

Eficiencia Tecnológica en el Tratamiento de Lixiviados de Vertederos

Caso Práctico Vertedero de Areosa

Jesús Jiménez Rodríguez – Director Técnico





I+D LABORATORIO
PROPIO: ESTUDIOS A
MEDIDA



PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE
AGUAS



INTEGRACIÓN DE
TECNOLOGÍAS.



OPERACIÓN &
MANTENIMIENTO



ESTUDIOS EN
PLANTAS PILOTO



DISEÑO E INGENIERÍA DE
PLANTAS.



PRODUCTO QUÍMICO



CONSULTORÍA

EFICIENCIA TECNOLÓGICA EN EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE VERTEDERO

- EL OBJETIVO
- LA PROBLEMÁTICA
- LAS ALTERNATIVAS
- LA SELECCIÓN
- CONCLUSIONES

EL OBJETIVO

Seleccionar una composición tecnológica para:

1º) **SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL:** Garantizar el cumplimiento de la normativa atendiendo a los datos de diseño y su variabilidad

2º) **SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA:** Optimizar económicamente el proyecto en función a los factores locales.

LA PROBLEMÁTICA

CARACTERÍSTICAS GENERALES LIXIVIADOS



PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS LIXIVIADOS



pH	6,5 – 9
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	5.000 – 40.000
DQO (mg/l)	500 – 25.000
DBO₅ (mg/l)	10 – 10.000
NH₄⁺ (mg/l)	50 – 5.000
NO₃⁻ (mg/l)	0,01 – 50
Residuo seco (mg/l)	2.000 – 30.000

DATOS ANALÍTICOS DE DISEÑO

LEGISLACIÓN DE VERTIDO

EDAD DEL VERTEDERO

TIPO RESIDUOS ALMACENADOS

PLUVIOMETRÍA

MODAS TECNOLÓGICAS DE LA ZONA

ESTRATEGIA DE RECIRCULACIÓN

CAUDAL VERTIDO

EPC / EXPLOTADOR

**AUTORIZACIÓN VERTIDO / CONSUMO
INTERNO**

ESPACIO DISPONIBLE

POBLACIONES CERCANAS

**RECUPERACIÓN BIOGÁS Y CALIDAD
BIOGÁS**

EXISTENCIA MOTORES COGENERACIÓN

OTRAS FUENTES DE ENERGÍA Y COSTE

**RELACIÓN ENERGÍA DISPONIBLE vs.
CAUDAL VERTIDO**

**ALTERNATIVAS Y COSTES DE GESTIÓN DE
CONCENTRADOS Y RECHAZOS**

COSTE REACTIVOS QUÍMICOS

**COSTE ELECTRICIDAD Y POTENCIA
ADMISIBLE**

**ADAPTABILIDAD DE OPERACIÓN /
MANTENIMIENTO**

LAS ALTERNATIVAS

TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS



TRATAMIENTOS FÍSICO-QUÍMICOS

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Flotación / decantación de SS, AyG, metales y dureza coagulados y /o floculados	
RENDIMIENTO	ALTO	En contaminantes específicos (SS, metales, dureza y AyG): 80%
	NULO	En compuestos disueltos orgánicos, conductividad o nitrógeno
FLEXIBILIDAD	MALA	Pérdidas de rendimiento porque las dosis de reactivos no están enclavadas a las concentraciones de los contaminantes
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MODERADO	- Requiere supervisión para ajustar dosis - En ablandamiento pueden ocurrir fuertes incrustaciones en la línea de fangos con necesidad de mantenimiento correctivo
INVERSIÓN	MUY BAJA	
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	MUY BAJO	0,35 €/m ³ – 0,7 €/m ³
RECHAZO	MUY BAJO	0,25% - 0,75%.
APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Pretratamiento de ablandamiento en situaciones particulares de elevada dureza - Pretratamiento para eliminación de tóxicos, AyG y SS para tratamientos biológicos 	

(*) Electricidad, reactivos químicos, reposición membranas y energía

STRIPPING/SCRUBBER



STRIPPING/SCRUBBER

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Eliminación / fijación y concentración del amonio por desorción /absorción	
RENDIMIENTO	MUY ALTO	En Amonio: 80 -95%
	NULO	En el resto de compuestos
FLEXIBILIDAD	BUENA	Mantenimiento de rendimientos, recuperación y disponibilidad, a excepción de cambios de temperatura y pH ,que son fáciles de controlar
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BAJO	- Limpieza correctiva del relleno o sustitución en caso de ensuciamiento por SS
INVERSIÓN	BAJA	
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	BAJO	0,8 €/m ³ – 1,8 €/m ³
RECHAZO	BAJO	0,5 % - 1,5 %.
APLICACIÓN	-Afino para eliminación de nitrógeno en situaciones de bajos SS	

TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS AEROBIOS



TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS AEROBIOS

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Eliminación por metabolismos aerobios de la contaminación orgánica biodegradable a CO ₂ y el amonio a N ₂	
RENDIMIENTO	ALTO	- En DQO biodegradable y amonio: 80 – 98%
	MODERADO	- En DQO poco biodegradable
	NULO	- En conductividad, sales y compuestos refractarios
FLEXIBILIDAD	MALA	Los cambios en cargas , tóxicos y naturalezas de la contaminación requieren un periodo de adaptación con posibles efectos en rendimiento y/o disponibilidad
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MODERADO / ALTO	-En MBR posibilidad de pérdida de flux que requiere limpieza correctiva o sustitución - Se requiere supervisión para mantener la estabilidad biológica
INVERSIÓN	ALTA	En cabeza con agua bruta
	BAJA	En cola como afino
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	ALTO	En cabeza con Agua Bruta: 2,50 €/m ³ – 5,00 €/m ³
	MUY BAJO	En cola como Afino: 0,20 €/m ³ – 0,90 €/m ³
RECHAZO	BAJO	En cabeza con Agua Bruta y línea de fangos: 0,5% - 2%
	MUY BAJO	En cola como Afino sin línea de fangos: 0,1% - 0,9%
APLICACIÓN	-Tratamiento de vertidos con cumplimiento de conductividad del agua bruta - Afino de tratamientos de concentración.	

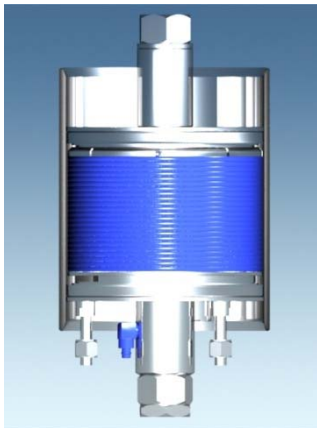
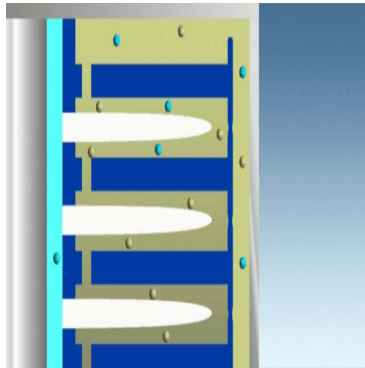
ÓSMOSIS INVERSA CON MEMBRANAS EN ESPIRAL



ÓSMOSIS INVERSA CON MEMBRANAS EN ESPIRAL

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Osmotización de agua con membranas en espiral de alta compacidad	
RENDIMIENTO	MUY ALTO ALTO	En todas las especies fundamentales: 90 – 99% En amonio: 75 – 90%
FLEXIBILIDAD	MODERADA / BUENA	- No hay pérdida de rendimiento por cambios en la contaminación. - La variación del agua bruta puede provocar disminución recuperación
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MODERADO	- Fallos de operación o cambios sustanciales puede provocar limpiezas correctivas de membranas o sustitución.
INVERSIÓN	MODERADA MUY BAJA	Tratamiento agua bruta Afino tras evaporación y/o MPCR®
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	MODERADO	2 €/m ³ – 3 €/m ³
RECHAZO	ALTO	Concentración inicial: 30 % - 50 %
APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Afino y concentración tras MBR de agua bruta - Afino final de tratamientos previos de evaporación y/o MPCR® - Concentración inicial previa a evaporación 	

ÓSMOSIS INVERSA CON MEMBRANAS DE PLATOS (MPCR®)



ÓSMOSIS INVERSA CON MEMBRANAS DE PLATOS (MPCR®)

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Osmotización de agua con membranas de amplio canal de paso y sistemas de alta presión	
RENDIMIENTO	MUY ALTO	En todas las especies fundamentales: 90 – 99%
	ALTO	En amonio: 75 – 90%
FLEXIBILIDAD	BUENA	<ul style="list-style-type: none"> - No hay pérdida de rendimiento por cambios en la contaminación. - La variación del agua bruta puede provocar disminución recuperación
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MODERADO	-Fallos de operación o caumbios sustanciales puede provocar limpiezas correctivas de membranas o sustitución.
INVERSIÓN	MODERADA	
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	MODERADO	2,70 €/m ³ – 3,70 €/m ³
RECHAZO	MODERADO / ALTO	15% - 30%
APLICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Tratamiento principal con necesidades moderadas/bajas de rechazo - Concentración inicial previa a evaporación 	

EVAPORACIÓN CON CONDENSACIÓN



EVAPORACIÓN CON CONDENSACIÓN

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Ebullición con aporte energético de fluido calefactor y posterior condensación con circuito de refrigeración de los compuestos volátiles en las condiciones de presión y temperatura de la evaporación.	
RENDIMIENTO	MUY ALTO	En todas las especies fundamentales: 90 – 99%
	ALTO	En amonio: 30% - 85% (en función pH de trabajo)
FLEXIBILIDAD	MUY BUENA	- Mantenimiento de rendimientos, disponibilidad y recuperación en una horquilla amplia de condiciones de entrada
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MODERADO / BAJO	- Limpiezas correctivas mecánicas de alta eficacia - En caso de calderas de biomasa, limpieza de caldera por acumulación de cenizas.
INVERSIÓN	ALTA	
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	MODERADO	Con aprovechamiento energético: 2,00 €/m ³ – 3,20 €/m ³
	ALTO	Sin aprovechamiento energético: 7,00 €/m ³ – 25,00 €/m ³
RECHAZO	BAJO	1% - 7%
APLICACIÓN	- Tratamiento principal en situaciones de bajo caudal - Concentración final tras tratamientos de ósmosis	

EVAPORACIÓN ATMOSFÉRICA



EVAPORACIÓN ATMOSFÉRICA

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Transferencia de masa a corriente de aire con o sin aporte energético de fluido calefactor con emisión a la atmósfera de los compuestos volátiles en las condiciones de presión y temperatura de la evaporación.	
RENDIMIENTO	N/A	Los contaminantes volátiles se transfieren a la atmósfera
FLEXIBILIDAD	MALA BUENA	- Pérdida elevada de disponibilidad en condiciones de alta humedad relativa sin aporte de calor - Mantenimiento de rendimientos y recuperación en una horquilla amplia de condiciones de entrada
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MODERADO /BAJO	- Limpiezas de rellenos para mantener rendimientos.
INVERSIÓN	ALTA	
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	MODERADO	2,00 €/m ³ – 3,30 €/m ³
RECHAZO	BAJO / MODERADO	5 % - 12 %
APLICACIÓN	- Tratamientos con capacidad de acumulación anual y aceptación de emisiones.	

ESTABILIZACIÓN / SOLIDIFICACIÓN



ESTABILIZACIÓN / SOLIDIFICACIÓN

PRINCIPIO FUNCIONAMIENTO	Reducción de la contaminación y el potencial peligroso de n residuo mediante fijación química y estructural	
RENDIMIENTO	ALTO	En cationes
	BAJO	En aniones (cloruros, nitratos, sulfatos,...) y compuestos orgánicos
FLEXIBILIDAD	MALA	Pérdidas de rendimiento porque las dosis de reactivos no están enclavadas a las concentraciones de los contaminantes
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MUY ALTO	-Reactivos muy incrustantes que requieren atención y limpiezas preventivas y correctivas habituales - Requiere supervisión para ajustar dosis
INVERSIÓN	ALTA	
COSTES DE EXPLOTACIÓN (*)	MUY ALTO	67 €/m ³ – 89 €/m ³
RECHAZO	MUY ALTO	120% - 140%. Cambio en la clasificación peligrosa del residuo
APLICACIÓN	-Tratamiento final de concentrados de evaporación sin alternativas de gestión	

LA SELECCIÓN

PREGUNTAS FUNDAMENTALES

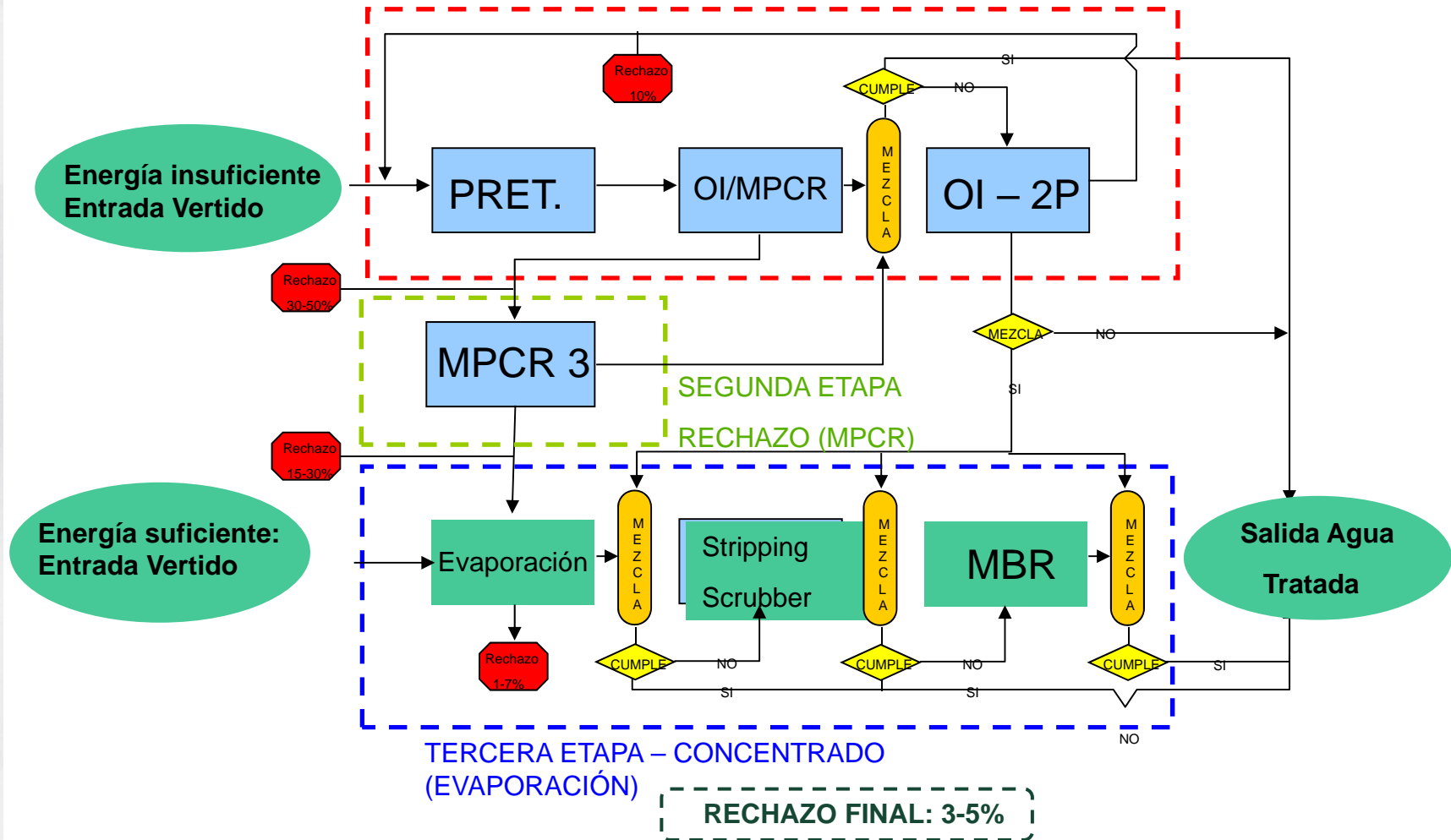
¿La
conductividad o
todas las sales
del agua bruta
cumplen con la
legislación?

¿De cuánta
energía
excedente se
dispone?



CONCEPTO MPCR®_BIODESTIL®

PRIMERA ETAPA – PERMEADO (ÓSMOSIS INVERSA)



Capacidad de pilotar

Planta Piloto Palos de la Frontera - Huelva
Centro de Transferencia de Residuos Peligrosos
Biodestil 200 l/h
Año 2.000



Planta Piloto Evaporación Dos Efectos/cristalizador 2012
Caudal 50 l/hr.



Planta Piloto MBR



Planta Piloto MPCR



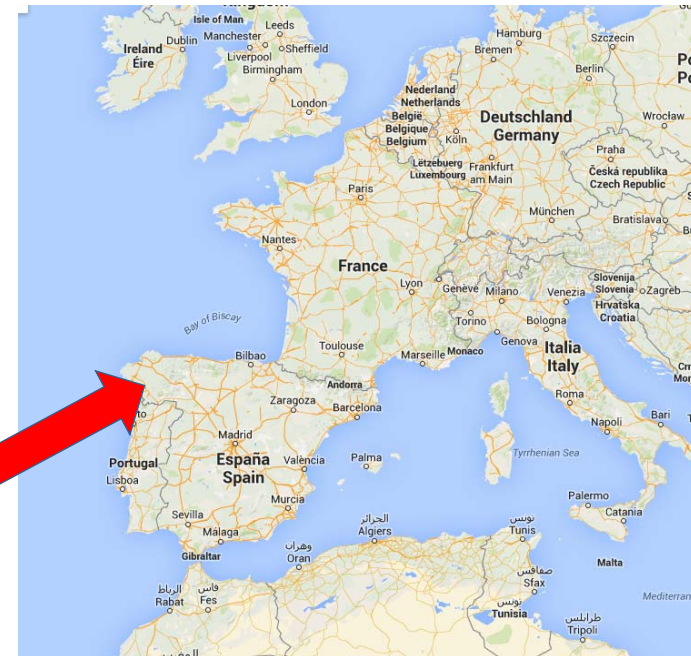
Más de treinta referencias en tratamiento de lixiviados



CASO PRÁCTICO: COPASA - 2014

Tratamiento Lixiviados Areosa Sogama - España

- *Comienzo actividad vertedero: 1996*
- *Capacidad tratamiento: 550.000 tm /año*



CONDICIONANTES DE DISEÑO

- CAPACIDAD AGUA TRATADA NETA: 320 m³/d.
- 2 LÍNEAS INDEPENDIENTES
- PLANTAS MÓVILES
- ENERGÍA TÉRMICA NO DISPONIBLE
- RECIRCULACIÓN TOTAL PERMITIDA
- PLUVIOMETRÍA MUY ELEVADA
- PLAZO DE EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA: 20 SEMANAS

PARÁMETRO	UNIDAD	ENTRADA	SALIDA
pH		8,00	5,5-9,5
Conductividad	μS/cm	41.700,00	1.000
SS	mg/l	484,00	
TDS	mg/l	20.850,00	
Amonio	mgNH ₄ ⁺ /l	5.217,00	19,29
Bicarbonatos	mg/l	18.056,00	
Cloruros	mg/l	8.112,00	2.000,00
DBO ₅	mg/l	2.390,00	
DQO	mg/l	6.346,00	160,00

INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA

TANQUES AGUA BRUTA



Capacidad Punta: 2 x 291m³/d
Recuperación global > 61%
Disponibilidad > 90%

AGUA BRUTA: 2 X 262 m³/d
Conductividad: 41.700 µS/cm
Amonio: 5.217 mg/l

PERMEADO 2: 2 X 160 m³/d
Conductividad: <500 µS/cm
Amonio: 10 mg/l



PERMEADO 2: 2 X 160 m³/d
Conductividad: <500 µS/cm
Amonio: 100 mg/l

MPCR® 1 (BW - 90bar)
R = 55% - 60%



PERMEADO 1: 2 X 178 m³/d
Conductividad: 4.000 µS/cm
Amonio: 750 mg/l



FILTRACIONES SEGURIDAD
R>98%

MPCR® 3 CONCENTRACIÓN (BW - 100bar)
R= 12% - 18%



MPCR® 2 AFINO (SW - 60bar)
R=85% - 90%

RECHAZO FINAL: 2 X 102 m³/d
Conductividad: 100.000 µS/cm



CONCLUSIONES

- Por su complejidad y los numerosos condicionantes locales, cada caso requiere un análisis particular y una solución a medida.
- La solución en prácticamente todos los casos va a requerir una integración tecnológica para alcanzar una solución fiable que se adapte a las necesidades particulares y optimice el coste.
- Esta optimización económica normalmente pasa por la minimización máxima de rechazos y el aprovechamiento integral de los excedentes energéticos.
- La solución MPCR® + EVAPORACIÓN presenta una altísima adaptabilidad a numerosos condicionantes, y se ajusta a los criterios de óptimo económico
- En cualquier caso, lo más razonable es delegar el diseño y la construcción de las plantas de tratamiento en empresas especializadas, con amplia experiencia en el sector que sepan tener en cuenta las múltiples variables y puedan aportar diferentes alternativas.



Contacto

COLOMBIA

Avenida El Dorado (Calle 26) # 69C-03 Oficina 710 Torre C
Teléfono: 0057 (1) 2105315
Bogotá DC - COLOMBIA

MÉXICO, DISTRITO FEDERAL

Avda. Periférico Sur, 3325 2º piso
Colonia San Jerónimo Lidice Delegación Magdalena
Contreras C.P. 10200
Tlf: +55 5006 9859

ESPAÑA

SEVILLA

C/ Parsi 3, nº 10, 41016 Sevilla
Tlf.: 954181412

MADRID

Príncipe de Vergara, nº 5, 1º Dcha
28001 Madrid
Tlf: 915 752 010

SANTIAGO DE COMPOSTELA

Rúa Otero Pedrayo, nº 11 nave 3,
Parque Empresarial de Sigüeiro CP 15888 OROSO (A
Coruña)
Tlf.: 0034 981 68 80 72



Empresa Certificada en
ISO14001 e ISO 9001



Empresa Certificada como Proveedor Homologado
por el Sistema REPRO de ACHILLES

