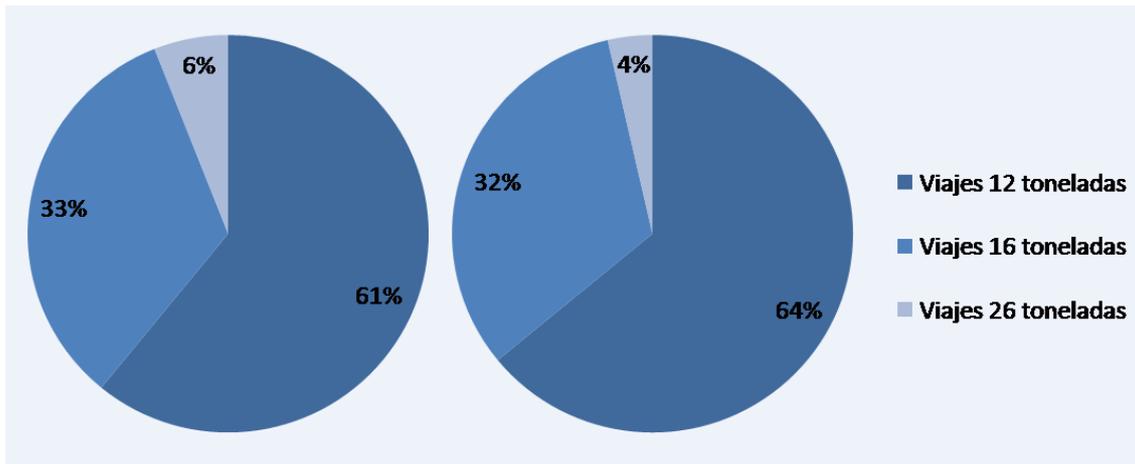


Figura 18: Distribución de viajes: Situación real frente a situación estimada.

Comparando mensualmente los resultados obtenidos se representa la Figura 19, Figura 20 y Figura 21 se puede ver que la reducción de los 2 parámetros estudiados es prácticamente la misma.

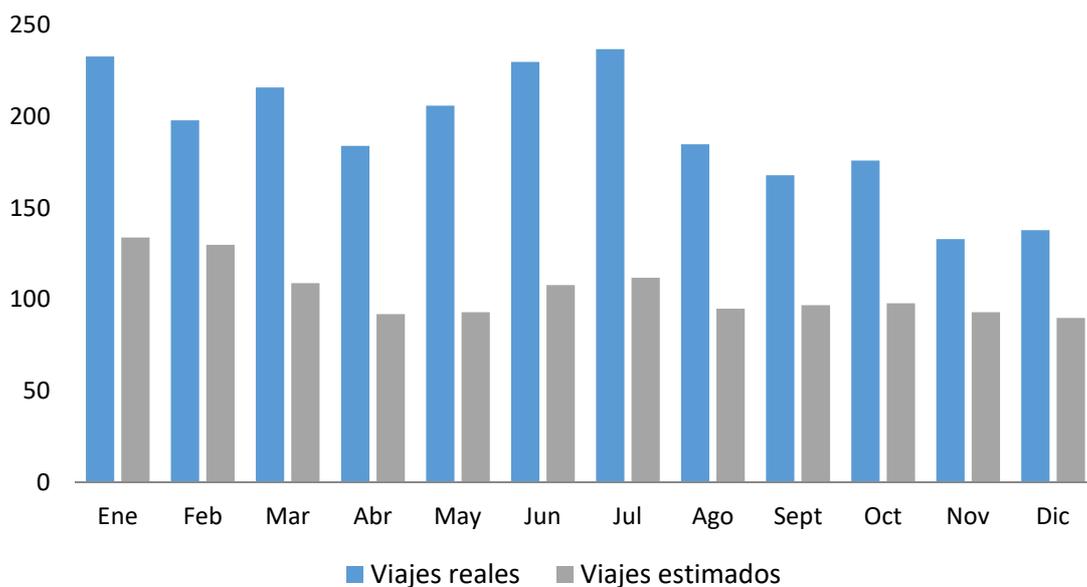


Figura 19: Reducción de viajes a cultivo extensivo.

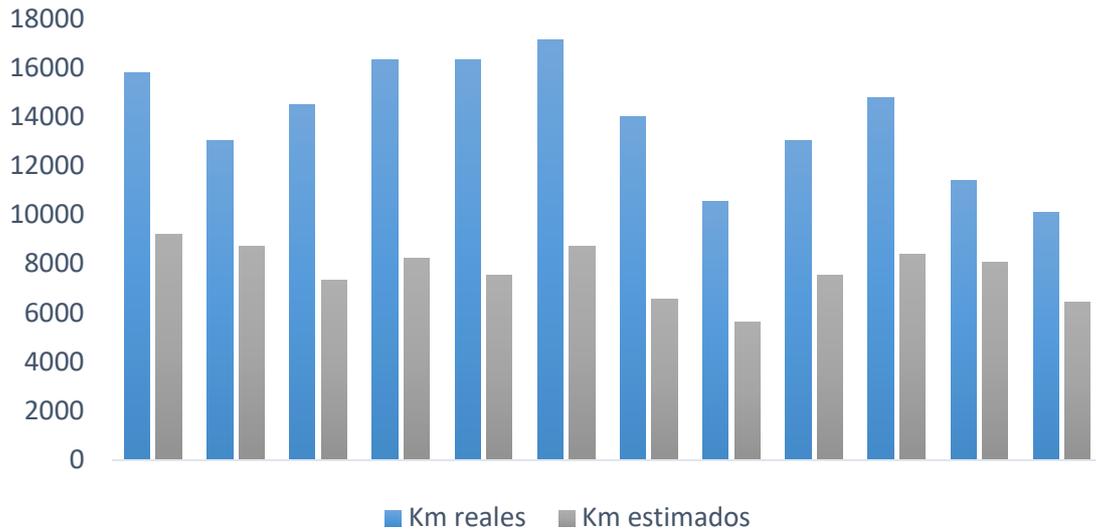


Figura 20: Reducción de kilómetros a cultivo extensivo.

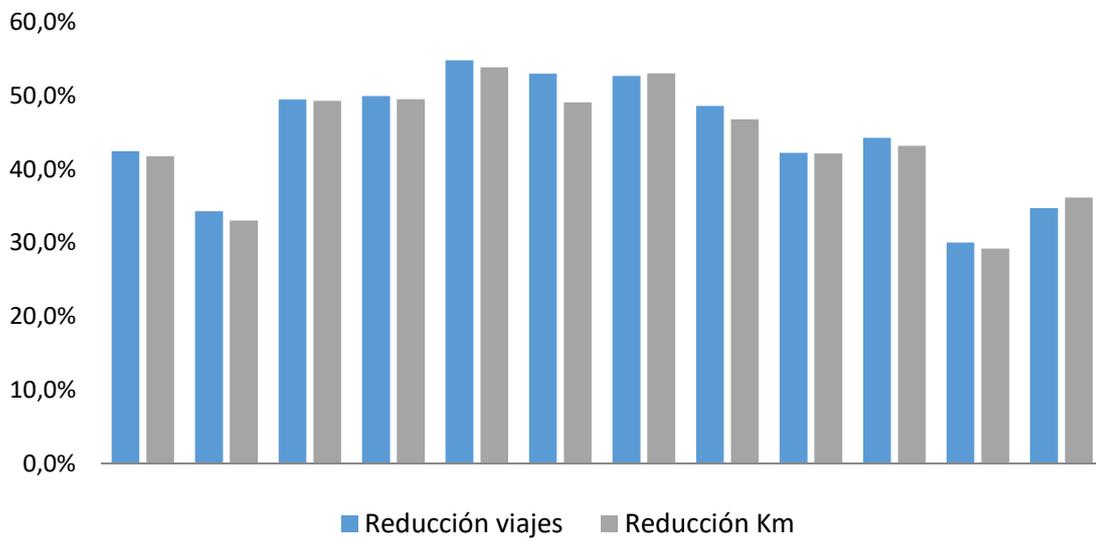


Figura 21: Relación: Reducción de viajes frente a reducción de kilómetros.

Esta reducción es mayor los meses de primavera-verano, cuando la climatología es más favorable y por lo tanto se consigue un mayor rendimiento en la planta de secado solar. Por el contrario, los meses de invierno es donde se consigue una menor reducción. No obstante, en el mes de noviembre se obtiene una reducción de un 30%.

Analizando mes a mes, la disminución tanto de kilómetros como de viajes es prácticamente igual. En la Figura 21 se observa como el único mes que sufre un cambio de tendencia notable con respecto al resto, es el mes de junio. Sucede que, al realizar la estimación, la reducción de los viajes es superior a la de los kilómetros, y es por este motivo la media de distancia por viaje sufre una variación mayor entre la situación real y la planteada mostrada en la Tabla 17. También ocurre en los meses de febrero, noviembre y diciembre, pero de forma menos visible.

Tabla 17: Relación de media de kilómetros por viaje en situación real frente a situación estimada.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Situación Real	67,9	65,8	67,1	88,7	79,3	74,5	59,1	57,1	77,5	84,0	85,8	73,1
Situación Estimada	68,7	67,1	67,4	89,5	81,0	80,7	58,7	59,1	77,6	85,6	86,8	71,5

Por último, se puede ver en la Tabla 18, que aunque se realiza una reducción significativa del número de viajes, no es un proceso optimizado al máximo. Se ha realizado una comparación entre la capacidad total que se podría transportar en los camiones enviados a cada acopio y el lodo transportado realmente. De esta forma se puede ver el % de espacio vacío en los vehículos.

Tabla 18: Media del espacio vacío en los camiones.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Espacio vacío	10,23%	11,19%	14,59%	16,97%	20,23%	24,55%	26,03%	19,59%	18,94%	19,42%	9,89%	8,20%	16,65%

En conclusión, casi el 17% del espacio de carga del camión va vacío durante los viajes de transporte de lodo durante el 2020. El servicio de transporte de lodo no queda optimizado al máximo a pesar de la reducción conseguida con el método propuesto.

3.5. Planificación alternativa

La planificación mostrada anteriormente es la manera más óptima de transportar todo el lodo destinado a cultivo extensivo. Sin embargo, se plantea un nuevo escenario que contempla la opción de prescindir del camión de mayor capacidad y realizar la tarea con los 3 camiones restantes. Los viajes con el camión de 26 toneladas pasan de ser 138 a lo largo del 2020 a 45 viajes en el nuevo plan. El objetivo es modificar el plan presentado anteriormente, de tal forma que, aunque se produzca un incremento en el número de viajes, se prescinda completamente de dicho vehículo y se complete el servicio de transporte únicamente con los camiones de los que se dispone en planta.

Inicialmente se identifica la cantidad de viajes que se ha sido asignado en cada rango de pesos. Este paso se muestra en la Tabla 19. De esta forma se puede conocer la cantidad de lodo que se prevé transportar y, en consecuencia, replantear de nuevo el transporte del lodo.

Tabla 19: Viajes realizados con el camión de 26 toneladas.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
24-26 Tn	0	1	3	1	3	1	1	1	0	0	0	2	13
48-52 Tn	12	0	4	4	2	0	0	0	2	2	2	3	29
76-78 Tn	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Para conocer la cantidad de viajes necesarios, se establecen unas nuevas combinaciones de camiones en los rangos de toneladas, Tabla 20, en los que se empleaba anteriormente el camión de 26 toneladas. Es de esperar, que para cubrir las cantidades indicadas va a ser necesario un mayor número de viajes, por lo que, si se decide llevar a cabo este planteamiento, tanto los viajes como los kilómetros recorridos se van a incrementar.

Tabla 20: Distribución de toneladas repartidas con el camión de 26 toneladas.

Rango de toneladas	Viajes 26 Tn	Distribución de viajes	Viajes 12 Tn	Viajes 16 Tn
24-26 Tn	13	1x12 Tn + 1x16 Tn	13	13
48-52 Tn	29	3x12 Tn + 1x16 Tn	87	29
76-78 Tn	3	5x16 Tn	0	15
TOTAL	45	TOTAL	100	57

Esta distribución va a suponer un incremento de más del triple de viajes que en la anterior situación. El lodo transportado en los 45 viajes se va a cubrir con 157 entre el resto de camiones. En la Tabla 21 se comparan las 2 situaciones analizadas.

Tabla 21: Relación situación estimada con la situación de prescindir del camión de 26 toneladas.

	Viajes 12 Tn	Viajes 16 Tn	Viajes 26 Tn	TOTAL
Situación estimada	801	405	45	1251
Planificación alternativa	901	462	0	1363

Con este planteamiento, los camiones de 12 toneladas abarcan el 66,1% de los viajes mientras que el camión esparcidor de 16 toneladas se encarga del 33,9%. De esta forma se consigue un reparto equitativo de los viajes y kilómetros entre los 3 camiones restantes y en propiedad.

4. Reducción económica

Los trabajos auxiliares para el reciclaje de lodo y restos verdes en la EDAR de Arazuri son responsabilidad de una empresa externa (UTE Arazuri) con la que se ha firmado un contrato estableciendo un coste anual en función del trabajo realizado.

4.1. Contrato

Esta empresa contratada va a dividir sus labores en 2 líneas de trabajo:

- Transporte de lodos en parcelas agrícolas de la Comarca de Pamplona y la zona media de Navarra.
- Reciclaje de lodo en planta de compostaje y restos verdes (operaciones de selección y triturado de los restos recogidos en la Comarca de Pamplona), así como la elaboración y comercialización del compost producido.

Los trabajos van a ser dirigidos diariamente desde la Dirección Técnica de SCPSA teniendo en cuenta la cantidad diaria de lodo producido y de restos recogidos. Estas cantidades son muy versátiles dependiendo de la época del año y de diferentes fenómenos que no pueden ser controlados:

- Factores que afectan a la recogida de restos verdes: podas debido a riadas, desbroces de autopistas, podas programadas etc.
- Factores que afectan a la producción de lodo: cantidad de agua tratada en la EDAR, calidad del lodo generado, entradas de lodo externas etc.

Debido a estos factores, es imprescindible contar con una gran flexibilidad de medios que se adapten a las necesidades requeridas por las 2 líneas de trabajo y conseguir realizar las labores programadas. Al contratar una empresa externa para la realización de estos trabajos se consigue cubrir estas necesidades.

4.1.1. Tabla de importes

La facturación en el proceso transporte del lodo se realiza en base a los siguientes parámetros registrados en cada viaje:

- Duración del viaje: Valor tomado a partir de la pesada en la báscula antes de salir a la finca y al regresar a la EDAR.
- Distancia recorrida: Determinada por la aplicación informática GIS, sistema de información geográfica.
- Cantidad de lodo: Registrada antes de salir en la báscula.

Las unidades establecidas para determinar el importe total en la gestión y reparto de lodos son las explicadas en la Tabla 22:

Tabla 22: Unidades empleadas para la facturación del transporte.

Descripción de la unidad de medida
Km*Tn de lodo transportado al campo con camión traccionado, con capacidad máxima de 20m ³ , toldo hidráulico o similar, carga con medios propios y conductor especialista. Camión de 12 toneladas.
Km*Tn de lodo transportado al campo con camión con cabeza tractora traccionada con bañera estanca, toldo hidráulico, con capacidad máxima 25m ³ , carga con medios propios y conductor especialista. Camión de 16 toneladas.
Hora de camión para transporte de lodo al campo con camión traccionado, con capacidad máxima de 20m ³ , toldo hidráulico, carga con medios propios y conductor especialista (incluido los tiempos de carga y descarga del lodo). Camión de 12 toneladas.
Hora de camión para transporte al campo con camión con cabeza tractora traccionada con bañera estanca, toldo hidráulico, con capacidad máxima para 25m ³ , carga con medios propios y conductor especialista (incluidos tiempos de carga y descarga del lodo). Camión de 16 toneladas.
Hora de camión transporte de materiales en planta y exterior, con toldo, capacidad mínima 40m ³ , carga con medios propios y conductor especialista. Camión de 26 toneladas.

4.1.2. Compensación de la huella de carbono

La huella de carbono es el total de las emisiones de efecto invernadero de forma directa o indirecta que se producen al realizar sus diferentes actividades de trabajo. Estas emisiones deben ser neutralizadas invirtiendo económicamente en proyectos que mejoren el medioambiente o el entorno donde se realizan las emisiones.

La cantidad estimada de emisiones en la UTE Arazuri ocasionadas por el transporte de los lodos a campo y su reparto a lo largo de este año, es aproximadamente 225-265 toneladas de CO₂ equivalente y deben ser compensadas por la entidad contratista, en este caso la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Es un valor que sigue la tendencia de años anteriores como se observa en la Tabla 23.

Tabla 23: Toneladas de lodo generado frente a toneladas de CO₂ equivalente (2014-2020).

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Toneladas lodo	31539	33617	33729	33923	40383	41294	41742
Toneladas CO ₂ eq.	244,9	258,84	243,58	210,12	268,77	233,58	243,37

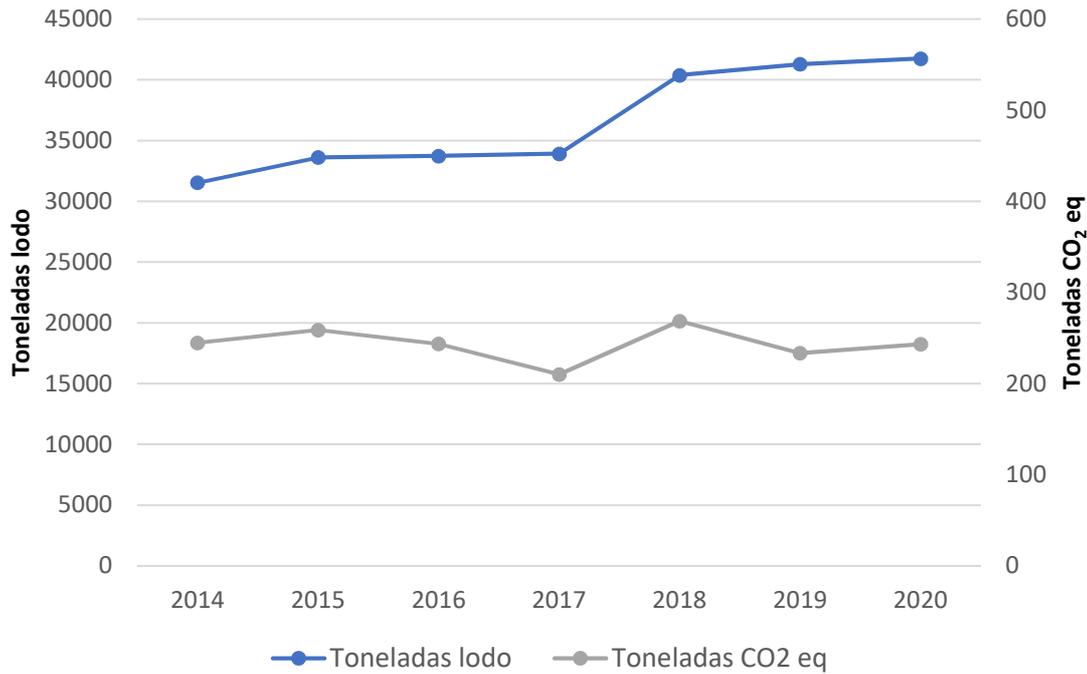


Figura 22: Toneladas de lodo generadas frente a toneladas de CO₂ equivalente (2014-2020).

Los trabajos que repercuten en el cálculo de la huella de carbono son los relacionados con el transporte del lodo y la elaboración y comercialización del compost:

- Reparto de lodo en fincas agrícolas y restauraciones ambientales

Es un trabajo que se va a realizar principalmente en zonas pertenecientes a la Comarca de Pamplona, en un radio aproximado de 45-50 kilómetros de la EDAR. Se reparte una cantidad de lodo uniforme y homogénea aprobado previamente por la Dirección Técnica en las propias instalaciones de la EDAR.

- Transporte de lodo a fincas agrícolas

El transporte de lodo se realiza con camiones traccionados de todo hidráulico y con una capacidad máxima de 12 o 16 toneladas en función del vehículo que se utilice. Además, existe la posibilidad de utilizar un camión de mayor capacidad para pesos de hasta 26 toneladas. Para estos viajes es necesario recibir una autorización debido a que todas las parcelas no están preparadas para vehículos de pesos tan elevados (accesos, tipos de suelo etc.).

- Recepción, selección y triturado de restos verdes

Este trabajo se va a realizar en una zona reservada al tratamiento de los restos verdes recepcionados en Arazuri. Se va a emplear una pala cargadora dirigida por un operario que se va a encargar de organizar la recepción de los restos, la separación de los elementos inadecuados y la alimentación de la máquina trituradora.

- Operación de planta de compostaje de lodos de depuradora

Trabajos que se van a realizar en la planta de compostaje y restos verdes de la EDAR:

- Elaboración de compost
- Atención al público: venta de compost y productos derivados
- Mantenimiento de la planta de compostaje
- Transporte de productos a clientes

4.2. Análisis de resultados

Tanto para la situación real como para la estimación, se calculan las horas de trabajo realizadas con cada uno de los vehículos y el producto tonelada por kilómetro transportado, ya que son las unidades empleadas para determinar el importe del servicio. En la Tabla 24 y Tabla 25 se comparan ambos parámetros en las 2 situaciones y en las Figura 23 y Figura 24 se comparan gráficamente.

En primer lugar, se obtiene el valor anual del producto tonelada por kilómetro. Para calcularlo, hay que diferenciar el total de toneladas transportadas a cada parcela a lo largo de un mes. Es importante esta división debido a que el importe por unidad es distinto para cada uno de los camiones que se emplea. Se puede ver en Anexo II: Datos y tablas de la reducción económica y de consumo de combustible los valores mensuales.

Tabla 24: Km*tonelada: Situación real frente a situación estimada.

	Situación Real	Situación Estimada	Reducción	Reducción
Tn*km (camión 12)	1157615	582403	575212	49,7
Tn*km (camión 16)	1005089	454468	550621	54,8

En cuanto al valor anual de este parámetro, se puede ver que se ha conseguido una reducción de casi la mitad en el caso de los 2 vehículos de capacidad 12 toneladas, mientras que en el camión de 16 toneladas la reducción es del 55%. Esto supone un ahorro económico en la misma línea.

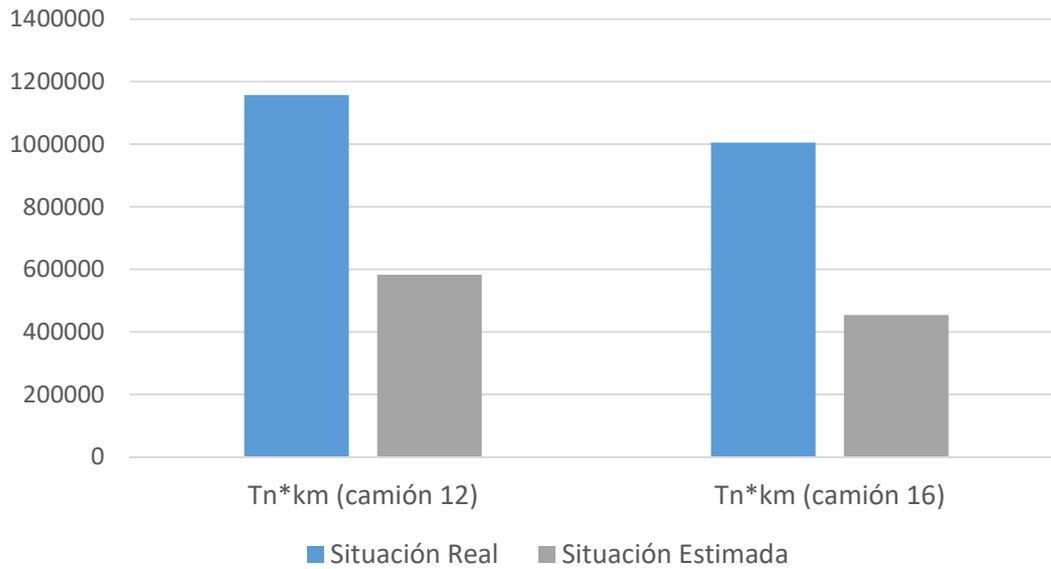


Figura 23: Km*tonelada: Situación real frente a situación estimada.

Este parámetro únicamente se calcula para los camiones en propiedad de la EDAR. Se realiza el mismo procedimiento para calcular las horas empleadas en el transporte del lodo en ambas situaciones. En primer lugar, se calcula por meses, el tiempo que se tarda en llegar hasta las diferentes parcelas. Para ello, se hace una media con los viajes realizados en la situación real durante este año. De esta forma englobas todo tipo de factores que pueden afectar día a día en el transporte del material.

Una vez obtenido ese valor, se calcula el tiempo empleado con cada camión en función del número de viajes realizados a cada parcela. Como sucedía con el parámetro anterior, no es el mismo importe por unidad para todos los vehículos por lo que es importante diferenciarlos.

El valor de las horas empleadas para el transporte en la situación real, es un valor bastante preciso debido a que se ha calculado a partir de la diferencia de tiempo entre las horas de las 2 pesadas: a la salida de las instalaciones con la carga, y al regresar tras descargar el lodo en el acopio correspondiente.

Tabla 25: Horas de uso: Situación real frente a situación estimada.

	Situación Real	Situación Estimada	Reducción	Reducción
Horas camión 12 Tn	2001:05:24	1263:07:15	737:58:09	36,9%
Horas camión 16 Tn	1318:08:14	658:08:04	660:00:10	50,0%
Horas camión 26 Tn	260:55:20	70:28:47	190:26:33	73,1%
TOTAL	3580:08:58	1991:44:06	1588:24:52	44,4%

Se ha conseguido una gran reducción en todos los camiones con respecto al tiempo empleado durante este año. La mayor bajada se ha producido con el camión de 26 toneladas, contratado a una empresa externa, y empleándolo únicamente en situaciones en las que es imprescindible (no se llega a cubrir el servicio con los otros camiones, parcelas en las que se requiere gran cantidad de lodo etc.).

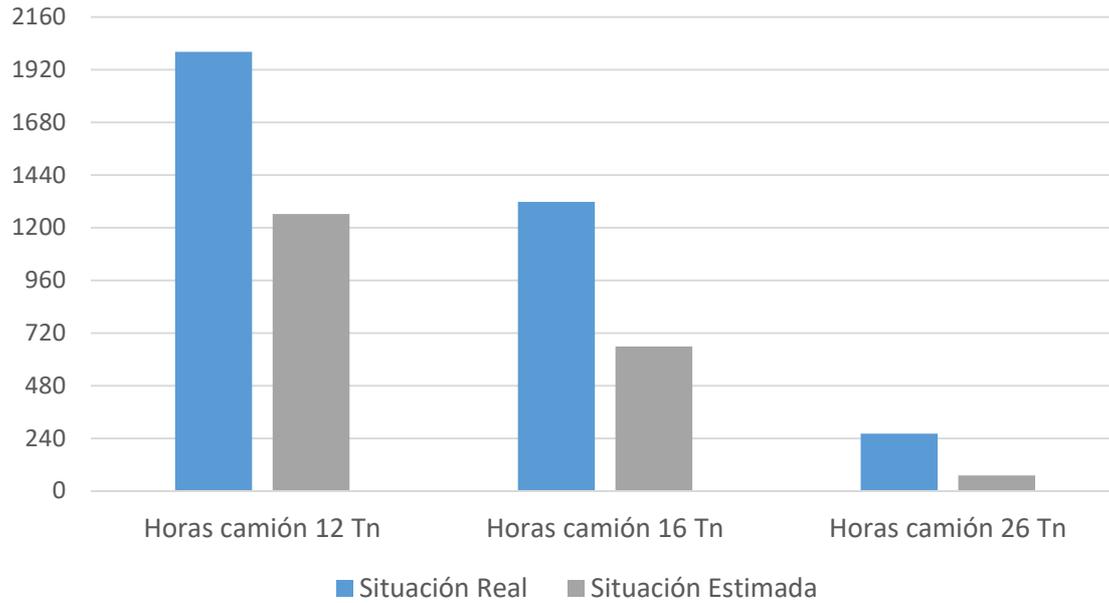


Figura 24: Horas de uso: Situación real frente a situación estimada.

4.3. Presupuesto

En función del plan establecido y de los importes marcados por el contrato acordado, se puede obtener el coste anual con una reducción del 50% con respecto a la situación real expresado en la Tabla 26.

Tabla 26: Reducción de presupuesto en la situación estimada.

Unidad	Cantidad	Reducción
Horas camión 12 Tn	1263:07:15	36,88%
Horas camión 16 Tn	658:08:04	50,08%
Horas camión 26 Tn	70:28:47	72,98%
TOTAL Horas		47,11%
Tn*km (camión 12)	582403	49,69%
Tn*km (camión 16)	454468	54,78%
TOTAL Tn*km		51,97%
TOTAL		49,58%

Finalmente, al calcular el nuevo presupuesto se puede ver la cantidad que se ha facturado por cada camión, en función de las unidades de facturación: horas de trabajo y producto kilometro por tonelada. El 59% del total va destinado a camión de 12 toneladas, el 37% al camión de 16 toneladas y por último un 4% al camión de 26 toneladas. Esta distribución del presupuesto sobre los camiones empleados para el transporte de lodo se representa en la Figura 25.

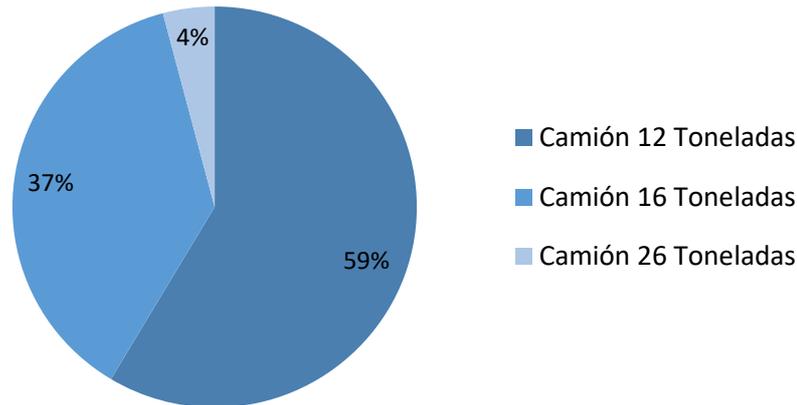


Figura 25: Distribución del presupuesto por camiones.

4.4. Planificación alternativa

Al igual que la reducción de los viajes, se va a plantear la opción de utilizar únicamente los 3 vehículos disponibles en propiedad de la empresa subcontratada. Para ello se anulan los viajes realizados con el camión de 26 toneladas (Tabla 19), realizando el trabajo únicamente con el camión de 16 toneladas y los de 12 toneladas. Esta reestructuración ya se ha realizado en el apartado de Planificación alternativa.

A continuación, se calcula el número de horas correspondiente a cada camión, en función de la nueva distribución de los viajes. De esta forma se va a incrementar el valor de kilometro por tonelada y de horas empleadas en el transporte de lodos.

Una vez realizados los cálculos se lleva a cabo un balance total para ver los resultados económicos que supone realizar esta planificación. En la Tabla 27 se puede ver el incremento en las unidades empleadas para determinar el presupuesto total.

Tabla 27: Incremento de unidades de coste en la planificación alternativa.

Unidad	Cantidad horas
Horas camión 12 toneladas	85:37:18
Horas camión 16 toneladas	56:36:21
Tn*Km (camión 12 Tn)	44573
Tn*Km (camión 16 Tn)	39462

En el nuevo presupuesto se van a añadir el coste de estas unidades adicionales, pero se van a anular las horas de los viajes realizados con el camión de 26 toneladas. De esta forma se obtiene un nuevo presupuesto en la Tabla 28 que se va a comparar con el obtenido en la Tabla 26 para analizar ambas situaciones.

Tabla 28: Relación de presupuestos: Situación estimada frente a planificación alternativa.

Unidad	Cantidad	Reducción
Horas camión 12 Tn	1348:43:33	32,60%
Horas camión 16 Tn	714:42:25	45,77%
TOTAL Horas		47,72%
Tn*km (camión 12)	626976	45,84%
Tn*km (camión 16)	493930	50,86%
TOTAL Tn*km		48,08%
TOTAL		47,90%
TOTAL ESTIMADO		49,58%
Diferencia		1,68%

Finalmente, en el cálculo de este nuevo presupuesto se ve que la reducción obtenida en el coste de las horas es mayor debido a que el balance entre el coste de las horas que se añaden y el que se anulan es positivo. Sin embargo en el producto kilometro por tonelada es negativo ya que únicamente es añadir coste debido a que el camión de 26 toneladas únicamente facturaba por horas de uso.

5. Reducción de combustible

La reducción de los viajes y de las toneladas a cultivo extensivo va a suponer una disminución del combustible. Se va a diferenciar 2 procesos a partir de los que se va a estudiar el consumo de combustible: la gestión de lodos en la EDAR y reparto de lodos a cultivo extensivo. En el primero de los procesos se va a consumir gasóleo clase A en camiones que transportan el lodo a los acopios y gasóleo clase B utilizado por las palas cargadoras para el movimiento del lodo en las instalaciones de la EDAR. Sin embargo, en el reparto de los lodos, únicamente se consume gasóleo clase B.

- Gestión de lodos en la EDAR
 - Gasóleo clase A: 78509 Litros.
 - Gasóleo clase B: 17083 Litros.
- Reparto de lodos a cultivo extensivo
 - Gasóleo clase B: 17961,35 Litros.

El gasóleo clase B es el empleado para las palas cargadoras que se encargan de mover el producto a los diferentes puntos donde se realizan las etapas de tratamiento (eras de secado al aire libre y en la nave antigua, túneles de nave de compostaje, zona de maduración y almacenamiento etc.). Son viajes de poca distancia, pero muy numerosos ya que la pala tiene una capacidad muy inferior a la cantidad de lodo que hay que mover. El gasóleo A es el empleado por los camiones. Estos viajes son menos numerosos, pero de distancias superiores.

Se va a conseguir también una reducción de combustible debido al tratamiento del lodo en la planta de secado solar. Esta disminución se va a conseguir en el gasóleo clase B empleado para el reparto de lodos y en el gasóleo clase A de reparto de lodos. En función de las cantidades nuevas de lodo final tratado en la EDAR y del número de kilómetros recorridos para su reparto, se consiguen los siguientes valores:

- Gestión lodos en la EDAR con Gasóleo B
 - Situación real: 78509 Litros → Situación estimada: 43424,02 Litros
- Reparto de lodos en campo con Gasóleo A
 - Situación real: 17961,36 Litros → Situación estimada: 8313,69 Litros

A partir de este dato obtenido se puede desglosar la cantidad de combustible empleado en cada uno de los vehículos utilizados, así como en las máquinas de reparto del lodo. Estos cálculos se aprecian en la Tabla 29.

Tabla 29: Reducción combustible: situación real frente a situación estimada.

	Situación real (L)	Situación estimada (L)
Camión 12 Tn	45090,79	27992,85
Camión 16 Tn	28266,02	13831,16
Camión 26 Tn	5152,19	1600,01
TOTAL Gasóleo A	78509	43424,02
Máquina de reparto	17961,36	8313,69
TOTAL Gasóleo B	17961,36	8313,69

Se ha conseguido una reducción de 9647,67 litros de gasóleo clase B entre la situación real y la situación estimada en el proceso de reparto de lodos y 35084,98 litros de gasóleo clase A en el transporte de lodos a cultivo. En el caso del gasóleo clase B se trata de algo más del 53% consumido durante el año 2020 y en el gasóleo clase A la reducción es de casi el 45%.

6. Huella de carbono

La mancomunidad de la Comarca de Pamplona posee un certificado de huella de carbono desde el año 2014 en el que se acredita las emisiones generadas de acuerdo a la normativa ISO 14065 (*Gases de efecto invernadero — Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento*. 2013.). En estos momentos la entidad se encuentra en un periodo transitorio con el objetivo de conseguir un balance neutro de emisiones de carbono en su actividad para el año 2030.

6.1. Concepto

La huella de carbono se define como el conjunto total de gases efecto invernadero (GEI) que se han emitido por un individuo, organización, evento o producto de forma directa o indirecta (Gobierno de España. Ministerio para la transición ecológica. 2019. *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*.).

En este caso, se trata de analizar la huella de carbono de una organización, debido a que se trata de los GEI emitidos por la UTE Arazuri en el desarrollo de la actividad de transportar los lodos a cultivo extensivo.

El análisis de la huella de carbono sirve como indicador del impacto ambiental de la entidad durante el desarrollo de las actividades que se van a analizar. Además, se pueden obtener conclusiones acerca del consumo energético y económico de la empresa, sirviendo como análisis previo a una futura actuación para la reducción de consumos energéticos, ahorro económico y reducción del impacto ambiental.

El término CO₂ equivalente es utilizado para expresar la cantidad de emisiones de los GEI. Los gases que se deben tener en cuenta para el cálculo de la huella de carbono son indicados en el Protocolo de Kioto y son catalogados como los más contribuyentes al calentamiento global. Los gases denominados de efecto invernadero son los siguientes:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido de nitrógeno (N₂O)
- Hidrofluorocarbonos (HFCs)
- Perfluorocarbonos (PFCs)
- Hexafluoro de azufre (SF₆)
- Trifluoro de nitrógeno (NF₃)

Este último es incluido en este grupo de gases a partir de la COP 18, conferencia sobre el cambio climático, en Doha a finales de 2012.

6.2. Recopilación de datos de consumo

En la metodología empleada por la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona para el cálculo de los GEI emitidos durante la gestión y reparto de lodos, se considera que los vehículos únicamente emiten CO₂. No es necesario contabilizar las emisiones de GEI distintos del CO₂ en emisiones ligadas al transporte ya que son notablemente inferiores.

Sin embargo, en caso de conocer las cantidades emitidas de estos GEI, se recomienda contabilizar las emisiones finales tras la realización del trabajo. Para obtener este valor final, se calcula en primer lugar la emisión total durante la actividad y posteriormente se multiplica por su factor de emisión correspondiente. De esta forma se obtiene de forma agregada la cantidad total emitida por cada GEI en CO₂ equivalente.

En este caso el cálculo es bastante sencillo porque se reduce únicamente al factor de emisiones del combustible para ambas clases de gasóleo. El valor de estos factores es variable cada año y pueden ser consultados en el Inventario Nacional de Emisiones de España y las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006.

Una vez en funcionamiento la planta piloto de secado solar, es necesario estudiar si existe alguna emisión de gases efecto invernadero. De ante mano se sabe que tanto el consumo de combustible de las palas cargadoras, y la electricidad empleada en la nave, van a afectar al valor total de toneladas de CO₂ equivalente generada en el proceso.

6.3. Análisis de resultados

El valor de toneladas de CO₂ equivalente es proporcional al consumo de combustible. Por este motivo, para la obtención de la huella de carbono se va a realizar el mismo procedimiento que para obtener el consumo de gasóleo. En primer lugar, se van a diferenciar las 2 líneas de trabajo mencionadas anteriormente: gestión de lodos en las instalaciones de la EDAR de Arazuri y reparto de lodos a cultivo extensivo.

- Gestión de lodos en la EDAR
 - Gasóleo clase A: 199,88 Tn CO₂ eq
 - Gasóleo clase B: 43,49 Tn CO₂ eq
- Reparto de lodos a cultivo extensivo
 - Gasóleo clase B: 45,73 Tn CO₂ eq

Como ocurre con el consumo de gasóleo, la clase A es el más contribuyente, 199,88 toneladas CO₂ equivalente, a la huella de carbono. En cuanto reparto de lodos en cultivo extensivo, las emisiones generadas son de 45,73 toneladas de CO₂ equivalente a lo largo de 2020.

Al tratar el lodo en la planta de secado solar se va a conseguir también una reducción de las emisiones de gases efecto invernadero, como consecuencia de la reducción de la cantidad de lodo, reducción de viajes, kilómetros y reducción de combustible.

- Gestión de lodos en la EDAR:
Situación real: 199,88 Tn CO₂ eq → Situación estimada: 110,56 Tn CO₂ eq
- Reparto de lodos en cultivo extensivo:
Situación real: 45,73 Tn CO₂ eq → Situación estimada: 21.19 Tn CO₂ eq

En la Tabla 30 se representa la reducción en cuanto a las emisiones expresadas en toneladas de CO₂ equivalente que es directamente proporcional a la reducción de combustible.

Tabla 30: Reducción toneladas CO₂ equivalente: situación real frente a situación estimada.

	Situación real (Tn CO ₂ eq)	Situación estimada (Tn CO ₂ eq)
Camión 12	114,80	71,27
Camión 16	71,96	35,21
Camión 26	13,12	4,07
TOTAL	199,88	110,56
Máquina de reparto	45,79	21,19
TOTAL	45,79	21,19

Se consigue reducir 98,32 toneladas de CO₂ equivalente en el transporte de lodos a cultivo extensivo y 24,60 toneladas de CO₂ equivalente en el reparto de lodo. Se reduce un total de 122,92 Tn de CO₂ eq entre ambas líneas de trabajo. En el Anexo II: Datos y tablas de la reducción económica y de consumo de combustible se pueden ver los valores mensuales.

7. Resumen

En la Tabla 31 se resumen los datos obtenidos tras la optimización del proceso. Se ha diferenciado entre la situación real obtenida en 2020 y la situación estimada a partir de estos datos. Además, se puede ver también la influencia de cada camión en cada una de las situaciones planteadas. En los Anexos I y II se observan con mayor precisión los valores obtenidos mensualmente.

Tabla 31: Resumen.

Camión	Situación real			Situación estimada		
	12 Tn	16 Tn	26 Tn	12 Tn	16 Tn	26 Tn
Viajes	1403	763	138	801	405	45
Kilómetros	95902	60118	10958	59537	29417	3403
Toneladas	16511	12466	3681	7788	6183	1145
Horas	2001:06	1318:08	260:55	1263:07	658:08	70:29
Tn*Km	1157615	1005089	285456	582403	454468	86986
Litros gasóleo A	45091	28266	5152	27993	13831	1600
Tn CO ₂ eq	114,80	71,96	13,12	71,27	35,21	4,07

8. Conclusiones

Con la instalación de naves para el secado solar de todo el lodo generado en la EDAR, se va a conseguir: una reducción de los viajes de lodo a campo, una reducción económica y reducción de consumo de combustible, ya que se va a emplear menor cantidad de combustible para el transporte.

Sin embargo, el coste medio de la tonelada transportada va a ser superior en la situación estimada que se ha planteado que en la situación real conseguida a lo largo de este año 2020. Para mostrar los resultados se va a calcular el valor por tonelada de las unidades empleadas para el cálculo del importe. Según los datos obtenidos anteriormente en el resumen:

- Situación real: 0,1096 horas/tonelada.
- Situación estimada: 0,1317 horas/tonelada.
- Situación real: 74,96 Tn*km/tonelada.
- Situación estimada: 74,35 Tn*km/tonelada.

Como se puede ver en los valores medios calculados, el tiempo de transporte por tonelada es superior en la situación estimada debido a que el valor horas/tonelada es mayor a pesar de que Tn*km/tonelada sea un poco más bajo.

También se ha estudiado la alternativa de trabajar únicamente con los camiones en propiedad de la empresa subcontratada prescindiendo del camión de 26 toneladas. Este planteamiento supondría una mayor comodidad en la organización del trabajo a consecuencia de elevar el número de viajes, coste y consumo de combustible.

Otra de las consecuencias que va a darse con la planta de secado solar es la variación de lodo destinado a la elaboración del compost. En un futuro, el objetivo en la EDAR de Arazuri es que todo el producto final en el proceso de secado solar, se someta a un tratamiento avanzado como el que se realiza en la planta de compostaje (descomposición, maduración y almacenamiento). Sin embargo, aún está por determinar la proporción de lodo destinada a elaboración de compost ya que no se dispone de la información suficiente sobre cómo va a ser el proceso de compostaje del lodo cuando este sea secado solarmente.

9. Referencias bibliográficas

Gases de efecto invernadero — Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento. (2013). ISO14065. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14065:ed-2:v1:es>

Gestión de lodos de depuradora EDAR-Arazuri. (2020). NILSA.

Gobierno de España. Ministerio para la transición ecológica. (2019). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización.* https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf

Martínez Reguera, A., Amorena Udabe, A., Blázquez Moreno, S., Moré Ramos, J. C., Saña Vilaseca, J., & Borderías Blasco, S. (2012). Planta de compostaje de lodos de Arazuri (Pamplona). *RETEMA*, 28–36.

ORDEN FORAL 205/2019, de 23 de julio, de la Consejera de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, por la que se modifica el Programa de Actuaciones aprobado por Orden Foral 247/2018, de 4 de octubre. (2019). <https://bon.navarra.es/es/anuncio-/texto/2019/177/1/>

ORDEN FORAL 247/2018, de 4 de octubre, de la Consejera de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local por la que se revisan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias y se aprueba el programa de actuaciones para el periodo 2018–2021. (2018). <https://bon.navarra.es/es/anuncio-/texto/2018/206/0/>

Proyecto construcción almacén secado solar de lodos. (2020, diciembre). Proyectos Navarra Ingeniería.

Real decreto 824/2005, de 8 de julio, sobre productos fertilizantes. (2005). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2005/07/08/824>

Real decreto 1310/1990, de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario. (1990). <https://www.boe.es/eli/es/rd/1990/10/29/1310>

Saneamiento y depuración de aguas residuales. EDAR Arazuri. (2018). <http://www.mcp.es/agua>. http://www.mcp.es/sites/default/files/documentos/estacion_depuradora_aguas_residuales_a_razuri.pdf



Anexo I

Anexo I: Datos y tablas de la reducción de viajes.

Para obtener la reducción de viajes entre la situación real y la situación estimada se ha realizado el siguiente proceso:

1. Identificación de la cantidad de lodo destinado a cada a cada acopio y cada día. De esta forma se tiene registrado el lodo total que sale diariamente de la EDAR de Arazuri dirigido a los cultivos extensivos. Para trabajar con estos datos se ha facilitado el registro de los viajes que se han realizado durante el año 2020.
2. Una vez conocido estas cantidades, se realiza la reducción de toneladas debido a que, al secarse en la nueva planta, las cantidades varían.
3. Una vez conocido las nuevas cantidades diarias a cada viaje, con la ficha de criterios de transporte que se ha elaborado, se organizan los viajes realizados.
4. Finalmente, con la organización realizada, se calculan los totales que es lo que aparece en las siguientes tablas.

Las tablas recogen los datos mensuales del transporte de lodos. En ellas se representa lo siguiente:

- Destino-Cliente: la localidad y la empresa o propietario de la finca donde se aplica el lodo a cultivo extensivo.
- Acopio: es un numero identificativo sobre cada una de las parcelas donde se aplica el lodo. Cada destino-cliente puede tener varios acopios y pueden ser de diversos tamaños.
- Tiempo: duración del viaje a esos acopios. Se ha obtenido realizando una media aritmética del tiempo empleado en los viajes realizados a dicho acopio durante el mes.
- Distancia: al igual que el tiempo, es la media aritmética de la distancia recorrida a cada acopio en los viajes de un mes. Este valor no va a variar tanto como el tiempo, pero sí que hay viajes que quizá recorran más distancia debido a factores externos como obras o cortes en carreteras, accesos a poblaciones y acopios etc.
- Totales: los valores totales 1 y 2 son la cantidad de lodo destinado a cada acopio en la situación real durante el 2020 y en la situación estimada. Los totales de los camiones siguen la misma estructura que los totales 1 y 2 y aparecen el número de viajes realizados a cada acopio en el 2020 y los que se realizarían o en la situación estimada.
- Cap. camiones y espacio vacío: Como se explica en la memoria los camiones en algunos casos no realizan el viaje completamente cargados. Por eso, se ha calculado el % de espacio restante total en los viajes a cada acopio. (por ejemplo: en enero se realizan 9 viajes con el camión de 12 toneladas al acopio 2108. El total de toneladas que se pueden transportar son 72000 toneladas. Sin embargo, al acopio 2108 solo hay que transportar 62571 toneladas).

ENERO													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
MIRANDA	2108	2:09:01	96,00	104220,00	62571,15	9,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72000	13,10%
MIRANDA	2533	2:14:06	93,00	138800,00	83332,15	0,00	3,00	9,00	3,00	0,00	0,00	84000	0,80%
MIRANDA	2528	2:07:01	93,00	92960,00	55810,92	0,00	2,00	6,00	2,00	0,00	0,00	56000	0,34%
PUENTE	(0)	1:19:52	55,00	133300,00	80030,08	6,00	3,00	4,00	3,00	0,00	0,00	84000	4,73%
PUENTE	686	1:16:41	52,00	127340,00	76451,84	5,00	0,00	4,00	0,00	0,00	3,00	78000	1,98%
MENDIGORRIA	743	1:19:19	66,00	257480,00	154584,73	22,00	1,00	0,00	3,00	0,00	4,00	164000	5,74%
LEPUZAIN	240	1:43:27	78,00	209380,00	125706,66	8,00	3,00	7,00	6,00	0,00	0,00	132000	4,77%
LEGARDA	496	1:07:29	44,00	21820,00	13100,20	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000	18,12%
MIRANDA	(0)	2:04:23	96,00	167340,00	100466,87	0,00	4,00	8,00	4,00	2,00	0,00	112000	10,30%
PUENTE	684	1:08:31	53,00	39200,00	23534,73	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24000	1,94%
PUENTE	614	1:24:38	54,00	81120,00	48702,48	0,00	3,00	5,00	1,00	0,00	0,00	52000	6,34%
PUENTE	1132	1:26:44	53,00	153280,00	92025,58	3,00	4,00	7,00	0,00	0,00	2,00	100000	7,97%
OBANOS	(0)	1:07:23	57,00	674460,00	404929,38	41,00	7,00	11,00	21,00	0,00	0,00	420000	3,59%
MIRANDA	(0)	2:13:25	94,00	126440,00	75911,50	3,00	1,00	4,00	1,00	0,00	2,00	80000	5,11%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
TIEBAS	2013	1:07:05	50,00	134200,00	80570,42	11,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00	84000	4,08%
TIEBAS	631	1:00:51	50,00	69420,00	41678,08	3,00	1,00	2,00	2,00	0,00	0,00	44000	5,28%
TIEBAS	632	1:06:53	48,00	25260,00	15165,49	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000	5,22%
MENDIGORRIA	2500	1:42:30	66,00	56700,00	34041,30	2,00	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	40000	14,90%
MENDIGORRIA	2501	1:48:48	66,00	124140,00	74530,64	2,00	3,00	6,00	3,00	0,00	0,00	84000	11,27%
MENDIGORRIA	2549	1:31:00	71,00	170320,00	102255,99	13,00	0,00	1,00	0,00	0,00	4,00	104000	1,68%
PUENTE	(0)	1:11:12	55,00	151200,00	90776,80	7,00	4,00	0,00	3,00	0,00	0,00	96000	5,44%
TAFALLA	2544	1:13:12	105,00	13040,00	7828,90	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000	34,76%
TAFALLA	2545	2:03:58	105,00	107940,00	64804,55	9,00	2,00	0,00	3,00	0,00	0,00	72000	9,99%
MENDIGORRIA	754	1:36:16	66,00	10640,00	6388,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000	46,77%
PUENTE	(285)	1:12:26	55,00	17640,00	10590,63	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	12000	11,74%
OBANOS	2276	0:46:55	44,00	14000,00	8405,26	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000	29,96%

FEBRERO													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vació
LEGARDA	496	1:07:29	44,00	107840,00	64674,42	9,00	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	64000,00	-1,05%
MURUZABAL	2279	0:56:28	45,00	11400,00	6836,87	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	43,03%
OBANOS	2276	0:46:55	40,00	67900,00	40721,38	6,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	44000,00	7,45%
LEPUZAIN	240	1:43:27	79,00	122540,00	73490,39	2,00	1,00	6,00	4,00	0,00	0,00	76000,00	3,30%
PUENTE	2559	0:56:35	47,00	35500,00	21290,26	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	11,29%
OBANOS	2410	1:28:42	63,00	24220,00	14525,36	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	9,22%
MIRANDA	2528	2:07:01	93,00	15500,00	9295,75	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	22,54%
MENDIGORRIA	754	1:36:16	63,00	235740,00	141379,35	4,00	8,00	12,00	4,00	0,00	0,00	160000,00	11,64%
MENDIGORRIA	2158	1:37:52	62,00	98860,00	59288,89	0,00	4,00	6,00	1,00	0,00	0,00	64000,00	7,36%
MIRANDA	2538	2:04:13	97,00	47200,00	28307,06	0,00	1,00	3,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	-1,10%
OLORIZ	237	1:45:36	78,00	320860,00	192428,00	0,00	9,00	17,00	6,00	2,00	0,00	204000,00	5,67%
MENDIGORRIA	2257	1:20:32	59,00	92820,00	55666,54	0,00	5,00	6,00	0,00	0,00	0,00	60000,00	7,22%
MENDIGORRIA	2258	1:11:16	59,00	31740,00	19035,30	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	20,69%
ARTAJONA	365	1:44:45	77,00	163040,00	97779,28	0,00	6,00	10,00	2,00	0,00	0,00	104000,00	5,98%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
ALLO	2564	1:46:40	119,00	124040,00	74389,98	9,00	7,00	1,00	0,00	0,00	0,00	84000,00	11,44%
UTERGA	2277	1:03:43	42,00	56040,00	33608,63	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	6,64%
OBANOS	2278	1:03:15	42,00	83300,00	49957,15	7,00	3,00	0,00	1,00	0,00	0,00	52000,00	3,93%
OBANOS	1196	0:55:28	42,00	70020,00	41992,80	6,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	44000,00	4,56%
OBANOS	1197	1:26:17	63,00	70260,00	42136,73	6,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	44000,00	4,23%
OBANOS	1198	0:29:55	60,00	13700,00	8216,24	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	31,53%
OBANOS	1199	1:04:12	44,00	24860,00	14909,18	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	6,82%
OBANOS	2000	1:07:55	45,00	31200,00	18711,44	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	22,04%
BARASOAIN	2550	1:36:50	76,00	67960,00	40757,36	6,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48000,00	15,09%
MENDIGORRIA	2551	1:36:05	65,00	126060,00	75601,43	0,00	4,00	8,00	2,00	0,00	0,00	80000,00	5,50%
BARASOAIN	1109	1:40:27	76,00	125140,00	75049,68	10,00	3,00	0,00	1,00	0,00	1,00	78000,00	3,78%
PUENTE	738	2:04:50	55,00	45420,00	27239,54	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	24,33%
OLORIZ	2235	1:36:49	75,00	106660,00	63966,75	9,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72000,00	11,16%
MENDIGORRIA	2258	1:11:16	60,00	61480,00	36871,14	5,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	7,82%
MENDIGORRIA	962	1:15:02	62,00	106360,00	63786,83	9,00	3,00	0,00	2,00	0,00	0,00	68000,00	6,20%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
OBANOS	736	1:09:43	57,00	127600,00	76525,00	11,00	4,00	0,00	2,00	0,00	0,00	80000,00	4,34%
OBANOS	737	0:57:38	58,00	35380,00	21218,30	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	24,22%

MARZO													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
Artajona	2109	1:58:12	58,00	127460,00	57922,95	0,00	4,00	8,00	1,00	0,00	0,00	64000,00	9,50%
ENERIZ,UCAR	720	1:15:52	105,00	38400,00	17450,50	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	37,68%
Eneriz-Adios	2412	0:29:20	106,00	127700,00	58032,01	11,00	3,00	0,00	2,00	0,00	0,00	68000,00	14,66%
FINCA EXPERIMENTAL ARAZURI	0	2:10:19	-	443140,00	201380,63	10,00	9,00	11,00	7,00	6,00	0,00	220000,00	8,46%
MENDIGORRIA	1141	1:22:15	72,00	79200,00	35991,66	0,00	2,00	5,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	10,02%
Mendigorría	2156	1:14:58	75,00	50500,00	22949,23	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	4,38%
Mendigorría	2552	1:26:01	75,00	32200,00	14632,97	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	8,54%
Mendigorría	2157	1:08:28	69,00	61600,00	27993,52	0,00	3,00	4,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	22,24%
Mendigorría	2258	1:11:16	71,00	400960,00	182212,34	34,00	3,00	0,00	3,00	0,00	4,00	188000,00	3,08%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
Miranda Arga	2159	2:05:05	98,00	30400,00	13814,98	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	13,66%
MIRANDA DE ARGA	2	1:59:35	98,00	26500,00	12042,67	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	16000,00	24,73%
Miranda	2538	1:59:35	97,00	110120,00	50042,95	5,00	2,00	3,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	10,64%
Muruzabal	2415	1:13:56	62,00	11380,00	5171,53	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	56,90%
Muruzabal	2416	1:26:47	65,00	34260,00	15569,12	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	2,69%
OBANOS	737	0:57:38	55,00	23900,00	10861,12	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	9,49%
Obanos	1198	0:57:52	48,00	24660,00	11206,50	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	6,61%
Obanos	2574	0:50:23	50,00	12200,00	5544,17	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	53,80%
Obanos	2576	1:01:53	58,00	83240,00	37827,60	4,00	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	5,43%
Obanos	2572	1:01:02	59,00	80080,00	36391,57	3,00	2,00	3,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	9,02%
Obanos	2573	0:56:25	58,00	192400,00	87434,29	16,00	0,00	0,00	4,00	0,00	1,00	90000,00	2,85%
Olite	2569	2:19:06	116,00	99480,00	45207,71	0,00	3,00	6,00	1,00	0,00	0,00	52000,00	13,06%
Puen.La Reina	1195	1:11:18	60,00	49020,00	22276,66	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	20,44%
Puente	2570	1:06:15	62,00	165900,00	75391,63	3,00	7,00	8,00	0,00	0,00	0,00	84000,00	10,25%
PUENTE LA REINA	752	1:03:14	59,00	143140,00	65048,57	12,00	2,00	0,00	1,00	0,00	1,00	66000,00	1,44%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
PUENTE LA REINA	751	1:11:28	56,00	73620,00	33455,89	5,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	16,36%
TAFALLA	245	2:05:17	101,00	377640,00	171614,79	0,00	1,00	7,00	9,00	10,00	1,00	182000,00	5,71%
Tafalla	2544	1:13:12	102,00	80200,00	36446,10	7,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	8,88%
Tafalla	2543	2:12:10	102,00	129800,00	58986,34	2,00	6,00	5,00	0,00	1,00	0,00	72000,00	18,07%

ABRIL													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
OBANOS	1087	1:06:13	44,00	37200,00	16732,43	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	30,28%
UTERGA	1084	1:54:15	44,00	35200,00	15832,84	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	34,03%
MENDIGORRIA	2301	1:09:53	70,00	94500,00	42505,77	8,00	3,00	0,00	1,00	0,00	0,00	52000,00	18,26%
PUENTE	2409	1:09:12	56,00	35360,00	15904,80	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	33,73%
ARTAJONA	2258	1:11:16	58,00	109300,00	49162,76	8,00	2,00	1,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	12,21%
MIRANDA	0	2:02:25	96,00	675620,00	303891,52	22,00	14,00	17,00	10,00	7,00	0,00	328000,00	7,35%
OBANOS	2575	0:59:10	61,00	252360,00	113510,65	13,00	3,00	6,00	2,00	0,00	2,00	120000,00	5,41%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
MIRANDA	2531	2:22:22	102,00	366920,00	165039,34	18,00	5,00	9,00	7,00	0,00	0,00	172000,00	4,05%
MIRANDA	-	2:26:56	111,00	121680,00	54731,24	1,00	4,00	2,00	1,00	3,00	0,00	64000,00	14,48%
MIRANDA	2514	2:03:26	106,00	54000,00	24289,01	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	26000,00	6,58%
MIRANDA	2107	2:25:01	89,00	188580,00	84822,63	5,00	3,00	3,00	0,00	3,00	2,00	88000,00	3,61%
MIRANDA	-	2:23:15	98,00	87440,00	39330,21	3,00	1,00	3,00	2,00	0,00	0,00	44000,00	10,61%
ARTAJONA	2262	1:45:26	72,00	98000,00	44080,06	0,00	0,00	6,00	3,00	0,00	0,00	48000,00	8,17%
ALLO	2564	1:46:40	119,00	32900,00	14798,31	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	7,51%
ALLO	2565	2:03:52	119,00	15100,00	6791,93	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	43,40%
ALLO	2566	2:14:42	119,00	26980,00	12135,51	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	16000,00	24,15%
MIRANDA	-	2:05:16	103,00	38780,00	17443,11	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	27,32%
MIRANDA	2520	2:03:26	104,00	146300,00	65805,23	0,00	3,00	8,00	2,00	0,00	0,00	68000,00	3,23%
MIRANDA	2369	2:14:52	90,00	82840,00	37261,14	3,00	2,00	3,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	6,85%
TAFALLA	2544	1:13:12	100,00	23180,00	10426,28	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	13,11%
TAFALLA	2543	2:12:10	100,00	11660,00	5244,63	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	56,29%
MIRANDA	201	1:58:06	103,00	103900,00	46733,86	9,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	48000,00	2,64%

MAYO													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
MIRANDA	2369	2:14:52	91,00	188060,00	67683,81	3,00	2,00	6,00	0,00	2,00	2,00	76000,00	10,94%
ARTAJONA	2585	1:42:28	74,00	11400,00	4102,92	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	65,81%
MIRANDA	201	1:58:06	103,00	138280,00	49767,72	12,00	3,00	0,00	0,00	0,00	1,00	62000,00	19,73%
ALLO	2567	2:03:52	116,00	21880,00	7874,73	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	34,38%
ALLO	2565	2:20:23	119,00	34000,00	12236,78	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	23,52%
TAFALLA	2578	1:42:47	101,00	144240,00	51912,75	4,00	4,00	6,00	1,00	0,00	0,00	64000,00	18,89%
TAFALLA	2577	2:23:29	101,00	141540,00	50941,01	0,00	5,00	7,00	0,00	3,00	0,00	60000,00	15,10%
TAFALLA	2581	2:09:30	100,00	127260,00	45801,56	0,00	3,00	3,00	1,00	3,00	0,00	52000,00	11,92%
TAFALLA	2305	2:15:06	100,00	33120,00	11920,07	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	0,67%
TAFALLA	2042	2:18:42	100,00	152280,00	54806,39	0,00	5,00	3,00	0,00	4,00	0,00	60000,00	8,66%
GUIRGUILLANO	626	1:46:27	62,00	249760,00	89889,97	21,00	4,00	0,00	4,00	0,00	0,00	112000,00	19,74%
MIRANDA	-	1:59:56	96,00	334520,00	120395,55	12,00	4,00	10,00	4,00	0,00	1,00	138000,00	12,76%
OBANOS	585	1:35:35	56,00	80860,00	29101,95	7,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	27,25%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
OBANOS	2589	1:05:56	51,00	72440,00	26071,55	6,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	27,58%
OBANOS	586	1:27:31	54,00	45340,00	16318,11	4,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	-1,99%
TIEBAS	563	1:13:29	54,00	269300,00	96922,52	23,00	5,00	0,00	3,00	0,00	0,00	108000,00	10,26%
TIEBAS	2008	1:07:55	53,00	105120,00	37833,26	9,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48000,00	21,18%
MIRANDA	2514	2:03:26	106,00	15300,00	5506,55	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	54,11%
MIRANDA	2587	1:22:06	106,00	101280,00	36451,22	0,00	1,00	3,00	0,00	2,00	1,00	38000,00	4,08%
SUBIZA	2143	1:07:36	51,00	97020,00	34918,02	0,00	4,00	6,00	0,00	0,00	0,00	48000,00	27,25%
SUBIZA	733	1:01:47	49,00	16960,00	6104,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	49,13%
MIRANDA	690	2:09:53	103,00	40800,00	14684,14	2,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	8,22%
ARTAJONA	2591	2:01:26	83,00	277620,00	99916,94	0,00	10,00	17,00	0,00	0,00	0,00	120000,00	16,74%
MIRANDA	-	2:25:14	111,00	112100,00	40345,39	1,00	1,00	0,00	2,00	4,00	0,00	44000,00	8,31%
PUENTE	252	1:32:27	57,00	71960,00	25898,79	6,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	32000,00	19,07%
TIEBAS	2592	1:06:04	54,00	67840,00	24415,98	7,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	12,80%

JUNIO													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
ELORZ	331	1:16:44	51,00	145640,00	52435,13	13,00	1,00	0,00	3,00	0,00	0,00	60000,00	12,61%
TIEBAS	2008	1:07:55	54,00	12320,00	4435,60	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	63,04%
ENERIZ	259	1:17:15	55,00	71320,00	25677,52	6,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	28,67%
ENERIZ	274	1:12:27	52,00	34920,00	12572,33	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	47,62%
ENERIZ	275	1:18:09	52,00	59780,00	21522,74	5,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	23,13%
ENERIZ	2018	1:15:28	52,00	203900,00	73410,62	17,00	1,00	0,00	4,00	0,00	0,00	76000,00	3,41%
OBANOS	2178	1:04:08	54,00	36280,00	13061,98	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	18,36%
OBANOS	578	1:56:23	52,00	25160,00	9058,42	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	24,51%
OBANOS	2177	1:04:13	52,00	25800,00	9288,84	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	22,59%
MIRANDA	(0)	2:15:56	114,00	75400,00	27146,45	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	24,59%
GUIRGUILLANO	626	1:46:27	62,00	131320,00	47279,46	11,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	48000,00	1,50%
MIRANDA	2595	2:19:54	106,00	331140,00	119221,15	8,00	10,00	11,00	2,00	2,00	0,00	152000,00	21,57%
MIRANDA	2596	2:34:46	110,00	148060,00	53306,41	0,00	6,00	9,00	0,00	0,00	0,00	72000,00	25,96%
MIRANDA	2291	2:20:47	110,00	11420,00	4111,57	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	65,74%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
MIRANDA	2519	2:36:46	110,00	12160,00	4377,99	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	63,52%
MIRANDA	1173	2:35:58	114,00	66700,00	24014,17	6,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	33,29%
SUBIZA	733	1:01:47	49,00	202340,00	72848,97	17,00	0,00	0,00	3,00	0,00	1,00	74000,00	1,56%
TIEBAS	2597	0:53:10	52,00	48480,00	17454,37	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	27,27%
LIZOAIN	782	1:16:47	67,00	58960,00	21227,51	5,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	24,19%
LIZOAIN	2599	1:29:11	70,00	47540,00	17115,94	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	28,68%
LIZOAIN	2321	1:24:45	67,00	289660,00	104287,00	19,00	6,00	4,00	3,00	0,00	0,00	120000,00	13,09%
IZAGA	2092	1:37:01	83,00	130700,00	47056,24	11,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	48000,00	1,97%
TAFALLA	2304	2:15:40	101,00	213460,00	76852,53	0,00	9,00	13,00	0,00	0,00	0,00	108000,00	28,84%
MIRANDA	-	2:15:14	104,00	99180,00	35708,02	0,00	2,00	6,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	10,73%
MIRANDA	2518	2:38:01	110,00	32360,00	11650,65	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	2,91%
MIRANDA	2519	2:36:46	110,00	16760,00	6034,14	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	49,72%
MIRANDA	1108	2:27:20	104,00	34460,00	12406,72	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	22,46%
MIRANDA	2594	2:37:38	107,00	49480,00	17814,41	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	25,77%
LARRAGA	2588	1:58:48	82,00	140620,00	50627,77	0,00	5,00	9,00	0,00	0,00	0,00	60000,00	15,62%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
GALAR	2598	1:09:08	51,00	46780,00	16842,32	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	39,85%
GALAR	2601	1:17:27	53,00	116480,00	41936,58	7,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	48000,00	12,63%
GALAR	2602	1:06:02	50,00	23980,00	8633,58	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	28,05%
LARRAGA	798	2:03:07	87,00	84420,00	30393,94	0,00	3,00	5,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	15,57%
TIEBAS	2592	1:06:04	54,00	58940,00	21220,31	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	11,58%
MIRANDA	-	2:25:42	105,00	81360,00	29292,24	0,00	3,00	2,00	0,00	2,00	0,00	36000,00	18,63%

JULIO													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
LERRUZ	16	1:31:00	81,00	283440,00	101973,59	22,00	7,00	0,00	2,00	1,00	0,00	116000,00	12,09%
LARRAGA	798	2:03:07	87,00	341880,00	122998,62	0,00	14,00	21,00	0,00	0,00	0,00	168000,00	26,79%
UNCITI	2607	1:34:44	62,00	126600,00	45547,05	0,00	5,00	8,00	0,00	0,00	0,00	60000,00	24,09%
UNCITI	2606	1:39:33	62,00	157700,00	56735,94	0,00	7,00	10,00	0,00	0,00	0,00	84000,00	32,46%
OLZA	2052	1:07:12	15,00	48040,00	17283,41	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	27,99%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vació
OLZA	2054	0:55:14	15,00	31520,00	11339,99	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	52,75%
OLZA	799	0:50:28	15,00	45220,00	16268,86	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	32,21%
OLZA	801	0:45:58	15,00	47320,00	17024,38	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	29,07%
OLZA	2353	1:01:28	19,00	15520,00	5583,65	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	53,47%
IZU	603	0:51:43	15,00	47940,00	17247,44	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	28,14%
IZU	604	0:42:54	15,00	30120,00	10836,31	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	9,70%
IZU	606	0:56:46	15,00	16020,00	5763,54	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	51,97%
OLLO	2053	1:08:33	19,00	78000,00	28062,16	0,00	1,00	5,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	-0,22%
GALAR	2602	1:06:02	50,00	54580,00	19636,32	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	18,18%
MIRANDA	1173	2:35:58	114,00	11120,00	4000,66	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	66,66%
MIRANDA	1007	2:44:25	114,00	46140,00	16599,85	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	40,71%
SUBIZA	2603	1:09:04	52,00	269540,00	96972,77	22,00	6,00	0,00	2,00	0,00	0,00	104000,00	6,76%
UNZUE	2203	1:27:46	65,00	97340,00	35020,14	8,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	2,72%
TIEBAS	1027	1:14:06	60,00	180740,00	65025,07	15,00	4,00	0,00	2,00	0,00	0,00	80000,00	18,72%
TIEBAS	1028	1:15:21	60,00	200000,00	71954,27	17,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	84000,00	14,34%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
TIEBAS	1029	1:13:49	60,00	117800,00	42381,06	10,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	42000,00	-0,91%
PUENTE	2222	1:08:27	42,00	289740,00	104240,15	24,00	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	132000,00	21,03%
PUENTE	2224	0:56:09	42,00	37680,00	13556,18	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	15,27%
GARINOAIN	1067/1068	1:38:02	83,00	111080,00	39963,40	9,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	48000,00	16,74%
BARASOAIN	808	2:13:22	80,00	12880,00	4633,85	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	61,38%
UNZUE	299	1:33:05	67,00	173520,00	62427,52	6,00	5,00	0,00	1,00	6,00	0,00	76000,00	17,86%
ENERIZ	255	1:18:58	50,00	203760,00	73307,01	18,00	7,00	0,00	1,00	0,00	0,00	100000,00	26,69%
ENERIZ	2180	1:27:09	55,00	34620,00	12455,28	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	22,15%

AGOSTO													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
LEGARDA	267	0:49:36	36,00	196640,00	70771,05	16,00	4,00	0,00	2,00	0,00	0,00	80000,00	11,54%
LEGARDA	2610	0:53:06	36,00	56660,00	20392,02	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	15,03%
LEGARDA	2625	1:03:42	36,00	47260,00	17008,95	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	39,25%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
LEGARDA	VARIOS	1:01:25	36,00	197480,00	71073,36	9,00	4,00	0,00	2,00	0,00	0,00	80000,00	11,16%
OBANOS	534	0:59:20	44,00	48040,00	17289,67	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	27,96%
MURUZABAL	2059	1:06:13	43,00	84960,00	30577,24	3,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	15,06%
ENERIZ	2182	1:26:31	55,00	35560,00	12798,10	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	20,01%
UTERGA	2620	1:13:38	37,00	48240,00	17361,65	4,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	27,66%
UTERGA	2619	1:06:12	37,00	165920,00	59714,87	14,00	3,00	0,00	2,00	0,00	0,00	68000,00	12,18%
OLZA	2353	1:01:28	15,00	16340,00	5880,79	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	50,99%
GARINOAIN	2345	1:54:19	84,00	16900,00	6082,34	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	49,31%
GARINOAIN	852	2:03:04	84,00	115200,00	41460,66	0,00	3,00	7,00	1,00	0,00	0,00	52000,00	20,27%
GARINOAIN	2323	2:06:43	84,00	142920,00	51437,13	0,00	6,00	9,00	0,00	0,00	0,00	72000,00	28,56%
BARASOAIN	808	2:13:22	82,00	137060,00	49328,11	0,00	4,00	8,00	1,00	0,00	0,00	64000,00	22,92%
LEGARDA	575	1:29:50	44,00	133660,00	48104,45	10,00	2,00	1,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	14,10%
LEGARDA	859	1:00:56	37,00	44340,00	15958,04	4,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	0,26%
UTERGA	2236	1:54:15	37,00	53940,00	19413,09	0,00	2,00	3,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	19,11%
LEGARDA	1082	1:09:56	38,00	47000,00	16915,37	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	29,52%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
OBANOS	2237	1:27:23	44,00	30720,00	11056,18	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	7,87%
OBANOS	2238	1:11:28	44,00	29840,00	10739,46	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	10,50%
OBANOS	2239	1:09:42	42,00	59240,00	21320,57	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	11,16%
AÑORBE	831	1:36:06	62,00	228980,00	82410,26	0,00	5,00	8,00	2,00	3,00	0,00	92000,00	10,42%
OLORIZ	236	1:52:58	78,00	176800,00	63630,60	0,00	6,00	2,00	1,00	8,00	0,00	88000,00	27,69%
UNZUE	2204	1:33:41	64,00	145420,00	52336,89	0,00	3,00	3,00	0,00	3,00	1,00	62000,00	15,59%
OLORIZ	805	2:04:24	70,00	127980,00	46060,20	0,00	0,00	3,00	3,00	4,00	0,00	48000,00	4,04%
OLORIZ	2627	1:44:56	70,00	38720,00	13935,39	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	12,90%
YERRI	2617	1:48:06	87,00	90880,00	32707,86	0,00	3,00	6,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	9,14%
YERRI	2618	1:46:47	87,00	29980,00	10789,85	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	10,08%
BARASOAIN	1066	1:40:44	80,00	144600,00	52041,77	13,00	5,00	0,00	1,00	0,00	0,00	76000,00	31,52%
BARASOAIN	577	1:48:45	80,00	25860,00	9307,05	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	12000,00	22,44%
UNZUE	299	1:33:05	67,00	56140,00	20204,87	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	15,81%
GARINOAIN	580	1:29:21	67,00	34260,00	12330,23	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	22,94%

SEPTIEMBRE													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vació
UNZUE	2205	1:14:30	64,00	39660,00	17856,17	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	25,60%
UNZUE	2206	1:19:05	64,00	22700,00	10220,25	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	14,83%
UNZUE	2207	1:33:19	66,00	117340,00	52830,13	3,00	2,00	4,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	5,66%
UNZUE	2210	1:29:02	63,00	137380,00	61852,77	4,00	3,00	6,00	2,00	0,00	0,00	68000,00	9,04%
UNZUE	228	1:31:39	69,00	46100,00	20755,66	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	13,52%
LEPUZAIN	238	2:06:39	78,00	207780,00	93549,05	2,00	4,00	11,00	4,00	1,00	0,00	112000,00	16,47%
OLORIZ	195	1:18:05	69,00	77060,00	34694,82	7,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48000,00	27,72%
YERRI	2615	2:17:58	95,00	107020,00	48183,75	0,00	5,00	7,00	0,00	0,00	0,00	60000,00	19,69%
YERRI	2616	1:54:08	91,00	103140,00	46436,85	0,00	2,00	6,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	17,08%
YERRI	2618	1:42:38	87,00	30120,00	13560,97	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	15,24%
YERRI	591	2:09:09	95,00	29760,00	13398,88	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	16,26%
GARINOAIN	2486	1:37:35	79,00	180500,00	81266,74	7,00	5,00	3,00	2,00	2,00	0,00	92000,00	11,67%
OLORIZ	240	1:51:28	78,00	230060,00	103580,20	5,00	5,00	4,00	3,00	4,00	0,00	108000,00	4,09%
OLORIZ	241	1:53:46	78,00	239540,00	107848,39	2,00	1,00	4,00	3,00	6,00	2,00	112000,00	3,71%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
OLORIZ	2628	1:44:07	71,00	30940,00	13930,15	0,00	0,00	3,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	12,94%
OLORIZ	2629	1:17:49	69,00	58300,00	26248,48	5,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	34,38%
OLORIZ	2630	1:33:24	68,00	63760,00	28706,74	3,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	32000,00	10,29%
OLORIZ	2631	1:38:53	71,00	46360,00	20872,72	0,00	2,00	4,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	13,03%
OLORIZ	2632	1:55:36	70,00	28840,00	12984,67	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	45,90%
MIRANDA	845	2:27:35	106,00	143820,00	64752,26	1,00	2,00	8,00	3,00	0,00	0,00	72000,00	10,07%
BARASOAIN	93	1:50:45	78,00	16200,00	7293,75	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	39,22%
OLORIZ	2627	1:11:30	70,00	10740,00	4835,48	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	59,70%
BARASOAIN	226	1:43:48	76,00	39040,00	17577,03	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	26,76%
BARASOAIN	599	2:03:27	83,00	53240,00	23970,31	2,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	0,12%
GARINOAIN	580	1:36:48	76,00	69340,00	31219,03	6,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	32000,00	2,44%
BARASOAIN	577	1:48:45	76,00	86100,00	38764,91	5,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48000,00	19,24%
BARASOAIN	850	1:31:16	73,00	23100,00	10400,34	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	13,33%
BARASOAIN	851	1:30:09	75,00	23860,00	10742,52	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	55,24%
GARINOAIN	847	1:51:41	80,00	90780,00	40871,99	8,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	44000,00	7,11%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
BARASOAIN	2089	2:08:17	75,00	97660,00	43969,58	8,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60000,00	26,72%
OLORIZ	2633	1:22:56	65,00	23940,00	10778,54	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	10,18%

OCTUBRE													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
OLORIZ	240	1:43:27	78,00	196260,00	88303,83	13,00	5,00	3,00	2,00	0,00	0,00	92000,00	4,02%
OLORIZ	241	1:53:12	78,00	17020,00	7657,86	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	36,18%
MENDIGORRIA	2635	1:26:53	65,00	126440,00	56889,51	11,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,00	64000,00	11,11%
MENDIGORRIA	2636	1:20:44	65,00	11140,00	5012,25	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	58,23%
BARASOAIN	93	1:51:58	79,00	68580,00	30856,40	3,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	32000,00	3,57%
BARASOAIN	224	1:53:47	77,00	24380,00	10969,36	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	8,59%
BARASOAIN	599	2:06:25	83,00	11360,00	5111,24	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	57,41%
BARASOAIN	849	1:56:04	81,00	69360,00	31207,34	5,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	21,98%
BARASOAIN	2084	1:50:09	76,00	41620,00	18726,21	2,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	21,97%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
ARTAJONA	2637	1:52:15	77,00	106600,00	47962,84	5,00	2,00	3,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	14,35%
MIRANDA	696	2:15:25	102,00	242020,00	108892,75	0,00	10,00	13,00	0,00	1,00	0,00	120000,00	9,26%
MIRANDA	845	2:28:59	105,00	34740,00	15630,67	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	2,31%
FALCES	2634	2:38:55	122,00	97820,00	44012,43	0,00	3,00	6,00	1,00	0,00	0,00	52000,00	15,36%
BARASOAIN	578	1:56:23	79,00	17100,00	7693,85	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	35,88%
MIRANDA	759	2:36:53	108,00	63220,00	28444,76	0,00	3,00	4,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	20,99%
ARTAJONA	2641	2:10:26	81,00	134880,00	60686,95	0,00	4,00	8,00	1,00	0,00	0,00	64000,00	5,18%
ARTAJONA	2642	2:04:29	81,00	34000,00	15297,72	0,00	0,00	2,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	4,39%
ARTAJONA	2643	1:50:16	81,00	83060,00	37371,42	0,00	1,00	5,00	2,00	0,00	0,00	44000,00	15,06%
ARTAJONA	2644	1:50:07	81,00	87680,00	39450,11	5,00	4,00	0,00	0,00	1,00	0,00	48000,00	17,81%
LARRAGA	2645	1:49:50	79,00	252080,00	113419,08	4,00	6,00	12,00	3,00	0,00	0,00	120000,00	5,48%
MIRANDA	1007	2:53:09	120,00	49880,00	22442,65	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	37,66%
ORISOAIN	2647	1:40:22	82,00	92140,00	41456,82	8,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	44000,00	5,78%
GARINOAIN	2648	1:31:54	79,00	60480,00	27211,94	5,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	24,41%
GARINOAIN	2649	1:40:58	79,00	33900,00	15252,72	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	4,67%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
PUEYO	-	1:26:52	75,00	33640,00	15135,74	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	5,40%
ORISOAIN	2646	1:30:01	80,00	36060,00	16224,58	3,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24000,00	32,40%
BARASOAIN	(0)	1:33:23	71,00	33800,00	15207,73	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	57,76%
BARASOAIN	2650	1:19:49	80,00	47420,00	21335,82	4,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	28000,00	23,80%
BARASOAIN	2651	1:23:03	80,00	57880,00	26042,11	5,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	34,89%
MIRANDA	2106	1:42:11	88,00	143480,00	64556,37	12,00	3,00	0,00	2,00	0,00	0,00	68000,00	5,06%
GARINOAIN	2653	1:29:32	76,00	35940,00	16170,59	3,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	-1,07%
GARINOAIN	2010	1:35:59	79,00	49920,00	22460,65	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	24000,00	6,41%
MIRANDA	1173	2:35:58	114,00	13660,00	6146,08	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	48,78%
BARASOAIN	2652	2:21:29	75,00	50540,00	22739,61	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	24000,00	5,25%

NOVIEMBRE													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacio
MIRANDA	696	2:15:25	102,00	52360,00	31407,17	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	12,76%
GARINOAIN	2653	1:29:32	76,00	65840,00	39492,90	4,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	1,27%
MIRANDA	926	1:59:53	89,00	199800,00	119846,31	0,00	8,00	10,00	2,00	1,00	0,00	128000,00	6,37%
MIRANDA	502	2:12:33	88,00	172080,00	103218,99	0,00	1,00	7,00	6,00	2,00	0,00	108000,00	4,43%
MIRANDA	2127	2:06:44	94,00	148300,00	88955,00	0,00	3,00	9,00	4,00	0,00	0,00	100000,00	11,05%
MIRANDA	383	2:18:38	97,00	164700,00	98792,23	0,00	4,00	10,00	4,00	0,00	0,00	112000,00	11,79%
MENDIGORRIA	2359	1:28:36	63,00	62420,00	37441,48	4,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	6,40%
MENDIGORRIA	2360	1:23:02	64,00	140220,00	84108,36	12,00	2,00	0,00	4,00	0,00	0,00	88000,00	4,42%
MIRANDA	2656	2:21:29	90,00	215260,00	129119,71	3,00	2,00	0,00	7,00	7,00	0,00	136000,00	5,06%
MIRANDA	2368	1:54:29	93,00	150020,00	89986,71	12,00	4,00	0,00	3,00	0,00	0,00	96000,00	6,26%
MIRANDA	2106	1:42:11	88,00	83780,00	50253,88	7,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	10,26%
MIRANDA	2111	1:55:13	93,00	204380,00	122593,54	15,00	9,00	0,00	2,00	1,00	0,00	140000,00	12,43%
MIRANDA	2126	2:03:12	95,00	60560,00	36325,79	5,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	9,19%
MENDIGORRIA	2655	1:34:16	70,00	53920,00	32342,91	5,00	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00	40000,00	19,14%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
MENDIGORRIA	2504	1:18:36	71,00	47560,00	28527,98	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	20,76%
MENDIGORRIA	2654	1:25:30	67,00	47580,00	28539,98	4,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36000,00	20,72%
MIRANDA	2070	1:56:28	92,00	100440,00	60247,07	4,00	1,00	0,00	0,00	2,00	2,00	64000,00	5,86%

DICIEMBRE													
DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
FINCA EXPERIMENTAL ARAZURI	0	2:11:08	-	419920,00	251777,39	0,00	5,00	12,00	12,00	9,00	0,00	252000,00	0,09%
Mendigorría	2259	1:03:47	62,00	257920,00	154644,76	23,00	7,00	0,00	5,00	0,00	0,00	164000,00	5,70%
Mendigorría	2357	1:13:58	70,00	204820,00	122806,83	17,00	4,00	0,00	5,00	0,00	0,00	128000,00	4,06%
Mendigorría	698	1:21:27	59,00	22760,00	13646,54	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16000,00	14,71%
Miranda Arga	2395	1:53:28	95,00	298860,00	179191,73	0,00	3,00	7,00	7,00	7,00	1,00	174000,00	-2,98%
MIRANDA DE ARGÁ	921	1:35:46	98,00	326280,00	195632,33	22,00	10,00	4,00	2,00	0,00	2,00	204000,00	4,10%
Miranda de Arga	2368	1:54:29	96,00	12040,00	7218,99	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12000,00	39,84%

DESTINO	ACOPIO	TIEMPO	DISTANCIA	TOTAL 1	TOTAL 2	TOTAL 12 Tn	TOTAL 12 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 16 Tn	TOTAL 26 Tn	TOTAL 26 Tn	Cap. Camiones	Espacio Vacío
Miranda de Arga	2070	1:56:28	98,00	149380,00	89565,89	10,00	4,00	0,00	3,00	1,00	0,00	96000,00	6,70%
Miranda de Arga	2399	2:17:52	101,00	173920,00	104279,68	0,00	2,00	4,00	5,00	4,00	0,00	104000,00	-0,27%
TAFALLA	245	2:26:14	100,00	50520,00	30290,99	0,00	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00	32000,00	5,34%
Tafalla	2116	2:27:55	100,00	81020,00	48578,31	0,00	2,00	5,00	2,00	0,00	0,00	56000,00	13,25%
Tafalla	2115	2:32:08	100,00	104500,00	62656,55	3,00	3,00	4,00	2,00	0,00	0,00	68000,00	7,86%

Anexo II

Anexo II: Datos y tablas de la reducción económica y de consumo de combustible.

Al igual que en el Anexo I, para el cálculo de la reducción económica y de consumo de combustible (Gasóleo clase A y B), se ha trabajado con el registro de los viajes por meses. De esta forma, se obtienen los valores anuales en todas las situaciones planteadas ya que son dichos valores lo que se utilizan para analizar las conclusiones del trabajo debido a que son más representativas en este caso.

- Cálculo de la reducción económica:
 - Tabla 1: Cálculo de las horas empleadas en el transporte de lodo.
 - Tabla 2: Cálculo de toneladas de lodo transportadas.
 - Tabla 3: Cálculo del producto tonelada por kilómetro en la situación real.
 - Tabla 4: Cálculo del producto tonelada por kilómetro en la situación estimada.
- Cálculo de la planificación alternativa
 - Cálculo de la planificación alternativa.
 - Tabla 5: Viajes realizados con el camión de 26 toneladas.
 - Tabla 6-7-8: Distribución sobre los camiones en propiedad de la empresa subcontratada.
- Cálculo de la reducción de consumo de combustible y contribución a la huella de carbono
 - Tabla 9: Consumo de gasóleo en gestión y reparto de lodos.
 - Tabla 10: Contribución a la huella de carbono en la gestión y reparto de lodo.

- Tabla 1: Cálculo de las horas empleadas en el transporte de lodo.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Horas camión 12	193:40:40	163:23:34	164:51:18	190:48:22	189:56:04	225:29:06	226:06:17	81:50:24	141:33:32	181:17:00	130:02:11	112:06:56	2001:05:24
Horas camión 16	96:29:37	120:06:32	121:42:26	128:01:19	133:36:33	153:37:19	94:02:07	55:23:12	135:48:32	135:28:01	59:03:23	84:49:13	1318:08:14
Horas camión 26	5:21:12	3:31:12	38:06:35	31:07:28	39:48:37	9:31:12	10:49:30	15:42:24	24:10:40	12:00:28	26:43:38	44:02:24	260:55:20
TOTAL REAL	295:31:29	287:01:18	324:40:19	349:57:09	363:21:14	388:37:37	330:57:54	152:56:00	301:32:44	328:45:29	215:49:12	240:58:33	3580:08:58
Horas camión 12	68:04:49	133:44:33	95:23:08	97:20:31	118:12:57	155:25:25	136:00:30	59:31:12	113:40:17	140:03:41	73:56:28	71:43:44	1263:07:15
Horas camión 16	78:20:36	57:18:29	68:44:59	71:18:37	39:13:04	40:32:38	23:04:34	18:11:12	57:10:40	45:29:35	71:03:36	87:40:04	658:08:04
Horas camión 26	22:31:37	1:40:27	8:50:37	8:51:48	9:49:52	1:01:47	1:13:49	0:49:36	3:47:32	2:53:46	3:52:56	5:05:00	70:28:47
TOTAL ESTIMADO	168:57:02	192:43:29	172:58:44	177:30:56	167:15:53	196:59:50	160:18:53	78:32:00	174:38:29	188:27:02	148:53:00	164:28:48	1991:44:06
Reducción horas	126:34:27	94:17:49	151:41:35	172:26:13	196:05:21	191:37:47	170:39:01	74:24:00	126:54:15	140:18:27	66:56:12	76:29:45	1588:24:52
Reducción %	42,8%	32,9%	46,7%	49,3%	54,0%	49,3%	51,6%	48,6%	42,1%	42,7%	31,0%	31,7%	44,4%

- Tabla 2: Cálculo de toneladas de lodo transportadas.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tn camión 12	1820,14	1452,40	1552,98	1227,96	1396,38	1865,28	1971,78	1160,44	1009,50	1228,94	916,36	908,38	16510,54
Tn camión 16	1247,52	1144,96	1087,40	1042,50	1114,80	1151,20	985,88	1115,44	1108,80	1079,90	715,72	671,40	12465,52
Tn camión 26	153,98	53,28	468,72	366,94	439,10	150,80	152,20	531,66	355,80	149,46	337,14	522,16	3681,24
TOTAL REAL	3221,64	2650,64	3109,10	2637,40	2950,28	3167,28	3109,86	2807,54	2474,10	2458,30	1969,22	2101,94	32657,30
Tn camión 12	604,93	941,75	620,92	506,68	614,60	705,68	855,96	657,18	607,38	668,89	553,55	450,89	7788,41
Tn camión 16	949,45	622,85	609,49	558,60	322,90	408,40	236,83	327,79	455,39	385,58	575,36	729,86	6182,50
Tn camión 26	379,81	25,06	182,49	121,20	124,32	26,25	26,05	25,46	51,18	51,52	52,28	79,54	1145,16
TOTAL ESTIMADO	1934	1590	1413	1186	1062	1140	1119	1010	1114	1106	1181	1260	15116

- Tabla 3: Cálculo del producto tonelada por kilómetro en la situación real.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tn*km (camión 12)	122610	91365	108561	113381	98735	128935	121777	47462	73535	99761	77179	74314	1157615
Tn*km (camión 16)	91682	82910	83661	101966	103298	110458	53140	80124	90802	96828	63887	46334	1005089
Tn*km (camión 26)	5493	4151	39427	36457	47546	10939	10551	33165	25872	12216	31287	28353	285456

- Tabla 4: Cálculo del producto tonelada por kilómetro en la situación estimada.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tn*km (camión 12)	42560	64845	43573	45007	50152	60522	49157	39190	46655	58613	47938	34191	582403
Tn*km (camión 16)	63950	39435	48645	51844	25158	27105	15238	18129	36215	31873	49902	46975	454468
Tn*km (camión 26)	25275	1904	13052	9846	12107	1286	1563	1629	3992	3349	4810	8174	86986

- Cálculo de la planificación alternativa.
 - Tabla 5: Viajes realizados con el camión de 26 toneladas.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
24-26 Tn	0	1	3	1	3	1	1	1	0	0	0	2	13
48-52 Tn	12	0	4	4	2	0	0	0	2	2	2	3	29
76-78 Tn	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Tn camión 26	379,81	25,06	182,49	121,20	124,32	26,25	26,05	25,46	51,18	51,52	52,28	79,54	1145,16

- Tabla 6-7-8: Distribución sobre los camiones en propiedad de la empresa subcontratada.

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tn (camión 12)	207,36	9,06	102,49	73,20	60,32	10,25	10,05	9,46	35,18	19,52	36,28	31,54	604,71
Tn (camión 16)	172,45	16,00	80,00	48,00	64,00	16,00	16,00	16,00	16,00	32,00	16,00	48,00	540,45

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Horas camión 12	28:02:21	1:40:27	11:12:32	9:18:29	12:04:44	1:01:47	1:13:49	1:33:41	5:41:18	2:53:46	5:49:24	5:05:00	85:37:18
Horas camión 16	15:44:12	1:40:27	6:27:28	4:28:27	7:35:00	1:01:47	1:13:49	1:33:41	1:56:16	3:53:46	1:56:28	6:05:00	53:36:21

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Tn*km (camión 12)	14563,00	688,00	7291,00	3777,00	5771,00	502,00	603,00	605,00	2744,00	1268,00	3338,00	3423,00	44573,00
Tn*km (camión 16)	10711,00	1216,00	5760,00	3120,00	6336,00	784,00	960,00	1024,00	1248,00	2080,00	1472,00	4751,00	39462,00

- Tabla 9: Consumo de gasóleo en gestión y reparto de lodos.

Gestión lodos	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Litros Gasóleo A	7433,48	6123,10	6813,79	7671,39	7679,85	8053,64	6586,69	4966,94	6119,81	6952,02	5362,35	4745,95	78509,00
Litros camión 12 Tn	4715,86	3608,13	4025,64	4213,71	3922,68	4700,82	4802,37	2175,50	2945,65	3994,14	3040,16	2946,12	45090,79
Litros camión 16 Tn	1924,43	2875,59	1881,17	2104,98	2505,57	3233,40	2571,39	2032,57	2305,74	2913,21	2154,82	1489,99	27992,85
Litros camión 26 Tn	116,13	73,35	568,91	654,01	865,59	198,41	227,09	640,38	477,70	230,86	551,05	548,70	5152,19
Reparto lodos	469,24	35,73	236,03	190,89	228,98	23,04	28,21	30,09	73,35	61,12	86,51	136,82	1600,01
Litros Gasóleo B	1771,87	1457,83	1709,97	1450,76	1622,63	1741,97	1710,39	1544,12	1360,77	1351,93	1083,05	1156,05	17961,35
	1063,79	874,29	777,08	652,55	583,99	627,17	615,35	555,73	612,66	608,28	649,65	693,15	8313,69

- Tabla 10: Contribución a la huella de carbono en la gestión y reparto de lodo.

Gestión lodos	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Gasóleo A Tn CO2 eq	18,93	15,59	17,35	19,53	19,55	20,50	16,77	12,65	15,58	17,70	13,65	12,08	199,88
	11,02	10,44	8,79	9,86	9,02	10,43	7,87	6,72	9,01	10,05	9,66	7,71	110,56
Camión 12 Tn	12,01	9,19	10,25	10,73	9,99	11,97	12,23	5,54	7,50	10,17	7,74	7,50	114,80
	4,90	7,32	4,79	5,36	6,38	8,23	6,55	5,17	5,87	7,42	5,49	3,79	71,27
Camión 16 Tn	6,62	6,22	5,65	7,14	7,36	8,03	3,96	5,48	6,87	6,94	4,51	3,19	71,96
	4,92	3,02	3,40	4,01	2,06	2,14	1,25	1,47	2,95	2,47	3,95	3,57	35,21
Camión 26 Tn	0,30	0,19	1,45	1,67	2,20	0,51	0,58	1,63	1,22	0,59	1,40	1,40	13,12
	1,19	0,09	0,60	0,49	0,58	0,06	0,07	0,08	0,19	0,16	0,22	0,35	4,07
Reparto lodos	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL
Gasóleo B Tn CO2 eq	4,52	3,72	4,36	3,70	4,14	4,44	4,36	3,94	3,47	3,45	2,76	2,95	45,79
	2,71	2,23	1,98	1,66	1,49	1,60	1,57	1,42	1,56	1,55	1,66	1,77	21,19