



**Universidad  
Zaragoza**

Trabajo Fin de Máster

**EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA DE  
GESTIÓN COLECTIVA DE PURINES  
EN PEÑARROYA DE TASTAVINS  
(TERUEL)**

**María José Ruesta Oliván**

Director

Ramón Barberán Ortí

Facultad de Economía y Empresa

2012

# EVALUACIÓN DEL LA POLITICA DE GESTION COLECTIVA DE PURINES EN PEÑARROYA DE TASTAVINS (TERUEL)

## 1. INTRODUCCIÓN

## 2. PROBLEMÁTICA ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL SECTOR PORCINO

### 2.1. El sector porcino en el contexto nacional e internacional.

### 2.2. El sector porcino en Aragón.

### 2.3. Impacto ambiental de la gestión de purines

*2.3.1. Calentamiento global.*

*2.3.2. Contaminación del agua – Eutrofización.*

*2.3.3. Acidificación.*

*2.3.4. Contaminación del suelo.*

*2.3.5. Olores.*

*2.3.6. Riesgos sanitarios.*

## 3. LA POLÍTICA DE GESTIÓN DE PURINES

### 3.1. La regulación ambiental de la gestión de purines.

*3.1.1. La normativa europea.*

*3.1.2. La normativa española.*

*3.1.3. La normativa autonómica: el caso de Aragón.*

### 3.2. Los Programas de Acción Comunitaria y los Planes Estratégicos.

*3.2.1. El Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente.*

*3.2.2. Planes Estratégicos nacionales.*

*3.2.3. Planes Estratégicos autonómicos: el caso de Aragón.*

## 4. LA GESTIÓN DE PURINES EN PEÑARROYA DE TASTAVINS

### 4.1. El proyecto de gestión colectiva de purines.

### 4.2. La planta de tratamiento biológico.

### 4.3. Tastavins Centro Gestor de Estiércoles S.L.

## 5. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN COLECTIVA DE PURINES

### 5.1. El estudio del caso como método de investigación.

### 5.2. La reducción de variables contaminantes.

*5.2.1. Las emisiones a la atmósfera.*

*5.2.2. La contaminación de agua y suelo.*

### 5.3. Valoración financiera y económica del proyecto.

*5.3.1. Valoración financiera.*

*5.3.2. Valoración económica.*

## **CONCLUSIONES**

### **ANEXOS**

**Anexo I.** Análisis de viabilidad financiera de Tastavins CGE.

**Anexo II.** Análisis de viabilidad financiera de Tastavins CGE (incluye tarifa del ganadero).

**Anexo III.** Análisis de viabilidad económica del proyecto en Peñarroya de Tastavins. (Teruel).

### **BIBLIOGRAFIA**

## 1. INTRODUCCIÓN

Los problemas medioambientales no son nuevos, ahora bien, es en nuestros días cuando el deterioro medioambiental se está generalizando e incrementando con mayor rapidez y virulencia. Las actuales características económicas, demográficas y tecnológicas hacen que los efectos negativos de la actividad económica sobre el medio ambiente se difundan cada vez más fácilmente, y los que fueron efectos locales y fácilmente corregibles se han convertido en fenómenos globales.

En este sentido no es de extrañar que la calidad del medio ambiente haya pasado a ocupar un primer plano social y que en las últimas décadas se hayan desarrollado numerosas políticas dirigidas a la solución de problemas ambientales generados por el crecimiento económico. Un ejemplo de ello, y objeto de nuestro estudio, es la política desarrollada para una correcta gestión de purines en Peñarroya de Tastavins (Teruel). Analizaremos la mejora ambiental que genera dicha política en términos de reducción de variables contaminantes y su impacto sobre agua, suelo y aire y valoraremos la viabilidad financiera y económica del proyecto.

Se entiende por purín porcino la mezcla de las deyecciones del ganado porcino, líquidas, como resultado del tipo de alimentación (con contenidos proteicos y energéticos elevados) y del manejo actual del lecho (o cama) del ganado, la comida que no se aprovecha, el agua de bebida que se derrama, y el agua de limpieza y/o de refrigeración (Teira 2008).

La concentración del número de explotaciones en determinadas zonas del territorio supone una aglomeración del número de plazas y por tanto del volumen de purín producido. El purín puede constituir un subproducto de elevado valor como fertilizante orgánico, pero una inadecuada gestión del mismo, lleva aparejada la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de la atmósfera. El contenido en nitrógeno y fósforo del estiércol porcino es uno de los aspectos derivados de esta actividad que más implicaciones medioambientales tiene. Su concentración en determinadas zonas puede suponer un desequilibrio entre la producción de purín y las necesidades locales de los cultivos que permitan un uso adecuado como abono orgánico, pudiendo provocar un impacto negativo sobre el medio ambiente. Este impacto tiene dos orígenes, uno derivado de la naturaleza del animal y otro resultado de sistemas de producción diseñados para maximizar ganancias y rendimientos. Los desechos porcinos afectan directamente a las condiciones del agua, suelo y aire, generan olores y plagas de insectos y tienen efectos indirectos sociales, políticos e incluso estéticos muy difíciles de cuantificar.

A este modelo de crecimiento económico de las explotaciones ganaderas se suman aspectos culturales como son la resistencia de los poricultores a enfrentar el problema ambiental, por considerar que su solución representa sólo un coste y no un beneficio, la falta de confianza en las tecnologías diseñadas para otros climas y condiciones, el desconocimiento de los costes reales de los diversos sistemas de tratamiento y el limitado conocimiento de la legislación ambiental, fiscal y de las normas vigentes. Las irregularidades administrativas en el cumplimiento de la normativa y la politización de los problemas ambientales condicionan la actuación de los productores de purín, que tienen claros incentivos a una gestión donde no son considerados los impactos negativos a la sociedad, y cuya regeneración supone un coste en términos financieros para la administración y en términos de calidad ambiental para los ciudadanos.

Desde un punto de vista de la administración, la problemática ambiental derivada de los purines ha dado origen a una extensa normativa jurídica, impulsada por la Unión Europea, que exige determinados comportamientos a los ganaderos para el correcto funcionamiento de sus explotaciones y sirve como mecanismo de control. Por otra parte también se han elaborado *Planes Estratégicos*, con acciones de planificación ambiental donde la coordinación entre instancias públicas y agentes privados es fundamental para la consecución de los objetivos planteados.

Bajo este marco se ha desarrollado el *proyecto de gestión colectiva del purín* en Peñarroya de Tastavins (Teruel), objeto de valoración en nuestro estudio, cuyo objetivo es la aplicación de un nuevo modelo de gestión basado en “las mejores técnicas disponibles” y adaptado a las circunstancias socio-económicas de la zona.

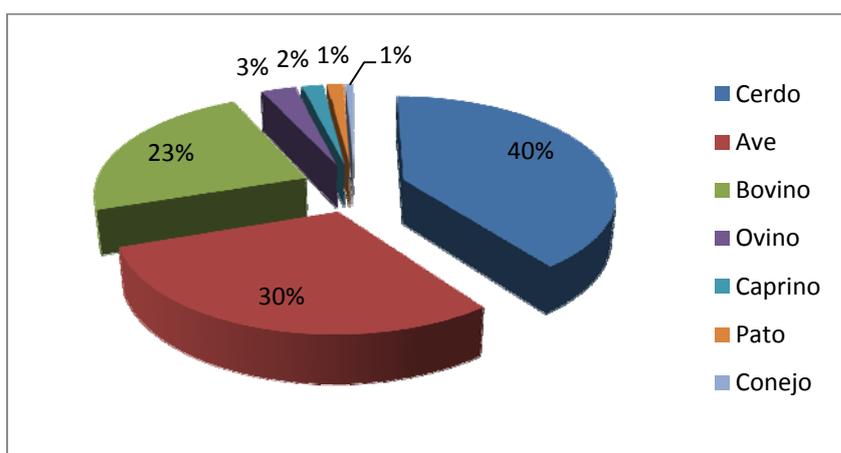
## 2. PROBLEMATICA ECONÓMICA Y AMBIENTAL DEL SECTOR PORCINO

### 2.1. El sector porcino en el contexto nacional e internacional

El balance de producción de carne<sup>1</sup>, se puede considerar como una medida de la intensidad productiva y un reflejo de los diferentes sistemas de producción utilizados.

La producción de carne porcina en 2009 (FAOSTAT, 2011), se situaba en primer lugar entre los diferentes tipos de carne de ganado a nivel mundial. Representa el 40% de la producción total y se sitúa muy por encima de la producción de carne de ave (30%) y de la producción de carne de bovino (23%). Del año 2008 al 2009, la producción de carne porcina es la que más ha aumentado con un 2,79%, seguido de la carne de pato con un 1,73%. Por contra, la carne de conejo, la de ovino y la de bovino han disminuido. La carne de cerdo continúa siendo en la actualidad la carne más consumida a nivel mundial. Los países desarrollados presentan un consumo medio de unos 30 Kg, que superan los 40 kg en la UE y EEUU.

Figura 1.- Producción de carne a nivel mundial de los diferentes tipos de ganado en el 2009, expresado en porcentajes y en miles de toneladas



Fuente: FAOSTAT. Abril 2011.

<sup>1</sup> EL balance de producción animal de carne se determina mediante un balance anual en kilos que incluye datos sobre el inventario inicial y el final, salidas por venta, traslados y consumo en el establecimiento y entradas por compras y traslados de otra procedencia.

En el sector porcino, Asia ocupa el primer lugar a nivel mundial en producción de carne, siendo el continente más importante en cuanto a censo y producción, y con un crecimiento más fuerte en las últimas décadas que lo sitúa muy por delante de los otros continentes. Alemania y España, se posicionan como los países con mayor producción de carne de cerdo del continente Europeo y siguen siendo los primeros del resto de países europeos en producción porcina. De esta forma la distribución por continentes se configura de la siguiente forma: Asia (57%), produciendo más de la mitad de carne de cerdo mundial, seguido de Europa (25%) y América del Norte y Central (13%). Tal distribución no ha sido siempre así, ya que hasta finales de los años 80 Asia y Europa aportaban casi la misma producción de carne, pero en la década de los 90 Asia empezó a ser la primera en producción de carne.

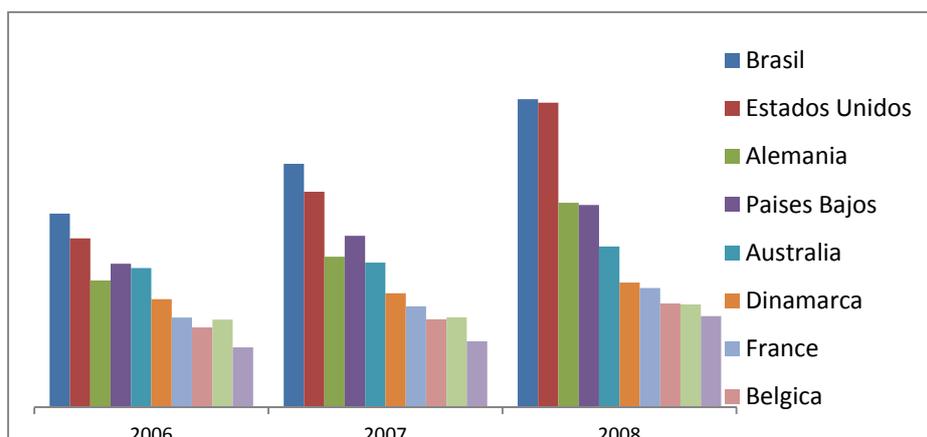
Tabla 2.- Producción de carne de porcino (1000 toneladas)

	1999-2001	2003-2005	2007	2008	2009
China	40.769	44.845	43.933	47.190	49.879
Estados Unidos de América	8.682	9.247	9.951	10.599	10.442
Alemania	4.053	4.354	4.985	5.111	5.277
España	2.929	3.145	3.439	3.484	3.291
Brasil	2.546	2.990	2.990	3.015	2.924
Vietnam	1.414	2.032	2.553	2.470	2.553
Rusia	1.517	1.623	1.873	2.042	2.169
Francia	2.327	2.302	2.031	2.029	2.004
Polonia	1.938	2.034	2.151	1.920	1.735
Filipinas	1.217	1.388	1.617	1.606	1.710
Italia	1.487	1.565	1.603	1.606	1.588
Dinamarca	1.661	1.788	1.802	1.707	1.585
Japón	1.255	1.260	1.251	1.249	1.310
Países Bajos	1.589	1.280	1.290	1.318	1.275
México	1.027	1.068	1.152	1.161	1.163
Bélgica	1.052	1.031	1.061	1.056	1.082
Otros	14.665	15.126	16.451	16.387	12.606
<b>TOTALES</b>	<b>90.127</b>	<b>97.077</b>	<b>100.133</b>	<b>103.951</b>	<b>102.593</b>

Fuente: FAOSTAT (2010).

Sin embargo, para hacernos una idea del potencial productivo de los países nos referiremos a su nivel de exportación y comprobamos que a la cabecera se encuentra Brasil, seguido por Estados Unidos, y que seis de los diez países con mayor exportación de carne de porcino son países europeos, entre ellos España.

Tabla 3.- Principales países exportadores de carne de porcino.



Fuente: FAOSTAT (2010).

Como se refleja en estos datos la UE-27 es una importante región productora responsable de alrededor del 20% del volumen mundial y de dos tercios de las exportaciones mundiales aunque la mayor parte de ellas son intracomunitarias.

La distribución de censo de cerdo en la UE-27 se encuentra muy concentrada, únicamente 6 países, Alemania (19%), España (18%), Polonia (10%), Francia (10%), Dinamarca (9%) y Holanda (9%), representan el 75% del censo comunitario. Alemania y España casi contienen el mismo número de cabaña porcina, siendo los países más importantes en censo porcino de la Unión Europea. En los últimos 10 años, el país que ha tenido un mayor incremento en el censo de cerdo ha sido España con una variación de más del 16%, sin embargo del año 2008 al 2010 el censo porcino español se ha visto disminuido en un 1,88%. Rumanía, Italia y Alemania han aumentado su censo en un 13,62%, 7,81% y 4,40% respectivamente en los últimos diez años, mientras que entre los años 2008 y 2010 el aumento ha sido ligero en Alemania e Italia, pero ha disminuido considerablemente en Rumanía. Hay que destacar la pérdida de censo porcino del Reino Unido, un 26,28% menos de cabezas en el período 2000-2010.

Tabla 4.- Evolución de la cabaña porcina en los 10 países más importantes en producción porcina de la UE-27 en el período 2000 - 2010 (miles de cabeza).

	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Alemania	25.766,8	26.251,5	26.334,8	26.820,6	26.718,6	26.900,8
España	22.149,3	23.517,7	24.895,0	26.218,7	26.289,6	25.795,4
Polonia	16.991,5	18.997,0	17.395,6	18.813,0	14.242,3	14.775,7
Francia	15.168,0	15.378,0	15.150,0	15.009,0	14.810,0	14.510,0
Dinamarca	12.642,0	12.879,0	13.407,0	13.613,0	12.195,0	12.293,0
Holanda	12.822,0	11.154,0	11.140,0	11.220,0	11.735,0	12.206,0
Italia	8.645,5	9.166,0	8.971,8	9.281,1	9.252,4	9.321,1
Bélgica	7.266,2	6.600,2	6.318,7	6.303,6	6.207,6	6.227,9
Rumanía	4.797,0	5.058,0	6.494,7	6.814,6	6.173,7	5.450,2
Reino Unido	5.948,2	5.330,1	4.787,4	4.731,0	4.550,0	4.385,0

Fuente: Grupo Gestión Porcina (2010).

En el conjunto de Europa, el ganado porcino contabilizó en 2010 un censo de casi 152 millones de cabezas, así como una producción de carne de 22 millones de toneladas, representando el 25% de la producción mundial. En la distribución por países el año 2010, Alemania ocupa el primer lugar en la Unión Europea con un 25%, seguido de España (15%), Francia (9%), Polonia (8%), Dinamarca (8%), Italia (7%) y Holanda (6%). Si se analizan las variaciones de producción de carne de los diferentes países respecto el año 2000, se observa como Alemania ha sido el país en los últimos 10 años con un mayor crecimiento, un incremento del 36,6%. Detrás se encuentra España con un crecimiento de casi del 17% y Holanda con un crecimiento del 9,7%.

Tabla 5.- Evolución de la producción de carne de cerdo en los 10 países más importantes en producción porcina de la UE- 27 (miles de toneladas)

	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Alemania	3.981,8	4.110,1	4.307,9	4.662,2	5.114,3	5.437,7
España	2.912,3	3.070,1	3.076,1	3.235,2	3.484,3	3.400,8
Polonia	2.317,9	2.350,4	2.310,5	2.262,7	2.276,6	2.010,3
Francia	1.892,0	1.981,0	1.923,4	2.071,3	1.888,0	1.741,4
Dinamarca	1.624,4	1.759,3	1.809,4	1.748,5	1.707,4	1.666,3
Holanda	1.488,4	1.535,9	1.589,8	1.556,0	1.606,0	1.632,7
Italia	1.622,7	1.377,1	1.287,2	1.264,8	1.317,7	1.288,2
Bélgica	1.055,2	1.043,5	1.031,9	1.006,2	1.056,1	1.129,0
Reino Unido	923,0	795,2	720,0	696,5	739,6	774,4
Austria	502,0	511,4	515,5	505,2	525,8	542,1

Fuente: Grupo Gestión Porcina (2010).

España ocupa el segundo lugar en importancia según datos del censo porcino de los países de la Unión Europea (FAO 2010). Actualmente existen aproximadamente 95.000 explotaciones porcinas en nuestro país con un censo de 25 millones de cabezas que aportaron a la producción agraria 4.325 millones de euros en 2009.

Si realizamos un análisis de la evolución del censo de cerdo en España en los últimos 35 años las comunidades autónomas donde más ha aumentado el número de censo de porcino durante este período han sido Aragón, Catalunya, Castilla y León, Extremadura y Castilla la Mancha, siendo Catalunya y Aragón las comunidades autónomas donde más concentración de cabaña porcina hay, y siendo Aragón la Comunidad Autónoma donde se ha dado una mayor crecimiento de censo porcino, muy por delante de las otras comunidades autónomas. En los últimos cinco años las comunidades que más han aumentado su cabaña porcina en estos años han sido Galicia (22%) y Aragón (18,4%). Cataluña ha tenido un pequeño aumento del 2,7% y el resto de las comunidades han disminuido su cabaña porcina, conformando una disminución en España del -0,7%.

En términos de concentración de la cabaña porcina y según datos de *Encuestas Ganaderas* realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino (MARM) cinco comunidades autónomas concentran el 76% del censo español. Cataluña a la cabeza supone un 26% del total, seguido por Aragón con un 22%, Castilla y León con un 13%, Andalucía con un 8% y Murcia con un 7%.

Tabla 6.- Ganado porcino por CCAA

<b>Comunidades Autónomas</b>	<b>Total animales</b>
Galicia	1.018.941
P. de Asturias	15.281
Cantabria	2.138
País Vasco	18.817
Navarra	658.390
La Rioja	105.713
Aragón	5.580.049
Cataluña	6.722.695
Baleares	70.268
Castilla y León	3.450.037
Madrid	18.362
Castilla la Mancha	1.582.180
C. Valenciana	1.168.836
R de Murcia	1.749.885
Extremadura	1.349.930
Andalucía	2.119.523
Canarias	72.994
<b>España</b>	<b>25.704.039</b>

Fuente MARM (2010).

En el caso español el sector de la carne de cerdo es uno de los principales en el sector agroalimentario, aglutinando un tercio de la producción ganadera y un 11% de la producción agrícola. En el año 2010 se sacrificaron en España un total de 40.144.067 millones de cabezas de porcino, aportando un total de 3.389.067 toneladas de carne, un 3% más que el año 2009. Cataluña produce un 41% de la producción total de carne de porcino de España, seguida por Castilla y León con un 13%, Castilla la Mancha con un 9% y Andalucía con un 8%.

Si analizamos la evolución de producción de carne de cerdo en España en los últimos diez años, comprobamos que en 2002 España superó la producción con más de 3 millones de toneladas, siendo los años 2007 y 2008 los años de más producción de carne de cerdo, superando los 3,4 millones de toneladas. El año 2010 se llegó a los 3.389.772 millones de toneladas de carne de cerdo, un 1,8% menos que el año 2008 y un 3% más que el año 2009. Respecto el año 2000, el aumento de carne de cerdo ha sido del 16,4%.

En referencia a la exportación, nuestra carne de cerdo, con la apertura de múltiples mercados, tanto de la UE como de otras partes del mundo, está siendo uno de los grandes salvoconductos de nuestro mercado ganadero. Los cambios en los hábitos de consumo están haciendo que las exportaciones españolas sigan gozando de buena salud, y así lo demuestran unas cifras, que a pesar de la crisis, se han mantenido estables, con 1,26 millones de

toneladas de carne porcina exportada en 2010. Hay que destacar que el crecimiento se ha producido solamente en exportaciones a otros países de la UE, mientras que se ha producido un descenso del 28% en las exportaciones a terceros países. Uno de los factores más perjudiciales ha sido la cotización euro-dólar que favoreció que los mercados habituales destinatarios de las exportaciones europeas estén siendo sustituidos por otros países productores como Estados Unidos o Brasil. Por otra parte las importaciones de carne porcina en España que han disminuido desde el 2007, se sitúan en 204.445 toneladas en 2010.

Grafico 1.- Evolución del comercio intracomunitario de España en el sector de carne de porcino.

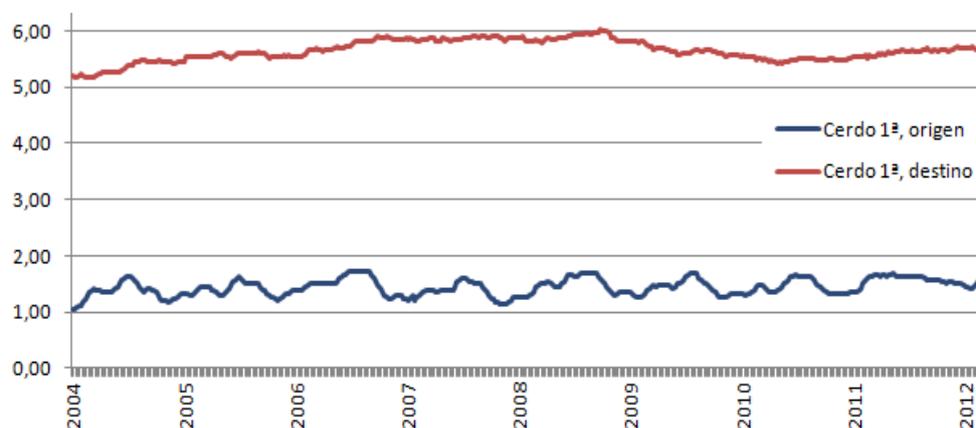


Fuente: A.E.A.T. Elaboración propia

La evolución de los precios de la carne de cerdo, como precio realmente percibido por los productores porcinos, depende más allá de la coyuntura, de múltiples parámetros: tipos de cerdos, peso de venta, tamaño de los lotes, transporte (salida explotación/entrega en matadero), presentación de la canal, rendimiento de la canal y plazo de cobro.

Como se observa en el gráfico 2 existe un gran diferencia de los precios de origen percibidos por los ganaderos y el de destino que soporta el consumidor final. Esto provoca que los productores tengan unos márgenes muy ajustados, ya que el incremento del precio se produce en el proceso de transformación cuyo recorrido comienza en el matadero y finaliza el los puntos de venta. Se puede observar que el precio pagado por los consumidores es hasta 5 veces superior al precio de origen.

Grafico 2- Evolución de los precios en origen y destino de la carne de cerdo



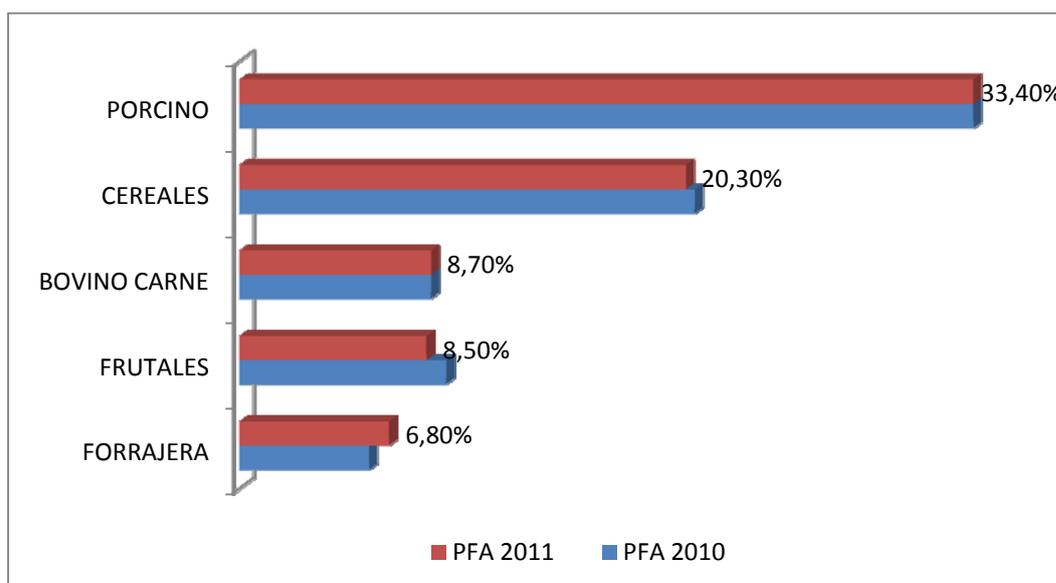
Fuente: MARM (2012)

En estos momentos el sector porcino español, al igual que otros sectores ganaderos, está viviendo la más profunda crisis de su historia. Las causas son fáciles de entender los costes de producción están por encima de los precios de venta. El problema radica en que simultáneamente están operando situaciones que por un lado están encareciendo los costes de producción con un incremento medio del 50% de los precios de las materias primas como la cebada, el trigo y el maíz y por otro lado están impidiendo que estos se trasladen al precio final del producto. En los próximos años se va a decidir en gran parte el futuro, el tamaño y el modelo de nuestro sector y se pueden acelerar cambios estructurales importantes que ya se venían gestando (reducción del número de explotaciones, concentración, verticalización, alianzas empresariales...), ayudados en gran medida no solo por las implicaciones económicas sino también por la gran regulación jurídica aplicada al sector.

## 2.2. El sector porcino en Aragón.

El peso de la agricultura, la ganadería y la pesca en Aragón representa el 4,4% del PIB regional y el 5% del valor añadido bruto agrario total de España. El sector porcino aportó un 61,8% siendo el sector de mayor importancia en la producción agraria, siendo en Aragón el 33,4% de la producción final agraria.

Grafico 3.- Producciones por grupos de productos aragoneses y nacionales en los años 2011 y 2010.

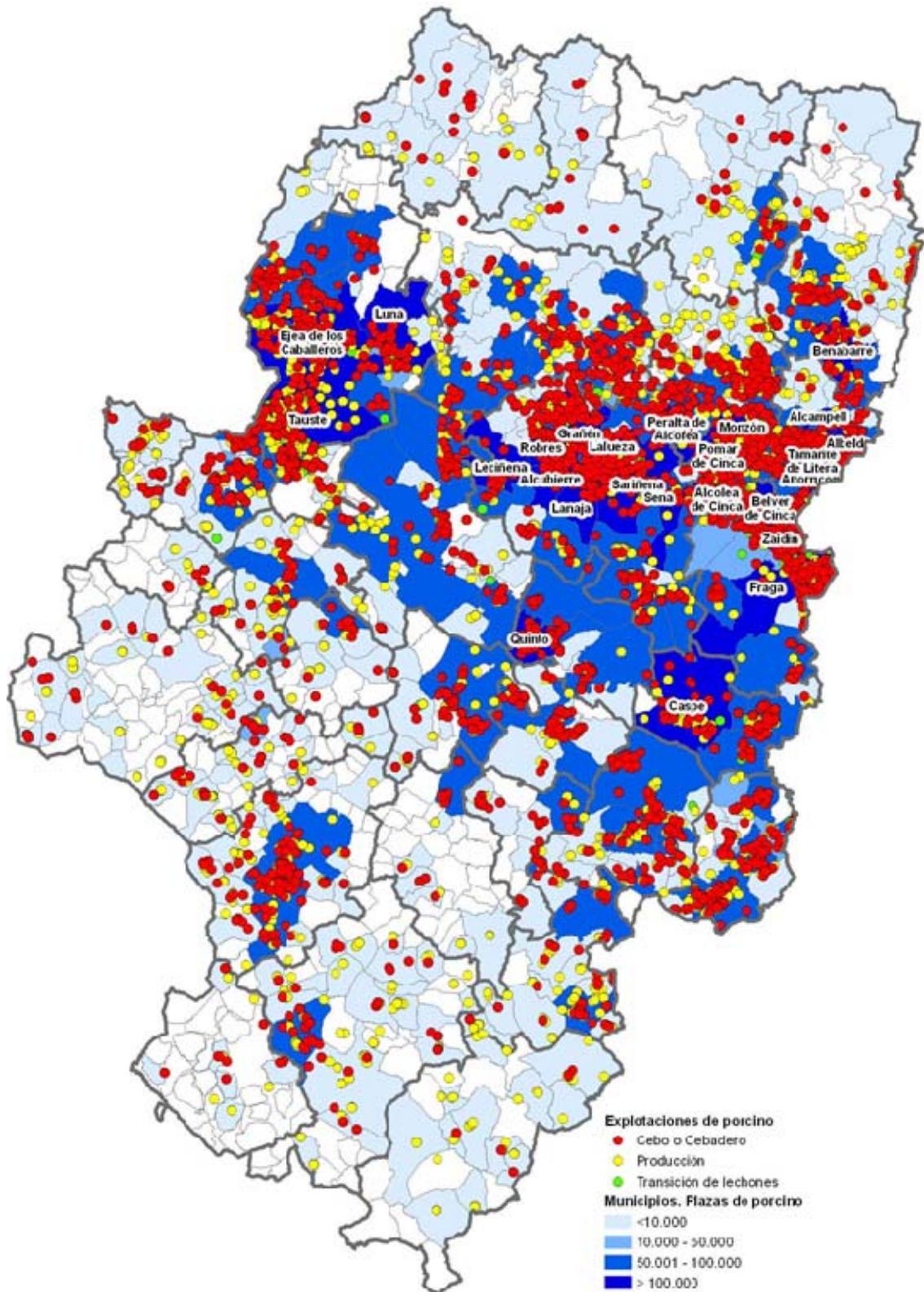


Fuente: Servicio de Planificación y Análisis (2012). Gobierno de Aragón

Aragón cuenta con 5,8 millones de plazas de porcino (Servicio de Planificación y Análisis, 2010) con una producción anual cercana a los 10 millones de cabezas. El número de animales censados en noviembre de 2010 asciende a 5.580.049 (IAEST, 2011).

Según la orientación productiva de las explotaciones, se aprecia un considerable protagonismo de las explotaciones de cebo frente al resto de tipologías. Los datos del Directorio Ganadero Porcino de Aragón (2010) estiman en 2.936 el número de explotaciones de cebo en Aragón, lo que supone un 75% sobre el total.

Figura 1.- Mapa de Aragón donde se muestran las explotaciones de porcino por tipologías y las plazas existentes en cada municipio



Fuente: Bescós y López (2011)

El análisis de plazas por municipios muestra para Ejea de los Caballeros su valor máximo, con un total de 294.649 plazas de porcino. Le siguen Tauste, Tamarite de Litera, Zaidín, Fraga, Caspe y Altorricón. Alcanzan entre los 7 municipios el 20% de la producción total del sector porcino aragonés.

Otro aspecto a tener en cuenta son las diferentes características de las explotaciones en función del objetivo de producción. Dentro del sector hay que diferenciar desde explotaciones más bien pequeñas que se dedican exclusivamente a producir lechones para vender, hasta las más grandes, que engordan el propio lechón, pasando por las que sólo engordan, que son la mayoría. Territorialmente, la composición del censo no es la misma. Desde esta perspectiva las explotaciones de Aragón se caracterizan por una especialización de engorde representando un 64,4% del total en el año 2010, según *“Informe del sector porcino en Aragón. 2010”* de APPAVE. Si comparamos la estructura de las explotaciones de Aragón con el resto de España comprobamos que siendo la segunda comunidad productora nuestras explotaciones son el 4.3% del conjunto español, indicador de la excelente capacidad productiva de las mismas.

Tabla 7.- Número de explotaciones por capacidad productiva en Aragón 2010.

	G.E	G.1	G.2	G.3	Reducida	Desconocido	Total
Aragón	18	1.988	1.558	286	118	86	4.054
Total España	8.852	19.898	7.991	1.595	23.337	32.579	94.252
<b>% Aragón/ España</b>	<b>0,20%</b>	<b>9,99%</b>	<b>19,50%</b>	<b>17,93%</b>	<b>0,51%</b>	<b>0,26%</b>	<b>4,30%</b>

G.E Se incluyen aquí las explotaciones porcinas de selección, de multiplicación, los centros de agrupamiento de reproductores para desvieje, los centros de inseminación artificial, las explotaciones de cría de reproductores, las de transición de reproductoras primíparas y los centros de cuarentena.

G.1 Explotaciones con capacidad hasta 120UGM.(unidad ganadera mayor)

G.2 Explotaciones con una capacidad comprendida entre el límite máximo del grupo anterior y hasta 360 UGM.

G.3 Explotaciones con una capacidad comprendida entre el límite máximo del grupo anterior y hasta 864 UGM.

Reducida Explotaciones con capacidad productiva no superior a 4,8 UGM.

**Fuente: MARM (2010)**

Una de las principales consecuencias de esta distribución del censo es la generación de un importante movimiento comercial pecuario de cerdos entre comunidades autónomas, para cría en unos casos, y para sacrificio en otros, al cual se tendría que añadir la diferente localización de los mataderos, que hace más complejos todavía estos movimientos comerciales (DAR, 2003). En Aragón solo el 26% se sacrifica en la comunidad, el 70% sale para el resto de España y el 3% se sacrifica en la Comunidad Europea.

### **2.3. Impacto ambiental de la gestión de los purines**

El impacto ambiental en la producción porcina se deriva de la producción agrícola de los piensos, de las emisiones y de la producción y gestión de estiércoles (*Daudén 2011*).

Las afecciones medioambientales asociadas a la gestión de estiércoles podrían agruparse en:

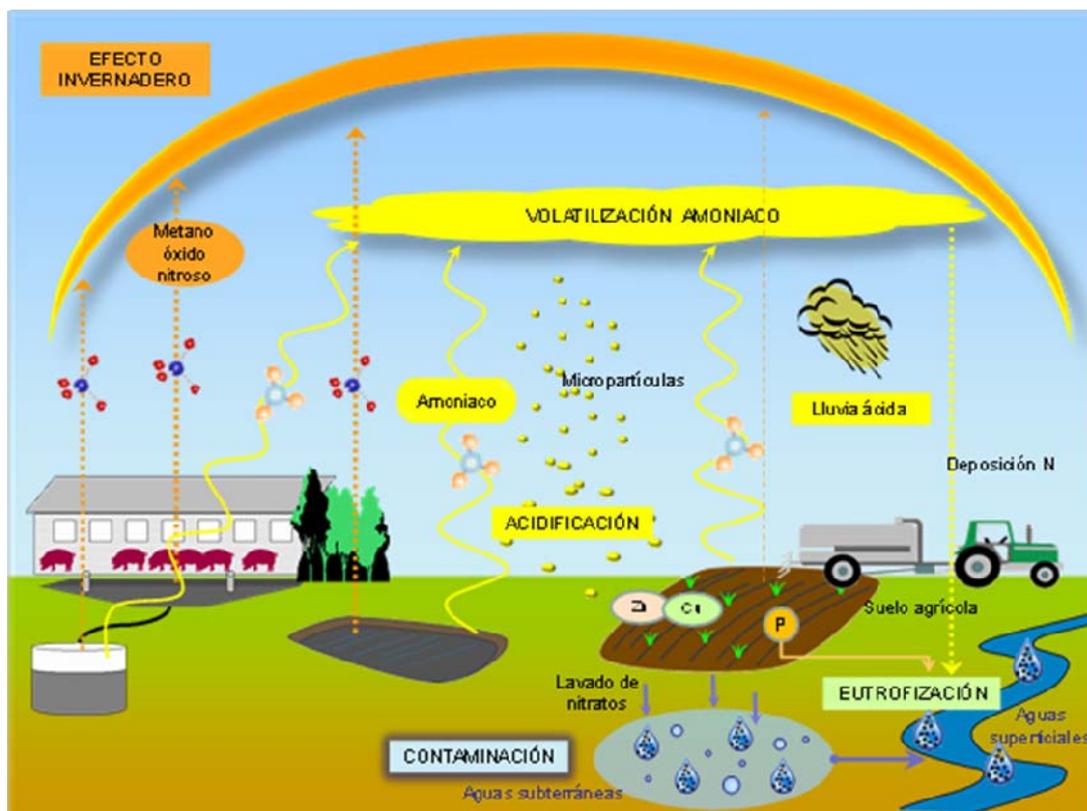
- Calentamiento global - emisión de gases de efecto invernadero (GEI): CO<sub>2</sub>, metano (CH<sub>4</sub>), y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

- Contaminación difusa del agua provocada por nitratos y/o fosfatos.
- Acidificación - volatilización de amoníaco. Afecta negativamente a ecosistemas sensibles y genera pérdida de biodiversidad.
- Contaminación de suelos - acumulación de fósforo (P) y metales pesados (Cu y Zn utilizados en la alimentación) y salinización en regiones semi-áridas (Bernal et al., 1992).
- Emisión de malos olores.
- Riesgos sanitarios.

Los malos olores y la emisión de gases de efecto invernadero son problemáticas conocidas en la gestión habitual de los purines. Además, el vertido de los purines excedentes da origen a graves contaminaciones del suelo, de las aguas superficiales y subálveas, provocando graves problemas ambientales en las zonas de alta concentración ganadera.

La ganadería intensiva ha originado pérdidas y deterioro de la biodiversidad en toda Europa, especialmente debido al exceso de nitrógeno reactivo producido (GGELS, 2009). El factor más determinante para reducir el impacto de la producción porcina es la mejora de la eficiencia del uso del nitrógeno (N).

Figura 2.- Impacto ambiental derivado de la gestión del purín



Fuente: Daudén (2011).

### 2.3.1. Calentamiento global

Según un reciente informe de la Comisión Europea (GGELS, 2009), las emisiones de GEI de la ganadería en UE-27 (661 Mt CO<sub>2</sub>-eq) representan el 12,8% de las emisiones totales. A la producción porcina se le atribuyen el 25% de estas emisiones y se considera una huella de

carbono de 7,5 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg carne. El 30% de las emisiones de GEI provocadas por la ganadería se derivan del manejo del estiércol (Steinfeld *et al.*, 2006).

Las emisiones de N<sub>2</sub>O se producen por reacciones de nitrificación-desnitrificación, tras la aplicación del purín al suelo, y también en la capa superficial de los sistemas de almacenamiento; el CH<sub>4</sub> se produce por descomposición anaeróbica de la materia orgánica que contiene el purín (Chadwick *et al.*, 2011). Se estima que el manejo del estiércol contribuye al 50% de las emisiones globales de N<sub>2</sub>O procedentes de la agricultura en UE-27 (Oenema *et al.*, 2007), concretamente en el caso de España representa el 25% (UNFCCC, 2009). Los factores que afectan a las emisiones de N<sub>2</sub>O son el clima, el tipo de suelo, el método de aplicación y la composición del estiércol. La aplicación de dosis altas incrementa el porcentaje de producción de N<sub>2</sub>O.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> derivadas del estiércol representan entre el 12 y el 41% del total procedente de la agricultura en la mayor parte de los países. Los niveles de emisión dependen del tiempo de almacenamiento, de la temperatura y de la composición del purín (Chadwick *et al.*, 2011; Sommer *et al.*, 2009).

### 2.3.2. Contaminación del agua - Eutrofización<sup>2</sup>

La contaminación difusa es un problema generalizado en toda Europa, con especial relevancia en aquellas zonas de elevada carga ganadera. A la agricultura se le considera responsable del 50-80% de la carga de nitratos en el agua (EEA, 2005).

La consecuencia de esta situación ha sido la pérdida de calidad ecológica del agua dulce y del hábitat de las costas. El nitrato causa eutrofización en las aguas superficiales, un crecimiento desmesurado de algas que tiene como resultado una deficiencia de oxígeno en el agua, originando la pérdida de biodiversidad, reduciendo la calidad del agua de boca, que a su vez origina elevados costes de tratamiento, además de tener un efecto negativo en el valor recreativo y en la economía rural de las áreas afectadas.

Según datos del año 2000, casi el 29% del N excretado en las explotaciones de UE-27 se perdió durante el almacenamiento, otro 19% se volatilizó durante la aplicación, en total un 48%. Esto sugiere que únicamente el 52% del N excretado fue reciclado como nutriente en los cultivos (Oenema *et al.*, 2007).

Los resultados de diferentes estudios demuestran que las prácticas inapropiadas, con dosis abusivas o aplicación en periodos inadecuados que generan entradas de N y P en el suelo sustancialmente superiores a la extracción de los cultivos, causan la acumulación de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y P en la capa superficial del suelo, especialmente en los períodos cálidos. Con las lluvias o el riego los nitratos se lavan y pueden originar la eutrofización de los recursos hídricos (Mantovi *et al.*, 2006; Centner *et al.*, 2008).

Un reciente informe de la Comisión Europea (EC, 2010) de seguimiento de la Directiva 91/676/CEE relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias refleja lo siguiente:

---

<sup>2</sup> Se entenderá por eutrofización el aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno o de fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta. (Art2 Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas).

- La CE cuenta con tres procedimientos de infracción abiertos contra España, Francia y Luxemburgo en relación a la designación de zonas vulnerables y al contenido de los programas de acción.
- La región noreste de España es una de las que figura con niveles de nitratos en el agua subterránea superiores a 40 mg/l.
- Los estados miembros con tendencia al aumento en más del 30% de las estaciones de control fueron Bélgica, Francia, España, Portugal, Alemania, Irlanda, Italia y Reino Unido.
- En las regiones con intensa producción ganadera y excedentes de nutrientes, el estiércol está siendo procesado con el fin de generar productos finales que sean fácilmente transportables; se están aplicando tecnologías de separación de fases, secado, compostaje o incineración del sólido y tratamientos biológicos, filtración con membranas o técnicas físico-químicas para la fracción líquida, todo ello con el propósito de mejorar los balances de nutrientes. Estas técnicas, frecuentemente se combinan con la generación de biogás para la producción de energía.

El impacto medioambiental de eutrofización por kg de carne producido se estima en 232 g NO<sub>3</sub>-eq, de los cuales el 27% (62 g) se atribuye a la aplicación de purín al campo (Daalgard *et al.*, 2007). Extrapolando estos datos a la producción porcina de Aragón, el potencial de eutrofización derivado de la aplicación del purín equivaldría a 49.600 t NO<sub>3</sub>-eq/año.

En general, el potencial para reciclar los nutrientes de los estiércoles de forma efectiva parece difícil de alcanzar sin llevar a cabo mejoras drásticas en el manejo, utilizando tecnologías medioambientales, y reestructuraciones de las aglomeraciones de explotaciones con tierra insuficiente (Oenema *et al.*, 2007).

### 2.3.3. Acidificación

El 94% de las emisiones de amoníaco procede de la agricultura (EEA, 2011). La emisión de amoníaco relacionada con el manejo del estiércol representa el 75-80% del total de las emisiones en UE-27 (Webb y Misselbrook, 2004; Oenema *et al.*, 2007).

Entre 1990 y 2009 las emisiones de amoníaco se redujeron en la UE-27 un 26%, sin embargo en España se registró un incremento del 12% (EEA, 2011).

La volatilización del amoníaco puede afectar adversamente a los ecosistemas terrestres y acuáticos, alterando la biodiversidad, debido a la acidificación y eutrofización. El porcentaje medio de volatilización de N total excretado en el estiércol es del 31%, valor obtenido a partir de estudios realizados en Dinamarca, Holanda y Gran Bretaña (Daalgard *et al.*, 2007), el 11% corresponde a la aplicación al campo, el 6% al almacenamiento y la fracción restante se volatiliza en la propia granja.

La reducción de las emisiones de amoníaco durante la aplicación del purín se considera una prioridad a nivel internacional, ya que por ejemplo en el Reino Unido, estas emisiones constituyen el 41% de las atribuidas a la agricultura (Webb y Miselbrook, 2004).

En la aplicación de estiércoles los factores que afectan directamente a la volatilización del amoníaco son: la temperatura, el pH, la velocidad del viento, la concentración de N amoniacal en el purín, la transferencia suelo-aire, el área que queda expuesta y el tiempo de exposición (Botermans *et al.*, 2010). Por lo tanto, todos aquellos métodos que minimicen el contacto del purín con el aire favorecen la reducción de la volatilización de amoníaco y la emisión de olores (Webb *et al.*, 2010; Prapasongsa *et al.*, 2010).

#### 2.3.4. Contaminación del suelo

##### ➤ Fósforo

El cerdo asimila entre el 15-40% del P que ingiere con el alimento, el resto lo excreta, y pueden encontrarse concentraciones en el purín de 29.100 mg/kg de materia seca (Suzuki *et al.*, 2010).

La aplicación reiterada de purín basada en el N genera una acumulación continuada de P en el suelo, debido a que la relación N-P es inferior al requerimiento de los cultivos para un crecimiento óptimo. Además se reduce progresivamente la capacidad del suelo de retención de P por adsorción, por lo que se incrementa el riesgo de contaminar los acuíferos por escorrentía o lavado.

##### ➤ Metales pesados

El cobre (Cu) se añade a los piensos como promotor del crecimiento y el cinc (Zn) como aditivo para prevenir las diarreas post-destete. Se utilizan cantidades elevadas de estos metales y la asimilación es muy pobre, entre el 10 y el 20%. La mayor parte del Cu y el Zn se excretan, por lo que consecuentemente se encuentran en elevadas concentraciones en el purín y acaban acumulándose en el suelo, donde a medio y largo plazo pueden generar riesgos de toxicidad para plantas y microorganismos. (Nicholson *et al.*, 1999; Dourmad y Jondreville, 2007; Petersen *et al.*, 2007; Suzuki *et al.*, 2010). La Comisión Europea redujo el máximo nivel permitido de Cu y Zn en los piensos para reducir su impacto ambiental (EC, 2003).

#### 2.3.5. Olores

La emisión de olores derivados de la producción y manejo del purín es una molestia importante en muchas zonas rurales, que actúa en detrimento de la calidad de vida y en ocasiones genera problemas sociales debidos al impacto negativo en otras actividades económicas o rechazo de otras.

#### 2.3.6. Riesgos sanitarios

##### ➤ Patógenos

Históricamente el riesgo sanitario asociado a la utilización del estiércol ha sido bajo, pero en las últimas décadas, en las que se ha producido una intensificación y concentración de la ganadería, este aspecto ha adquirido mayor importancia y existe una mayor preocupación por la contaminación del agua y alimentos con patógenos presentes en el purín porcino (Vanotti *et al.*, 2005; Burton, 2009).

El estiércol puede contener microorganismos, parásitos y virus por lo que existe un riesgo potencial de propagación de enfermedades animales y zoonosis. Esta propagación puede ocurrir desde la granja o durante el proceso de aplicación agrícola a través del medio ambiente, la cadena alimentaria o el agua (Martens y Böhm, 2009). Los microorganismos aislados más frecuentemente de los estiércoles son *E. coli* O157, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia enterocolitica* y *Cryptosporidium* (Guan y Holley, 2003). Un manejo inapropiado del purín puede originar la contaminación microbiológica del suelo, productos frescos, y las aguas subterráneas y superficiales (Burton, 2009; Martínez *et al.*, 2009; Vanotti *et al.*, 2005). Bacterias como *E. coli*

O157, *Salmonella* o *Campylobacter* pueden sobrevivir en el purín almacenado más de tres meses y más de un mes en el suelo tras la aplicación al campo (Nicholson *et al.*, 2005).

➤ Resistencia a antibióticos

Las aplicaciones terapéuticas o profilácticas de antibióticos producen el incremento masivo de bacterias resistentes a antibióticos. En ganadería se han utilizado, en dosis subterapéuticas, como promotores del crecimiento.

Este tipo de aditivos no están permitidos en Europa desde 2006, pero debe tenerse en cuenta que, incluso con un uso terapéutico adecuado, los antibióticos pueden ser excretados y estar presentes en el purín en concentraciones subterapéuticas, intermedias o inhibitorias, lo cual conlleva un riesgo asociado de selección de bacterias resistentes (Schwaiger *et al.*, 2009).

El estiércol se ha convertido en un reservorio de bacterias resistentes y se supone que su aplicación al campo ha incrementado significativamente los genes de resistencia a antibióticos y la selección de la flora bacteriana del suelo resistente. El riesgo para la salud humana de la exposición a estas resistencias no ha sido todavía determinado, pero está siendo probablemente subestimado (Heuer *et al.*, 2011).

➤ Amoníaco

Recientemente se han publicado estudios en los que se destaca que las emisiones de amoníaco procedentes de la ganadería han contribuido de forma significativa a la formación de partículas secundarias (nitrato amónico y sulfato amónico) y micropartículas MP2.5. El efecto adverso sobre la salud de estas partículas está reconocido, afectan a las vías respiratorias y al sistema cardiovascular, ya que se depositan en los pulmones y pueden conducir a una mayor morbilidad y/o mortalidad (Carew, 2010; Lillyman *et al.*, 2009; Dämmgen y Hutchings, 2008; Petersen *et al.*, 2007; Erisman y Schaap, 2004; Anderson *et al.*, 2002).

### 3. LA POLÍTICA DE GESTIÓN DE PURINES

Para una correcta identificación de las políticas ambientales impulsadas desde la Administración hay que diferenciar dos enfoques de internalización de los efectos externos ocasionados por la contaminación, uno denominado de "regulación y control" con normas jurídicas basadas en la prohibición de un comportamiento, y otro el desarrollado mediante instrumentos económicos a través de los impuestos y las subvenciones que introducen incentivos para que el agente contaminante modifique su conducta de acuerdo con los intereses colectivos. La primera de ellas ha dado lugar a una extensa normativa a nivel europeo, nacional y local y la segunda apenas tiene presencia en este campo.

Alternativamente se aplican otros mecanismos en los que el objetivo es reducir la contaminación y sus efectos adversos sin afectar negativamente al nivel de actividad, por lo que los costes son asumidos por el conjunto de la sociedad a través de los presupuestos públicos, en lugar de ser trasladado a los productores. Los Planes Estratégicos de gestión de residuos son una combinación de los dos últimos tipos de instrumentos, donde se establecen acciones correctoras de desequilibrios del medio ambiente. En este sentido, la Administración modifica la clásica acción de inspección y control del cumplimiento de obligaciones por parte del administrado, y asume una labor de asistencia al sector ganadero y agrícola para abordar la gestión del purín que permita combinar el desarrollo eficiente de la actividad ganadera y agraria, y una adecuada protección de los bienes públicos y de los intereses de terceros.

### 3.1. La regulación ambiental de la gestión de purines

La necesidad de proteger a los bienes integrados en el dominio público (aire, suelo y agua) requiere de una intervención administrativa que debe abarcar tanto la acción reparadora como una actuación preventiva. En el desarrollo normativo nos encontramos con una serie de regulaciones de carácter técnico que tienen una clara repercusión en la gestión empresarial de carácter privado y por tanto con un fuerte impacto en la economía del sector. Dicha normativa ha sido impulsada fundamentalmente por la Unión Europea, y desarrollada mediante legislación de carácter nacional y autonómico.

#### 3.1.1. La normativa europea

Existen numerosas directivas de carácter europeo que luego son traspuestas a la legislación nacional, nos centraremos en algunas de ellas directamente relacionadas con los elementos contaminantes objeto de estudio.

- DIRECTIVA 2008/1/CE del Parlamento Europeo de 15 de enero de 2008 relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC).

En ella se establecen medidas para evitar o, cuando ello no sea posible, reducir las emisiones de las citadas actividades en la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las medidas relativas a los residuos, con el fin de alcanzar un nivel elevado de protección del medio ambiente considerado en su conjunto. Somete a autorización las actividades industriales y agrícolas que presentan un elevado potencial de contaminación.

Así se habla de las Mejores Técnicas Disponibles: “la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente”.

Los principios generales de las obligaciones del titular de las instalaciones sujetas a esta regulación son las siguientes:

- a) se tomen todas las medidas adecuadas de prevención de la contaminación, en particular mediante la aplicación de las mejores técnicas disponibles;
- b) no se produzca ninguna contaminación importante;
- c) se evite la producción de residuos, de conformidad con la Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, relativa a los residuos; si esto no fuera posible, se reciclarán o, si ello fuera imposible técnica y económicamente, se eliminarán, evitando o reduciendo su repercusión en el medio ambiente;
- d) se utilice la energía de manera eficaz;
- e) se tomen las medidas necesarias para prevenir los accidentes graves y limitar sus consecuencias;
- f) al cesar la explotación de la instalación, se tomarán las medidas necesarias para evitar cualquier riesgo de contaminación y para que el lugar de la explotación vuelva a quedar en un estado satisfactorio.

- DIRECTIVA 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

Su objetivo es definir y fijar los objetivos relativos a la calidad del aire ambiente, con el fin de reducir los efectos perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Para ello se establecen criterios y métodos comunes en los Estados miembros para evaluar la calidad del aire con el objetivo de obtener información para su control y fomentar la cooperación para reducir la contaminación atmosférica.

- DIRECTIVA 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.

El objetivo de la presente Directiva es reducir la contaminación causada o provocada por los nitratos de origen agrario, y actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha clase. En este caso cada miembro elaborará un código de buenas prácticas y un programa de actuación en las zonas vulnerables. Dicho código debe establecer los periodos y sistemas de aplicación de fertilizantes y la capacidad de los tanques de almacenamiento de estiércol para evitar la contaminación del agua por filtración. En los programas de acción deberán incluirse los periodos de prohibición de la aplicación de determinados fertilizantes y su limitación en zonas vulnerables.

Estas medidas evitarán que, para cada explotación o unidad ganadera, la cantidad de estiércol aplicada a la tierra cada año, incluso por los propios animales, exceda de una cantidad por hectárea especificada. La cantidad especificada por hectárea será la cantidad de estiércol que contenga 170 kg N.

- DIRECTIVA 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

El objetivo de la presente Directiva es prevenir y luchar contra la contaminación de las aguas subterráneas. Las medidas previstas al respecto incluyen: criterios para evaluar el estado químico de las aguas, criterios para determinar tendencias al aumento significativas y sostenidas de concentraciones de contaminantes en las aguas subterráneas y definir puntos de partida de inversión de dichas tendencias y prevención y limitación de los vertidos indirectos de contaminantes en las aguas subterráneas (como resultado de su filtración a través del suelo o del subsuelo).

- DIRECTIVA 2008/98/CE del Parlamento Europeo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos.

La Directiva de Residuos (Directiva 200/98/CE), ha dado un impulso para evitar la producción de residuos y su utilización como recurso. En esta directiva se mantiene el planteamiento tradicional de la normativa sobre residuos que se basa en la "jerarquía de residuos", que consiste en un orden ideal de operaciones con residuos, en primer lugar los residuos deben evitarse (medidas de prevención primaria) y si no se pueden evitar reciclarse en la medida de lo posible.

Como elemento innovador, la nueva directiva reconoce el impacto medioambiental en todo el ciclo de vida del producto. Desde un punto de vista económico, en cada fase del ciclo del producto se encuentran implicados agentes diferentes, que en principio no tienen relación entre sí y sus acciones pueden derivar en decisiones socialmente ineficientes. El objetivo principal de esta política pública tiene que ser corregir el fallo del mercado a través bien de instrumentos legales (regulación de procedimientos) o bien a través de instrumentos económicos (tasas e

impuestos). En cualquier caso será el Estado correspondiente el responsable de la aplicación y desarrollo de estas acciones.

En esta Directiva de Residuos, se observa el carácter técnico de su elaboración, se habla de conceptos tales como residuo y subproducto como elemento clave para el posterior desarrollo de la regulación, la delimitación entre un concepto y otro determina el ámbito de aplicación de la directiva. También se incorporan conceptos como residuos peligrosos con la elaboración de una lista de residuos peligrosos que tiene carácter vinculante.

Son varios los principios que se establecen en esta Directiva Marco de Residuos, el principio de autosuficiencia, que aplica los Estados miembros y el de responsabilidad ampliada del productor que luego tendrán su reflejo en la legislación española en la Ley 22/2011, de Residuos y suelos contaminados.

La directiva también impone a los Estados miembros la obligación de la elaboración de Planes de Gestión de Residuos, con la exposición de medidas que van a tomar para mejorar la reutilización, reciclado, valorización y eliminación de residuos de forma respetuosa con el medio ambiente y una evaluación del mismo para ver en que medida contribuye a la aplicación de los objetivos que plantea la Directiva. Todo este desarrollo desde un prisma técnico que indica entre contenido obligatorio y potestativo de las acciones de estos planes. Estos programas serán objeto de evaluación cada seis años.

- DIRECTIVA 2008/120/CE del Consejo de 18 de diciembre de 2008 relativa a las normas mínimas para la protección de los cerdos.

En dicha directiva se establecen los requisitos de las explotaciones en relación a superficie y características del suelo que deberá disponer cada cerdo, y sistemas de alimentación que garanticen que cada animal pueda comer suficientemente, aun en presencia de otros animales que compitan por la comida.

### *3.1.2.La normativa española.*

Para la aplicación del derecho ambiental en materia de gestión de estiércoles en el caso español hay que tener en cuenta la consideración del purín como residuo o subproducto. La complejidad en cuanto a la definición legal del purín radica en el solapamiento existente entre la normativa de subproductos y la normativa de residuos principalmente.

La normativa sobre subproductos tiene como finalidad que desde el momento en que éstos se generan hasta su uso final, valorización o destrucción se garantice la no generación de riesgos para la salud humana, la sanidad animal o el medio ambiente y especialmente pretende garantizar la seguridad de la cadena alimentaria humana y animal. Por su parte, la normativa de residuos tiene como objeto regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente.(Río I., Martínez C., 2011)

La gestión de residuos es una materia que se incluye en la protección del medio ambiente. Concebida la protección del medio ambiente como una función pública, en el art.45.2 de la Constitución, "los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva", se concreta en los artículos 149.23 y 148.1.9ª a qué Administraciones le corresponde la misma. En virtud de dichos

artículos de la Constitución corresponde al Estado aprobar la legislación básica y a las comunidades autónomas desarrollarla y completarla, dictando “normas adicionales de protección”. Las competencias estatales en materia de residuos son normativas (legislación básica) y la aplicación de la normativa de residuos (legislación estatal y autonómica) corresponde a las comunidades autónomas y también a las entidades locales (residuos urbanos), que podrán realizarlas con sus propios medios o en colaboración con agentes privados.

La “Directiva 2008/98/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos erigida como nueva Directiva Marco de residuos (DMR), entró en vigor el 12 de diciembre de 2008 y debía ser incorporada a la normativa interna de los estados miembros antes del 12 de diciembre de 2010, pero no fue hasta el 29 de julio de 2011 cuando el estado español publicó su trasposición mediante la “Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y Suelos Contaminados”.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y Suelos Contaminados

Esta ley 22/2011 junto con la ley 11/1997, de 24 abril, de envases y residuos de envases, constituyen los pilares de la legislación estatal en materia de residuos y su aplicación a la gestión de purines.

Hay que resaltar que el desarrollo regulativo en esta materia es extenso y en continua evolución, en muchos casos también problemático (delimitación entre residuos y materia prima) y que genera una gran cantidad de normas y procedimientos muchos de ellos de difícil aplicación y en ocasiones desconocidos para los productores ganaderos.

Nos centraremos en la Ley 22/2011 como centro de exposición para identificar la coincidencia con la normativa europea, que refuerza la idea de Europa como fuente impulsora de políticas ambientales y su repercusión en las políticas en materia de medio ambiente de las comunidades autónomas. A partir de aquí desarrollamos algunos conceptos, técnicos y económicos que se han desarrollado en esta ley y que son fiel reflejo de lo indicado en la directiva marco europea.

En primer lugar la ley en su art.4 también define tal y como indica la directiva el concepto de residuo o subproducto, es la Comisión Europea en este caso quien determina los criterios que deben cumplir y será con posterioridad la Comisión de Coordinación quien evaluará, según pautas de la Unión Europea y propondrá su aprobación mediante la publicación de Orden Ministerial.

En segundo lugar la ley cambia la jerarquía de residuos buscando un menor impacto ambiental (prevención, preparación para la reutilización, reciclado, valorización y eliminación), esta marcará claramente las directrices en materia de política ambiental por parte de las comunidades autónomas.

Por último indicar que se amplía la responsabilidad del productor del producto. La ley establece que el productor del producto debe cumplir con las nuevas obligaciones que se establecen bien de forma individual o colectiva. Hace referencia a las comunidades donde se hayan implantado sistemas públicos de gestión, como es el caso de Aragón, donde los productores podrán dar cumplimiento a estas obligaciones contribuyendo económicamente a estos sistemas de gestión, de forma proporcional a las cantidades que pongan en el mercado y atendiendo a los costes efectivos de su gestión.

En otro marco de referencia y teniendo en cuenta que dicha ley influye directamente sobre las políticas en materia de medio ambiente definida en las comunidades autónomas y en este caso

en Aragón, la ley también determina por una parte qué competencias tiene cada uno de los niveles de la Administración, indicando que las comunidades autónomas tienen que elaborar programas autonómicos de prevención de residuos y planes autonómicos de gestión de residuos. En materia de autorización, vigilancia, inspección y sanción también recae dentro de las comunidades autónomas. Siguiendo en esta línea, también indica que "las administraciones públicas en sus respectivos ámbitos competenciales podrán declarar servicio público todas o algunas de las operaciones de gestión de determinados residuos cuando motivadamente se justifique por razones de protección de la salud humana y medio ambiente".

En el caso de Aragón según art. 36 de la ley 26/2003 de 30 de diciembre de medidas tributarias y administrativas, declaró servicio público de titularidad autonómica la eliminación de residuos peligrosos y la eliminación de residuos industriales

### *3.1.3. La normativa autonómica: el caso de Aragón.*

La gestión de los purines en Aragón ha de ajustarse a lo establecido en la profusa normativa de la Unión Europea y nacional, además de tener en cuenta las estrategias de prevención y reciclado de residuos y de uso sostenible de los recursos que se han desarrollado en el marco del VI Programa de Acción Comunitaria en Materia de Medio Ambiente. La normativa vigente establece un conjunto de objetivos cualitativos y cuantitativos, de obligado cumplimiento. La Comunidad Autónoma de Aragón ha regulado éstos, entre otras normativas, en las Directrices Sectoriales sobre actividad e instalaciones ganaderas.

- DECRETO 77/1997, de 27 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma de Aragón y se designan determinadas áreas Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Se elabora Código de Buenas Prácticas Agrarias como marco de referencia para el desarrollo de una agricultura compatible con el medio ambiente, en consonancia con una racional utilización de los fertilizantes nitrogenados y base para la elaboración de programas de acción mucho más concretos y específicos para cada una de las zonas vulnerables que se designen.

Se definen zonas vulnerables como las superficies conocidas del territorio cuya escorrentía fluya hacia las aguas afectadas por la contaminación y las que podrían verse afectadas por la contaminación si no se toman las medidas oportunas.

El Código no tiene carácter obligatorio, siendo más bien una recopilación de prácticas agrarias concretas que voluntariamente podrán llevar a efecto los agricultores. No obstante, una vez que la administración designe las zonas vulnerables y establezca para las mismas los programas de acción correspondientes, las medidas contenidas en ellos serán de obligado cumplimiento.

- DECRETO 49/2000, de 29 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la autorización y registro para la actividad de gestión para las operaciones de valorización o eliminación de residuos no peligrosos, y se crean los registros para otras actividades de gestión de residuos no peligrosos distintas de las anteriores, y para el transporte de residuos peligrosos.

Se aplica de forma supletoria a los residuos producidos en las explotaciones agrícolas y ganaderas consistentes en materias fecales y otras sustancias naturales y no peligrosas,

cuando se utilicen en el marco de las explotaciones agrarias, en lo regulado en el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Determina que los titulares de las actividades de gestión para la valorización o eliminación de los nombrados residuos, que vayan a ubicarse en el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón, solicitarán autorización a la Dirección General de Calidad, Evaluación, Planificación y Educación Ambiental del Departamento de Medio Ambiente, sin perjuicio de las demás autorizaciones o licencias exigidas por otras disposiciones. En el caso de que la realización de las actividades de valorización o eliminación se preste por la Entidad Local mediante fórmulas de gestión indirecta, la persona física o jurídica que realice la gestión deberá obtener la autorización administrativa prevista en este artículo.

Se crea el Registro para las actividades de gestión para la valorización o eliminación de residuos no peligrosos. La inscripción en este Registro se practicará de oficio para dichas actividades de gestión autorizadas en la Comunidad Autónoma de Aragón.

### **3.2. Los Programas de Acción Comunitaria y los Planes Estratégicos.**

Para conocer cuales son las pautas seguidas por la Administración en materia de gestión de purines nos referiremos a los distintos Programas y Planes Estratégicos relacionados con el medio ambiente de carácter europeo, nacional y autonómico, ya que no existe un plan específico para la gestión de purines.

#### *3.2.1. El Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente.*

El Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, denominado «Medio ambiente 2010: el futuro está en nuestras manos», cubre el período comprendido entre el 22 de julio de 2001 y el 21 de julio de 2012.

En el mismo se señala que, con el fin de hacer frente a los retos que se plantean en la actualidad en materia de medio ambiente, es preciso superar el enfoque estrictamente legislativo y sustituirlo por otro estratégico. Propone cinco ejes prioritarios de acción estratégica: mejorar la aplicación de la legislación en vigor, integrar el medio ambiente en otras políticas, colaborar con el mercado, implicar a los ciudadanos y modificar sus comportamientos y tener en cuenta el medio ambiente en las decisiones relativas al ordenamiento y gestión del territorio.

La estrategia de prevención y reciclado de residuos, es una de las siete estrategias temáticas mencionadas en el sexto programa de acción y debe aproximarse a otras dos iniciativas: la política de productos integrada y la estrategia de uso sostenible de los recursos naturales. El objetivo de la estrategia es reducir los impactos ambientales negativos que generan los residuos en todo su ciclo de vida, desde su producción hasta su eliminación, pasando por su reciclado. Este enfoque permite que cada residuo se considere no sólo como una fuente de contaminación que conviene reducir, sino también como un recurso que podría explotarse. La estrategia prevé una simplificación de la legislación vigente.

La estrategia de la política de productos integrada pretende reforzar y reorientar la política medioambiental relativa a los productos con objeto de promover el desarrollo de un mercado de productos más ecológicos y suscitar un debate público sobre este tema. Se centra en las tres etapas del proceso de decisión que condicionan el impacto ambiental del ciclo de vida de los

productos, es decir, la aplicación del principio de quien contamina, paga a la hora de fijar los precios de los productos, su diseño ecológico y la elección informada del consumidor.

La estrategia sobre el uso sostenible de los recursos naturales crea un marco de acción destinado a disminuir las presiones sobre el medio ambiente derivadas de la producción y del consumo de los recursos naturales, sin perjudicar al desarrollo económico. Las preocupaciones en materia de recursos se integrarán en todas las políticas oportunas y se establecerán medidas específicas, en particular la creación de un centro de datos e indicadores, el desarrollo de un foro europeo y de un grupo internacional de expertos.

### *3.2.2. Planes Estratégicos nacionales.*

Los Planes Estratégicos se definen como un elemento de acción pública donde se realiza una planificación ambiental que pretende abordar un problema específico donde la coordinación entre instancias públicas y agentes privados es fundamental para su desarrollo. Dichos planes se desarrollan bajo un marco jurídico y al mismo tiempo en la aplicación de sus acciones generan nuevas normativas, esto implica un gran esfuerzo por parte de los ganaderos del sector porcino en la comprensión normativa de su actividad. A nivel nacional destacamos el Plan Nacional de Gestión de Residuos 2008-2012 y el Plan de Medidas Urgentes de la Estrategia de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCEL)

Los primeros planes nacionales de residuos en España se remontan a 1995, fecha en la que se aprobaron el I Plan Nacional de Residuos Peligrosos (1995-2000) (I PNRP) y el I Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados (1995-2005) (I PNSC). En estos planes se preveían inversiones en la mejora de la gestión, creación de infraestructuras y confección de inventarios. En la actualidad El Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2012, incluye todos los residuos que figuran en la Lista Europea de Residuos (LER), generados en España entre ellos los residuos líquidos y deyecciones ganaderas (purines). El plan cuenta entre sus objetivos disminuir el vertido de residuos, fomentar de forma eficaz: la prevención y la reutilización, el reciclado de la fracción reciclable, así como otras formas de valorización de la fracción de residuos no reciclable y completar las infraestructuras de tratamiento y mejorar el funcionamiento de las instalaciones existentes.

Desde otra perspectiva y olvidando el concepto de residuo, El Plan de Medidas Urgentes de la Estrategia de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCEL) para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que fue aprobado por el Gobierno para el cumplimiento del Protocolo de Kyoto incorpora en sus medidas el Plan de Biodigestión de Purines. Dicho plan establece a través del Real Decreto 949/2009 las bases reguladoras de las subvenciones para fomentar la aplicación de los procesos técnicos de dicho Plan. Con este Real Decreto se pretende una gestión medioambiental integral de los purines, reduciendo las emisiones de GEI en la gestión de los purines y al mismo tiempo permitirá también la aplicación de tecnologías complementarias a la biodigestión anaeróbica para mejorar la gestión del nitrógeno del purín, en aquellas zonas declaradas como vulnerables de acuerdo a la normativa de nitratos relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura así como en las de alta concentración ganadera. Las ayudas están dirigidas tanto a las instalaciones de digestores rurales sobre balsas como a las instalaciones con digestores industriales en régimen centralizado o para explotaciones individuales.

Tal y como se desarrollan los diversos Planes Estratégicos, podemos ver que la gestión de purines tiene una clara referencia a los efectos ambientales no sólo en el sector agrícola y ganadero sino en todo el conjunto de la sociedad, de forma que se establecen medidas en virtud de la respuesta necesaria a cada uno de los problemas ambientales que genera una incorrecta gestión del purín.

### *3.2.3. Planes Estratégicos autonómicos: el caso de Aragón.*

El Plan Integral de Residuos de Aragón (GIRA) 2009-2015 es el instrumento de referencia donde se recogen las estrategias, objetivos y líneas de actuación del Gobierno de Aragón para la gestión de residuos. A los efectos de la determinación de la aplicación del presente Programa en la gestión de purines es preciso tener en cuenta que la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos, estipula, en su artículo 2.2 b), que los subproductos animales destinados a la incineración, los vertederos o utilizados en una planta de biogás o de compostaje deberán cumplir con las disposiciones contenidas al respecto en dicha Directiva, con lo que tendrán la consideración de residuos en los mencionados supuestos.

Como inicio de las directrices para la puesta en marcha de las políticas de gestión de purines ya en el Plan GIRA 2005-2008 se preveía tanto el fomento como la promoción directa por el sector público para implantar tratamientos de depuración de estiércol de tipo biológico, compostaje u otros que eliminasen dichos excedentes de nitrógeno o bien que permitiese su concentración en la fracción sólida haciendo más fácil su transporte hacia otras zonas donde agrícola y ganaderamente fuesen necesarios. No obstante, no se concretaba el número de plantas necesarias o sus características al existir diversas alternativas tecnológicas. Se contemplaba asimismo la creación de sociedades mixtas con participación de la Comunidad Autónoma, las Comarcas y los ganaderos.

En el actual Plan GIRA 2009-2015, indica además que la Administración Autonómica es competente para planificar la gestión optimizando medios, recursos y costes, e incluso para financiar las instalaciones colectivas, pero el productor debe finalmente asumir los costes de dicha gestión y establecer los mecanismos necesarios para la correcta gestión. En este sentido parece que el GIRA pretende ir "un poco más allá" de lo estrictamente reglamentario e incorporar pasos para una mejora de la gestión con vista a un desarrollo futuro de sistemas alternativos de reciclaje y valorización. En esta parte del plan se hace referencia específicamente a la utilización de recursos económicos para el fomento de la valorización e incorporar en los precios globales de eliminación el precio de impacto ambiental producido.

Por último haremos referencia al programa de control, siempre vigente en cualquier documento de residuos, en este caso tal y como se desarrolla en el plan parece que pretende servir para detectar necesidades, realizar asesoramiento y no sólo para comprobar el nivel de cumplimiento de la normativa. Las funciones de inspección y control se complementan con otras basadas fundamentalmente en datos de carácter técnico que permitan lograr una gestión correcta e integrada.

Estas premisas junto con el impulso por parte de la Unión Europea llevan al desarrollo del proyecto de construcción de la Planta de Tratamiento Biológico en Peñarroya de Tastavins y la creación de Centros Gestores.

## **4. LA GESTIÓN DE LOS PURINES EN PEÑARROYA DE TASTAVINS.**

### **4.1. El proyecto de gestión colectiva de purines.**

El municipio turolense de Peñarroya de Tastavins, perteneciente a la Comarca del Matarraña, tiene una población de 509 habitantes, de los cuales el 25,5% son mayores de 65 años. El término municipal tiene una superficie de 83,28 Km<sup>2</sup>, de la cual casi la mitad de está ocupada

por el espacio natural protegido de los Puertos de Beceite, de gran valor paisajístico y ecológico y el resto tiene un uso agrícola.

Aproximadamente el 80% de su actividad económica está enfocada a la producción ganadera, y casi de forma exclusiva a la especie porcina con 33.213 cabezas de ganado.

Según el Plan de Gestión Integral de los Residuos de Aragón (GIRA 2005-2008) Peñarroya de Tastavins ocupa el primer lugar en la lista de municipios excedentarios de estiércol de Aragón, con un índice de presión de nitrógeno de 464 kg de nitrógeno por hectárea de cultivo y año (kg N/ha y año). Debido a la elevada concentración de granjas de porcino y a la insuficiencia de tierras de cultivo disponibles que asuman la producción de purín existente, el volumen excedente generado debe gestionarse a través de un tratamiento de depuración ya que el transporte a otras zonas no resulta viable económicamente (Herrero 2011). Ante dicho problema se desarrolla el proyecto LIFE ES-WAMAR (2006-2011) cuyo objetivo general es la aplicación de las mejores técnicas disponibles para solucionar el problema ambiental generado por una incorrecta gestión de los purines.

LIFE ES-WAMAR un proyecto demostrativo para la aplicación de las mejores técnicas disponibles en la gestión de purines de vigencia desde octubre de 2006 a marzo de 2011. Dicho proyecto está coordinado por la empresa pública Sociedad de Desarrollo Medioambiental SAU (SODEMASA), y desarrollado en la Comarca del Maestrazgo y en los municipios de Tauste y Peñarroya de Tastavins, y financiado por la Unión Europea a través del programa LIFE- Medio ambiente. El proyecto surge de la necesidad de aportar soluciones sostenibles para mejorar la gestión del purín y reducir el impacto medioambiental en las zonas con elevada producción porcina. Se trata de un proyecto demostrativo a gran escala que pretende adaptar las soluciones en materia de gestión de purín a las características de la zona. La estrategia de gestión se diseña en función de la tipología de las explotaciones ganaderas y agrícolas y de interés del sector o sectores afectados para solucionar el problema.

El presupuesto global de proyecto LIFE ES-WAMAR es de 7.135.376,02 €, financiado en un 49,20% por la Unión Europea. Tastavins CGE como socio del proyecto gestiona 1.758.595,43€, de los cuales 332.427€ son financiados por la Unión Europea mediante una subvención a los costes de explotación y 360.000€ son aportados como subvención a la inversión por Gobierno de Aragón, cofinanciador del proyecto.

Las actuaciones planteadas en Peñarroya de Tastavins para la correcta gestión de los purines son por una parte y desde un punto de vista técnico la construcción de una planta de tratamiento biológico que produzca una reducción de variables contaminantes y por otra, desde un punto de vista de gestión, la creación de una empresa de gestión de residuos porcinos (Centro Gestor de Estiércoles), que permita mediante una gestión colectiva del purín de la zona ajustar los precios de los ganaderos en la eliminación del purín en sus granjas minimizando el impacto ambiental.

#### **4.2. La planta de tratamiento biológico.**

La construcción de la planta de tratamiento finaliza en 2008 y se basa en una separación físico-química de sólidos por centrifugación del purín, seguida de un tratamiento biológico de nitrificación/desnitrificación (N/DN). En sus instalaciones se reduce la carga de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo evitando episodios de contaminación difusa, emisión de gases de efecto invernadero y generación de olores. En el proceso biológico de eliminación del nitrógeno, presente de forma amoniacal, este se libera en forma de nitrógeno gas atmosférico (N<sub>2</sub>) inocuo para el medio ambiente (Herrero 2011).

El valor añadido del diseño de esta planta de tratamiento reside en la combinación de una reducción del impacto medioambiental de los productos a gestionar (se reduce la carga contaminante y se higieniza el producto). El desarrollo y la accesibilidad de tecnologías y equipos de tratamiento que se ha alcanzado en la actualidad en Europa, permite la implantación de este sistema de gran capacidad basado en una gestión colectiva del purín y un tratamiento que combina un proceso de nitrificación-desnitrificación, la diferencia con la situación inicial es debida a que hasta el momento las plantas existentes en el ámbito nacional operan de forma individualizada a escala de granja basándose en sistemas de tratamiento más básicos y sencillos.

La línea de tratamiento está diseñada para reducir la carga contaminante del purín, alcanzando como mínimo una reducción del nitrógeno total ( $N_T$ ) del 80%, una reducción del fósforo total ( $P_T$ ) del 70 %, una demanda química de oxígeno (DQO) máxima en el efluente líquido de 4.000 ppm y una reducción de *E.coli* (como indicador de reducción de patógenos) de 1 unidad log10. (Daudén 2011).

La línea de proceso del tratamiento consta de 5 etapas:

Etapas 1.- Recepción del purín.

Etapas 2.- Separación de fases por centrifugación.

Etapas 3.- Tratamiento biológico N/DN.

Etapas 4.- Tratamiento aerobio de la fracción sólida.

Etapas 5.- Gestión de los productos finales del proceso: efluente líquido y fracción sólida.

La separación física actúa concentrando en la fracción sólida la mayor parte del contenido en materia seca y fósforo del purín bruto. También reduce, en diferente proporción, su contenido en otros nutrientes como por ejemplo  $N_T$ ,  $N_A$ , DQO y en menor medida el potasio ( $K_T$ ). (Herrero 2011).

El tratamiento biológico actúa de forma directa sobre el nitrógeno y los agentes patógenos en el líquido clarificado procedente de la centrifuga y elimina gran parte de la DQO en el proceso de decantación.

Se ha observado que se alcanzan sin dificultad elevados rendimientos de concentración de fósforo en la fracción sólida, fácilmente exportable como fertilizante orgánico, y de eliminación de *E. Coli*. Sin embargo, el tratamiento del nitrógeno y de la DQO son los dos parámetros más críticos requiriendo una atención especial en las operaciones de control del proceso.

Figura 3.- Esquema de planta de tratamiento.

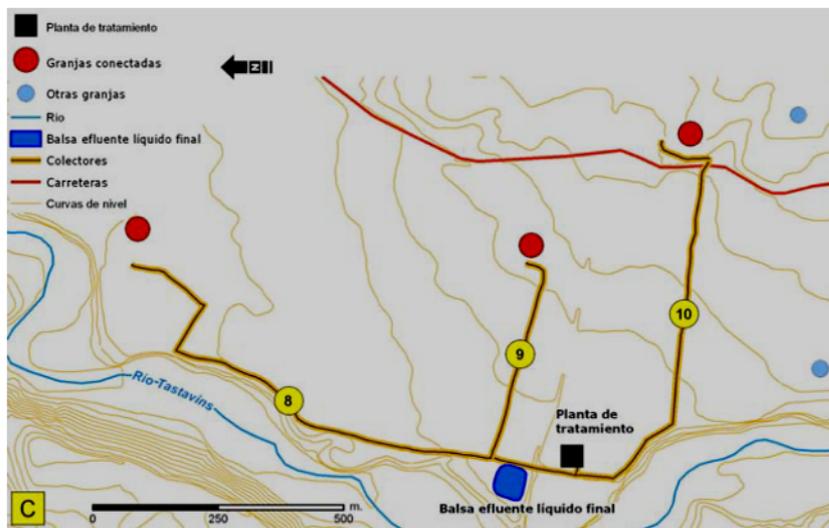


1. Entrada de purín a la planta	6L. Fosa tampón	11L. Fertirrigación
2. Arqueta de descarga	7L. Cámara anoxia	6S. Cinta transportadora de fracción sólida
3. Fosa de recepción	8L. Reactores biológicos	7S. Compostaje
4. Fosa de pre-centrifugación	9L. Fosa decantación	
5. Centrifuga	10L. Balsa fertirrigación	

Fuente: Proyecto LIFE ES-WAMAR

Adicionalmente, se ha incorporado a este sistema de gestión, como medida novedosa y complementaria, el transporte de purín por tuberías desde las granjas más cercanas hasta la planta a través de una red de bombeo y estaciones instaladas en las granjas, para reducir el impacto medioambiental del transporte y el coste económico del mismo

Figura 4.- Esquema de tuberías en Peñarroya de Tastavins



Fuente: Proyecto LIFE ES-WAMAR

### **4.3. Tastavins Centro Gestor de Estiércoles S.L.**

El otro pilar básico para el desarrollo del proyecto es la constitución de la sociedad Tastavins Centro Gestor de Estiércoles SL.

Definimos Centro Gestor de Estiércoles (CGE) como la entidad pública o privada que realiza actividades de recogida, transporte, almacenamiento, aplicación de los estiércoles en terrenos agrícolas o tratamiento de los mismos. En consecuencia, estas entidades pueden operar, como en el caso de Peñarroya, como gestores de residuos cuando deban someter los estiércoles a cualquiera de las operaciones de gestión previstas en la normativa de residuos y, en particular, cuando los destinen a la incineración, eliminación en vertedero o para su utilización en una planta de biogás o de compostaje.

Tastavins Centro Gestor de Estiércoles SL. es una empresa pública cuyo capital íntegro pertenece al Ayuntamiento de Peñarroya. Tastavins CGE actúa como intermediaria entre los ganaderos y la planta de tratamiento, y opera como un auténtico gestor de residuos teniendo que ajustar su actividad a esta normativa. La creación de esta entidad como gestora de residuos porcinos supone una innovación respecto a las actuaciones realizadas hasta el entonces, ya que permite abordar el problema de una forma colectiva, mejorando así la gestión e integrando el banco de residuos con un sistema de tratamiento que permite reducir la contaminación difusa del suelo y agua.

Si bien el proyecto afecta a una zona no muy extensa, su valor como solución demostrativa puede ser causa de un cambio de hábitos en las prácticas agrícolas y ganaderas en otros territorios. La puesta en funcionamiento del sistema proyectado supone conseguir una gestión agrupada de los purines de explotaciones ganaderas, cambiar las prácticas individuales y conseguir, de modo conjunto y cooperativo, una mejor gestión de retos ambientales en el sector agrario.

En este sentido el desarrollo posterior nos permitirá cuantificar cual ha sido el coste para el sector público de la implantación de esta nueva tecnología y sistema de gestión colectiva en términos de reducción de variables contaminantes e internalización de costes de gestión por parte de los ganaderos.

## **5. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN COLECTIVA DE PURINES**

### **5.1. El estudio del caso como método de investigación.**

Para el desarrollo de la investigación se utiliza como base metodológica el estudio del caso, en este sentido lo que se pretende es analizar los resultados obtenidos de la implementación de la política ambiental en un caso concreto y su posible aplicación en otros contextos con características similares. En este sentido Eisenhardt (1989) concibe un estudio de caso contemporáneo como “una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares”, la cual podría tratarse del estudio de un único caso o de varios casos, combinando distintos métodos para la recogida de evidencia cualitativa y/o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teoría.

La cuestión de generalizar a partir del estudio de casos no consiste en una “*generalización estadística*” (desde una muestra o grupo de sujetos hasta un universo), como en las encuestas y en los experimentos, sino que se trata de una “*generalización analítica*” (utilizar el estudio de caso único para ilustrar, representar una teoría). Yin (1989, 1998). Así, incluso los resultados del estudio de un caso pueden generalizarse a otros que representen condiciones teóricas similares. La cuestión de generalización no se basa en una muestra probabilística, sino en el desarrollo de una teoría o sistema que pueda ser transferida a otros casos, de aquí que algunos autores prefieran hablar de transferibilidad, en vez de generalización (Maxwell, 1998).

En base a la teoría expuesta por Yin (1989, 1998) y definidas las características singulares planteadas en la zona de Peñarroya de Tastavins, concentración de gran cantidad de purín y escasa cantidad de tierra para su aplicación agrícola, realizamos una valoración desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo del grado de aplicación de la política ambiental y su posible transferencia a otras zonas, bien en Aragón o en otras zonas geográficas de similares características.

En última instancia se pretende a través del estudio de este caso ilustrar si las actuaciones seguidas en Peñarroya de Tastavins pueden considerarse una buena práctica y en cierto sentido ser difundidas para su aplicación en otros contextos con situaciones similares.

## 5.2. La reducción de variables contaminantes.

En este epígrafe valoramos en términos cuantitativos la reducción de las variables que representan cada uno de los efectos negativos producidos por una gestión incorrecta de los purines.

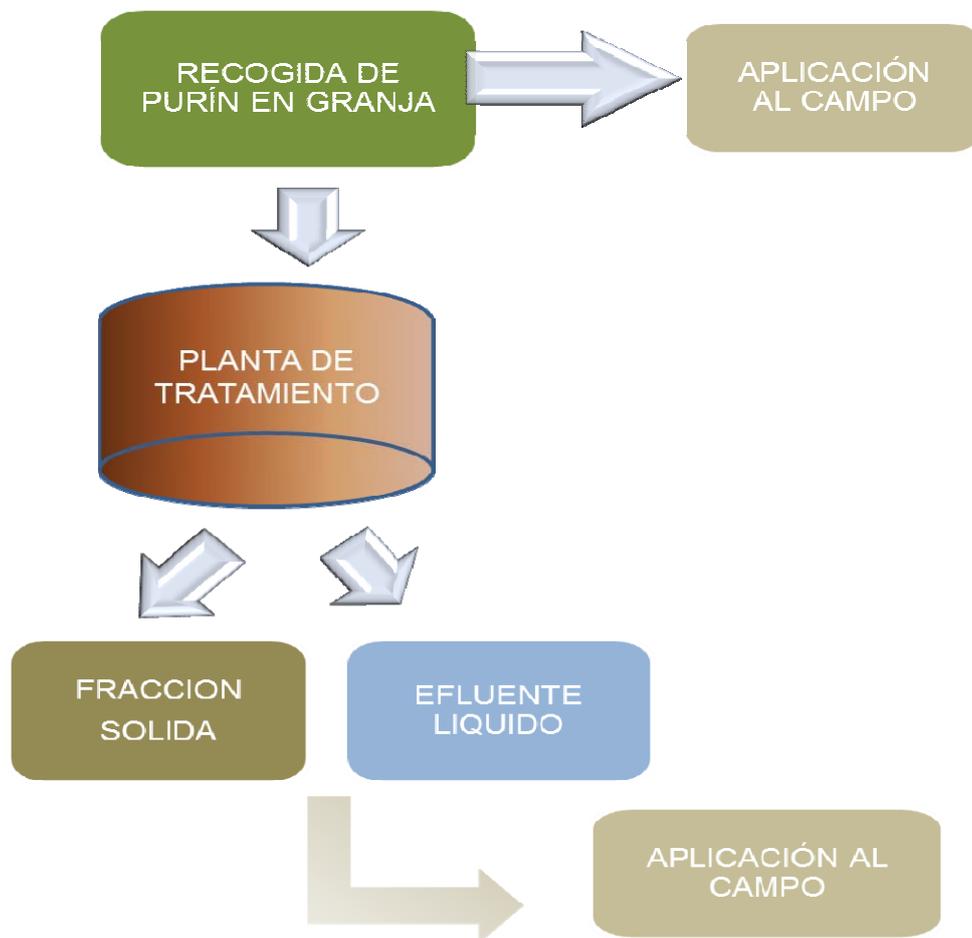
Para la valoración de la mejora ambiental se establece el seguimiento de determinados parámetros indicativos de variables contaminantes. En relación a las emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera se toma como referencia el valor de CO<sub>2</sub> eq. aplicando para su cálculo la “metodología para los proyectos de digestión anaerobia de deyecciones ganaderas (estiércoles y purines) y otros cosustratos”. En la contaminación de agua y suelo, se valora en primer lugar cual ha sido la modificación de los componentes del purín antes y después de la instalación de planta de tratamiento de tal forma que nos permita determinar en qué medida este nuevo sistema mejora la concentración de los parámetros contaminantes del purín y por otra parte se toman muestras de agua y suelo de la zona para observar la evolución a lo largo del proyecto.

La reducción de dichas variables se plantea como diferencia entre el escenario base y escenario de proyecto. En el escenario base se considera que el purín se gestiona a través de un sistema de almacenamiento líquido y posterior aplicación agrícola como fertilizante orgánico por cada una de las granjas de la zona. En el escenario de proyecto el sistema de tratamiento de los sustratos (purín) se basará en un proceso de nitrificación y desnitrificación en planta, a través del cual se obtienen dos productos finales una fracción sólida (compost) y un efluente líquido.

Figura 5. - Escenario base



Figura 6.- Escenario de proyecto



### 5.2.1 Las emisiones a la atmósfera

La valoración de la mejora ambiental referida al calentamiento global se ha determinado mediante la contribución de una reducción directa de las emisiones de gases de efecto invernadero (Metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nítrico (N<sub>2</sub>O)).

Con el traslado directo de granja a la planta de tratamiento se evita la emisión del metano y óxido nítrico producidos habitualmente durante el almacenamiento y la aplicación agrícola de los purines. La reducción de nitrógeno que se produce mediante el proceso biológico (N/DN) proporciona un efluente que, al aplicarse en las tierras agrícolas, genera menos óxido nítrico, evitándose la sobrefertilización en los campos.

Por otra parte también se produce una reducción de emisiones de GEI debidas al transporte hasta la planta de un parte del purín por tuberías y del efluente líquido hasta las parcelas.

En el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero en los escenarios base y de proyecto se han considerado en todas las etapas las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y de óxido nítrico (N<sub>2</sub>O).

Las reducciones de CO<sub>2</sub> eq. son calculadas como la diferencia entre las emisiones de un escenario base en que el purín se transporta mediante vehículos y se aplica directamente al

campo y el del proyecto donde hay un proceso de tratamiento de nitrificación/desnitrificación antes de la aplicación al campo.

$$RE_a = EEB_a - EP_a$$

Donde:

$RE_a$  = Reducción de emisiones en el año "a".

$EEB_a$  = Emisiones asociadas al escenario de referencia en el año "a".

$EP_a$  = Emisiones asociadas al proyecto en el año "a".

Para caracterizar el escenario base, se tienen en cuenta todas las explotaciones de porcino en un radio de 5 km en torno a la planta que disponen de los sistemas de recogida y almacenamiento de deyecciones para su posterior aplicación al campo y cuyos efectivos y distribución se indican en la tabla<sup>3</sup>.

Tabla 8.- Explotaciones de porcino en un radio de 5km.

Categoría	Nº efectivos
Cebo	8.341
Producción	59.743

Fuente: Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Gobierno de Aragón.

Con la aproximación realizada se prevé que las explotaciones consideradas –las ubicadas en el entorno de 5 km- generen un volumen de purín (179.494 m<sup>3</sup> purín/año) superior a la capacidad máxima de tratamiento de la planta (100.000 m<sup>3</sup>/año). De esta forma se toma como referencia la capacidad máxima de la planta respetando la proporción de cada tipología ganadera en el total y el purín generado por encima de dicha cantidad se seguirá gestionando mediante aplicación agrícola como fertilizante orgánico.

Siguiendo la "Metodología para los proyectos de digestión anaerobia de deyecciones ganaderas (estiércoles y purines) y otros cosustratos" se calcula las emisiones generadas en el escenario base. Los resultados son los siguientes:

- Escenario base:
  - o Gestión tradicional de purín en las granjas con almacenamiento líquido en balsas con la emisión de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub>.
  - o Aplicación agrícola del purín con la emisión de N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> y NH<sub>3</sub>.

Figura 7.- Emisión de gases en el escenario base.

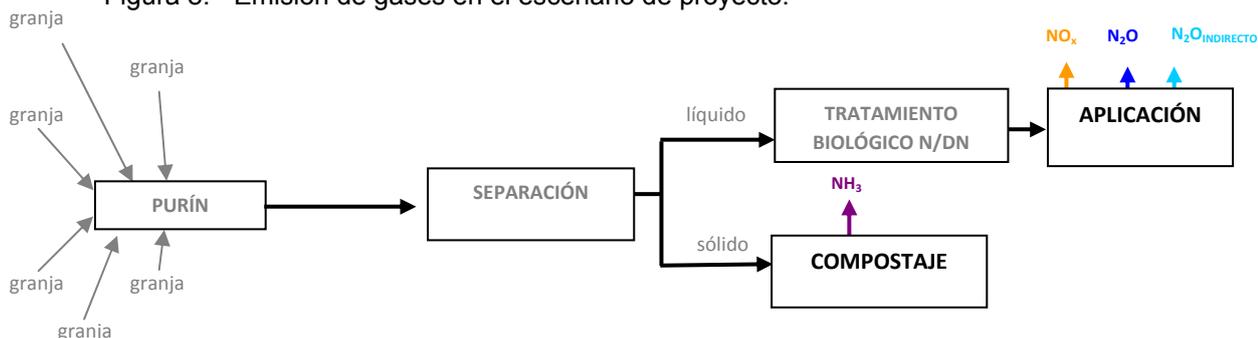


Fuente: Proyecto EFes CO<sub>2</sub> Peñarroya de Tastavins 2012.

<sup>3</sup> Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, Directorios Ganaderos de Porcino 2008-2010.

- Escenario de proyecto (el número de efectivos, y, en consecuencia el nitrógeno excretado tratado en la planta, se calcula igual que en el escenario base):
  - o Las emisiones derivadas de la aplicación al campo de los productos finales generados en el tratamiento. Estas dependen directamente de los rendimientos de eliminación de nitrógeno alcanzados en el proceso de nitrificación/desnitrificación.
  - o Emisiones de amoníaco en el proceso de compostaje de la fracción sólida.

Figura 8.- Emisión de gases en el escenario de proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Cuantificamos las emisiones según dicha metodología con los siguientes resultados:

- Escenario base.
  - o Las emisiones derivadas de la gestión del estiércol en las instalaciones de la granja (9.902 t CO2 eq./año)
  - o Las emisiones generadas en la aplicación al campo de los estiércoles o purín como fertilizante orgánico. (3.079 t CO2 eq./año)

Emisiones difusas de la solución del escenario base: **12.980 t CO2 eq./año.**

- Escenario de proyecto:
  - o Aplicación agrícola del efluente líquido tratado a través de la red de hidrantes (544 t CO2 eq./año)
  - o Las emisiones del proceso de compostaje. ( 450 t CO2 eq./año)

Emisiones difusas de la solución del escenario de proyecto: **994 t CO2 eq./año.**

De tal forma que aplicando la formula de cálculo de reducción de emisiones para un volumen de 100.000m3 anuales el resultado es el siguiente:

$$\text{RE a} = 11.986 \text{ tCO}_2 \text{ eq evitada anual}$$

### 5.2.2 La contaminación de agua y suelo

El proceso para determinar la reducción de parámetros contaminantes en el suelo y agua, tiene una primera fase de comprobación de la composición del purín. Esto nos permite antes de realizar las mediciones en suelo y agua, comprobar si realmente la planta de tratamiento esta reduciendo los componentes contaminantes del purín. Con posterioridad la toma de muestras

de agua y suelo en la zona nos permitirá comprobar si esta surgiendo efecto este nuevo proceso de tratamiento.

➤ Composición del purín

Con el fin de medir la reducción de nutrientes producidos por la gestión de las explotaciones de porcino y garantizar el buen funcionamiento de la planta y poder así alcanzar los objetivos medioambientales para los que ha sido construida se establece un control y seguimiento del proceso y la composición del purín.

Para evaluar la efectividad de tratamiento se han establecido cinco parámetros de la composición del purín (Herrero, *et al.* 2011):

- Nitrógeno total (NT): reducción de 86%
- Nitrógeno amoniacal (NA): reducción de del 88%.
- Fósforo total (PT): reducción del 90%
- Contenido en materia orgánica expresado como demanda química de oxígeno (DQO): reducción del 94%
- Patógenos: *E.coli*: reducción de 1ud. log10

El sistema de toma de las muestras que permiten medir los niveles antes y después del tratamiento biológico es el siguiente:

- Caracterización del purín en las granjas asociadas al centro gestor con toma de muestras y análisis de campo y de laboratorio.
- Caracterización del purín de entrada en planta. El purín que llega a recepción debe tratarse de forma que la composición inicial sea lo mas estable posible.
- Inspección de los equipos de la planta y uso de un sistema informático de control.
- Toma de muestras y análisis de campo realizados en el laboratorio de la planta para control del tratamiento a lo largo del proceso y caracterizar los productos finales.
- Análisis en un laboratorio oficial externo de las muestras tomadas en campo.

Por parte del socio beneficiario del proyecto LIFE ES-WAMAR (SODEMASA) y a lo largo de los años 2008, 2009 y 2010 se han realizado cinco campañas de muestreo de purín en las granjas asociadas a Tastavins CGE en diferentes épocas del año (dos en verano, dos en invierno y una en primavera). En cada muestra se han realizado dos tipos de análisis: un análisis "in situ" de conductividad eléctrica y densidad y un análisis más completo en un laboratorio externo. Los resultados obtenidos en laboratorio se han contrastado con los análisis de campo y se ha comprobado que la medición de la conductividad y de la densidad en campo es una herramienta muy valiosa a la hora de conocer la carga de entrada a la planta, facilitando la gestión del purín que llega a la misma (Herrero, *et al.*2011).

En las campañas se han tomado 52 muestras de las cuales el resultado medio de los parámetros se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9.- Composición media del purín en Peñarroya de Tastavins

Componentes de purín	Recepción	Efluente líquido	Reducción
<b>Nitrógeno total</b> (Kg/m <sup>3</sup> - N)	3,4	0,41	87,81%
<b>Nitrógeno amoniacal</b> (Kg/m <sup>3</sup> - N)	2,4	0,36	85,24%
<b>Fósforo</b> (Kg/m <sup>3</sup> - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,4	0,08	94,24%
<b>DQO</b> (mg O <sub>2</sub> /l)	49.473,6	2.986,64	93,96%
<b>E.Coli</b> (ufc/ml)		< 1x10	

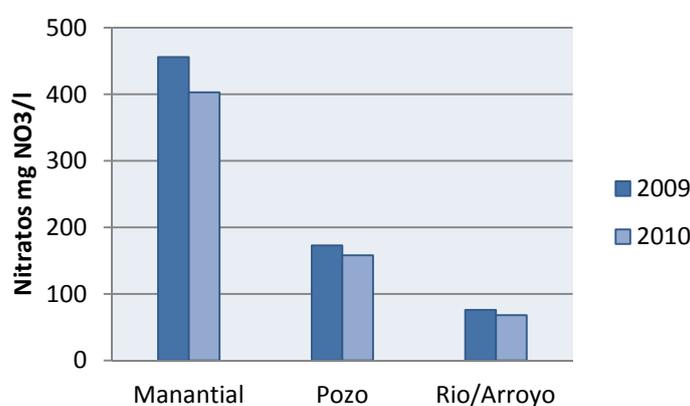
Fuente: Proyecto LIFE ES-WAMAR

➤ Contaminación del agua

El estudio del estado de las aguas durante dos años (2009-2010) ha permitido evaluar la evolución de contaminación a través de la medición de concentración de nitratos. En aquellos casos en los que se ha detectado altos niveles es difícil la identificación exacta del origen, en especial en las aguas subterráneas ya que se caracteriza por una amplia variabilidad de un lugar a otro e incluso de un año a otro en función de precipitaciones, usos del suelo o cultivo. La dificultad añadida es el desfase temporal causa-efecto que depende de las características hidrogeológicas y precipitaciones (Herrero, y Bescós 2011).

Para la valoración se ha realizado un seguimiento de varios parámetros (PH, conductividad eléctrica, nitrógeno amoniacal, fosforo, nitratos) centrandó el análisis de resultados en la concentración de nitratos. SODEMASA diseñó una red de muestreo de agua en 15 puntos de Peñarroya de Tastavins. En la mayor parte de los puntos se ha encontrado una elevada concentración de nitratos, sólo 3 de las muestras tomadas río arriba antes de entrar al municipio no muestran contaminación, se ha producido una disminución de los nitratos durante el proyecto aunque persiste la elevada concentración en los acuíferos más superficiales. Se requiere un periodo mas largo para saber si realmente la reducción de fosforo y potasio del purín producida por el tratamiento en la planta biológica genera una mejora en la calidad de las aguas de los acuíferos, ya que una vez contaminadas su regeneración es muy lenta.

Figura 9.- Concentración promedio de la red de agua de Peñarroya de Tastavins



Fuente: Proyecto LIFE ES-WAMAR

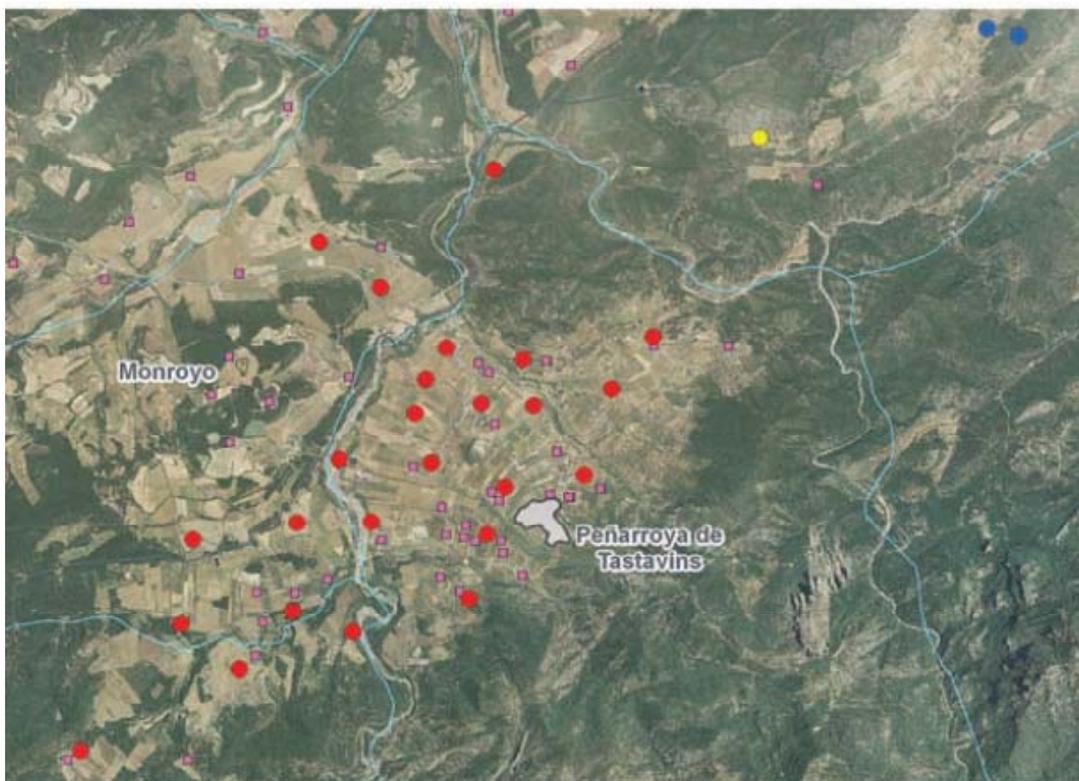
➤ Contaminación del suelo

Para la valoración de la contaminación del suelo SODEMASA ha creado una red de control y seguimiento de las características físico –químicas del suelo de las parcelas de Peñarroya de Tastavins. Durante el proyecto realizan dos campañas de muestreo al año durante los años 2009 y 2010 para obtener información sobre el carácter estacional de los resultados en función de la fase de cultivo en que se encuentra la parcela. Se analizan los niveles de conductividad, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, nitratos, cobre y cinc a 29 parcelas con un total de 113 muestras.

En este caso la proximidad de las tierras a las explotaciones de porcino ha dado lugar a altas concentraciones de nitratos y potasio, existiendo grandes variaciones entre unas parcelas y otras. Se ha observado una tendencia decreciente de los niveles de fósforo existiendo de nuevo una gran diferencia en función de la proximidad a las explotaciones porcinas (Herrero y Bescós 2011).

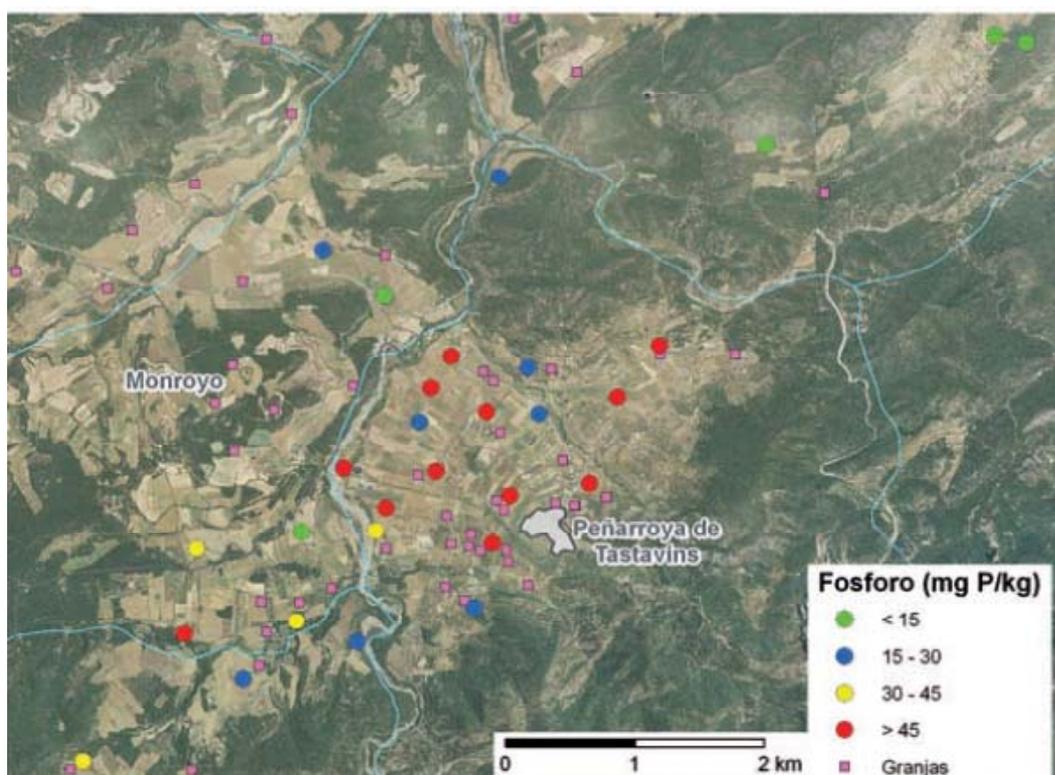
Los estudios de cobre y cinc realizados en cinco parcelas también han demostrado su reducción siendo superior en el caso del cinc.

Figura 10.- Resultados de fósforo en la 1ª campaña de muestreo de Peñarroya de Tastavins.



Fuente: Proyecto LIFE ES-WAMAR

Figura 11.- Resultados de fósforo en la 4ª campaña de muestreo de Peñarroya de Tastavins



Fuente: Proyecto LIFE ES-WAMAR

Podemos concluir que tras la adopción de medidas correctoras con la puesta en marcha de la planta de tratamiento en Peñarroya de Tastavins, se ha aliviado la presión de nitrógeno localizada en áreas puntuales. Por este motivo, cabe esperar mejorías a medio y largo plazo en la calidad de las aguas y el suelo en aquellos lugares donde se han encontrado niveles de contaminación por encima de lo establecido en la legislación. En Peñarroya de Tastavins donde la presión de nitrógeno es muy elevada, la repercusión de las medidas adoptadas debería evidenciarse de forma más significativa a medio-largo plazo.

El periodo de dos años, en el que se ha llevado a cabo el estudio, es demasiado breve para poder encontrar evidencias de mejora en la calidad del suelo y el agua, para ello es imprescindible continuar con un seguimiento periódico prolongado.

En los resultados de los análisis de suelo, a pesar de que los datos no han permitido observar síntomas de mejoría claros de forma global, la disminución en los niveles de fósforo y metales en aquellas zonas más saturadas pueden interpretarse como los primeros indicios de mejoría en la gestión.

En el caso del agua, el nivel de saturación por nitratos de los acuíferos superficiales es muy elevado, y se necesitarán largos periodos de tiempo hasta poder recuperar niveles de concentración razonables.

### 5.3. Valoración financiera y económica del proyecto.

En sentido general se denomina rentabilidad a la medida del rendimiento que en un determinado periodo de tiempo producen los capitales utilizados en el mismo. Esto supone la comparación entre la renta generada y los medios utilizados para obtenerla, con el fin de

permitir la elección entre alternativas o juzgar la eficiencia de las acciones realizadas, según que el análisis sea a priori o a posteriori. (Sánchez, 2002). El estudio y cálculo de la rentabilidad de las organizaciones se puede realizar desde dos perspectivas: rentabilidad financiera y rentabilidad económica.

La rentabilidad financiera es aquella que se manifiesta como un flujo de caja positivo (o la reducción de un flujo de caja negativo), en favor del propietario del activo que la genera y repercute por tanto sobre un agente individualizado (persona física o jurídica). La rentabilidad económica hace referencia al impacto que el activo en cuestión, en el desempeño de sus distintas funciones, tiene sobre el bienestar de la sociedad como un todo, cuando en la función de bienestar social que recoge estas modificaciones, todas las personas tienen la misma consideración (Azqueta, 2007).

En este contexto desarrollaremos la valoración financiera y económica del proyecto, determinando así la rentabilidad individual de Tastavins CGE y la rentabilidad económica que mide el impacto sobre la sociedad en su conjunto.

### 5.3.1 Valoración financiera.

El objeto fundamental de este epígrafe es valorar si el proyecto de gestión colectiva de purines, desarrollado a través de un entidad instrumental de la administración local, la sociedad pública Tastavins Centro Gestor de Estiércoles SL (Tastavins CGE), es viable y sostenible en el tiempo desde una perspectiva financiera. Para ello primero describiremos las características del Centro Gestor que nos permitirán entender su funcionamiento y con posterioridad analizaremos la viabilidad financiera y sus implicaciones en el sector porcino de la zona.

Tastavins CGE es una sociedad limitada de capital íntegramente público lo que le convierte en un ente instrumental con amplia responsabilidad pública. Su función principal es la recogida del purín en las granjas y su traslado a la planta de tratamiento para su transformación en compost utilizado como fertilizante orgánico y efluente líquido para la fertirrigación de los campos ubicados en el entorno.

Los agricultores y ganaderos entran a formar parte del CGE para la gestión del purín mediante un contrato en el que se detallan las funciones de cada una de las partes contratantes. El ganadero está obligado a poner a disposición del CGE un % del purín que genera en su explotación ganadera, almacenar y homogeneizar el purín en su granja, facilitar el acceso para su recogida, y satisfacer la tarifa al CGE como retribución de los servicios prestados. En la actualidad hay 39 ganaderos asociados a Tastavins CGE con un volumen potencial del 90.000m<sup>3</sup>. El CGE se compromete a recoger periódicamente el purín en la instalación ganadera, tratar el purín con las mejores técnicas disponibles cumpliendo con las exigencias medioambientales que establece la legislación y expedir las correspondientes facturas para el cobro de la tarifa.

Para medir la viabilidad financiera calculamos el valor actual neto del proyecto (VAN) a una tasa de descuento del 6%. Para ello identificamos los costes e ingresos derivados de la actividad del centro gestor, lo que nos permitirá determinar el esfuerzo financiero realizado por la administración, en este caso representada por la sociedad pública Tastavins CGE.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Io= Inversión inicial

FNj= Flujos netos para el periodo j

i= Tasa de descuento (costo de capital)

Identificamos los costes e ingresos derivados de la actividad desarrollada por Tastavins CGE y su valor monetario, del tal forma que los parámetros a tener en cuenta son los siguientes:

- Inversión (Io): Las inversiones realizadas son las siguientes:
  - o *Planta de tratamiento biológico* de nitrificación/ desnitrificación. Dicha planta tiene una capacidad máxima de 100.000m<sup>3</sup>/año volumen que se consigue en el quinto año de funcionamiento. Se ha estimado que la vida útil de la planta es de 15 años y recibe una subvención de Gobierno de Aragón que financia la construcción de la misma.
  - o *Sistema de red de tuberías* que trasporta el purín desde las granjas mas cercanas a la planta por el un sistema de bombeo.
- Costes de operación y mantenimiento: diferenciamos entre costes variables que dependen del nivel de actividad y cuya unidad de medida es €/m<sup>3</sup> y costes fijos (€):
  - o Costes variables:
    - *Coste de transporte de la granja a la planta*: se realiza por dos vías una a través de camiones y otra por tuberías. En el primer caso existe una externalización del servicio que cobra a Tastavins CGE por m<sup>3</sup> de purín transportado. En el caso de la tubería es el precio es el consumo eléctrico de las estaciones de bombeo.
    - *Coste de tratamiento*: corresponde al coste de transformación del purín a través del proceso biológico en dos productos: efluente líquido y fracción solida (compost). Los principales costes son los siguientes: consumo eléctrico, reactivos, personal en planta y mantenimiento de los equipos.
  - o Costes fijos:
    - *Coste de personal*: formado por un coordinador que realiza labores administrativas y comerciales.
    - *Coste de mantenimiento de las infraestructuras*: se ha establecido como un porcentaje de la inversión en obra civil.
    - *Costes de administración*: corresponden a gastos de servicios profesionales, teléfono, desplazamientos, seguridad y salud, limpieza y material de oficina.
- Ingresos: existen dos tipos de ingresos:
  - o Ingreso por *venta de la fracción solida*: comprende la venta del compost como fertilizante orgánico. Su precio es variable en función de la composición y de la zona donde se aplica.
  - o *Subvención* de la Unión Europea: suponen un 45,15% de los costes de explotación desde la constitución de la sociedad en 2008 hasta marzo del 2011.

Calculamos el valor actual neto (VAN) del proyecto con las siguientes premisas:

- El volumen gestionado en la planta se va incrementando paulatinamente alcanzando la capacidad máxima en el año 2013 (anexo I). Los datos de años 2009 y 2010 son datos

reales de volumen gestionado CGE, año 2011 y siguientes son previsiones de crecimiento ambos facilitados por Tastavins CGE.

- Tabla 10.- Volumen gestionado en planta

Año	Volumen (m3/año)
2009	35.294
2010	43.865
2011	65.000
2012	90.000
2013 -2023	100.000

- Fuente: Tastavins CGE (2011)
- Se ha estimado que el 60% del volumen tratado llega a planta a través de camión y el resto por tuberías.
- El estudio se realiza para un periodo de 15 años
- Se establece un incremento de precios de 2,5% anual.
- El valor actual neto se calcula a una tasa de descuento del 6%.
- No existen costes financieros.

El importe de los diferentes costes asociados a Tastavins CGE es el siguiente:

- o Inversión: 1.536.131 € (planta de tratamiento y sistema de tuberías) de los cuales reciben financiación por parte de Gobierno de Aragón de 360.000€ a la finalización de la construcción.
- o Costes de operación y mantenimiento<sup>4</sup>:
  - o *Coste de transporte de la granja a la planta*: el precio de transporte por camión es de 1,645€/m3 y el precio de bombeo para el transporte por tuberías 0,2€/m3.
  - o *Coste de tratamiento*: se ha externalizado mediante un concurso publico de construcción y explotación de la planta, el coste unitario ha sido revisado con posterioridad debido al incremento del coste eléctrico, siendo las tarifas las siguientes:

Precios de tratamiento de planta	
m3	€/m3
Q >70000	3,054
35000<Q<70000	3,618
Q < 35000	3,933

- o *Coste de personal*: coste total en 2009 de 11.800 €, en 2010 de 12.172€, a partir de 2011 se incrementa en función del IPC establecido en el proyecto.

<sup>4</sup> El importe de los conceptos incluidos en los costes de operación y mantenimiento para los años 2008, 2009 y 2010 se corresponden con datos de las Cuentas Anuales de Tastavins CGE 2008, 2009 y 2010 a partir de 2011 se prevé un incremento anual del 2,5%.

- *Coste de mantenimiento de las infraestructuras*: en el primer año de funcionamiento 2009, 495€, en 2010 el importe es de 3.798€ incrementándose al IPC en años siguientes.
- *Costes de administración*: en año 2009, asciende a 5.283€, en 2010 7.097€ y se incrementa en años siguientes al 2,5% anual.
- Ingresos:
  - Venta de la fracción sólida: precio unitario 17 €/m<sup>3</sup>, su venta comienza en año 2012 tras la finalización del proyecto. El precio se incrementa en un 2,5% anual según IPC establecido en el proyecto.
  - Subvención de la Unión Europea: la totalidad de la subvención es de 332.427€ recibida durante los años 2008, 2009, 2010 y 2011.

De esta forma el VAN del proyecto obtenido es de – 2.940.149 € a una tasa de descuento del 6% (Anexo I). Este valor implica que el proyecto no tiene rentabilidad financiera para la Administración, ya que con los ingresos obtenidos a través de la venta del producto final el proyecto es inviable.

El coste para Administración pública tiene que ser restablecido a través de la tarifa que los ganaderos pagan por el servicio prestado. De esta forma hallamos la tarifa que permite la obtención de un valor actual neto positivo a la tasa de descuento establecida del 6% (anexo II).

En el estudio para el cálculo de la tarifa aparecen dos escenarios diferenciados:

- Durante los años 2009 y 2010 se toma como referencia la tarifa realmente pagada por los ganaderos según información de Tastavins CGE. Dicha tarifa ha sido establecida por el Centro Gestor para cubrir los costes de explotación, de forma que el importe pagado por los ganaderos en el año 2009 sea similar al coste soportado en el escenario base (2,63 €/m<sup>3</sup>)
- En marzo de 2011, finaliza la subvención por parte de la Unión Europea de tal forma que es necesario recalcular dicha tarifa para restablecer el equilibrio financiero y lograr la rentabilidad prevista a largo plazo. La tarifa resultante será aquella que permita que el valor actual neto del proyecto sea nulo y la tasa interna de retorno sea de un 6%. De esta forma, los ingresos se determinan por el producto de la tarifa por el volumen gestionado anual, que incorporados al resto de componentes de los flujos netos de tesorería nos permite llegar a la rentabilidad deseada. Con dichos cálculos la tarifa resultante para el año 2011 es 4,57€/m<sup>3</sup> y se va incrementando anualmente al IPC establecido en 2,5%.

En este sentido la sostenibilidad del proyecto dependerá de que el sector porcino pueda asumir la tarifa que refleja los costes de una correcta gestión del purín. Dicha tarifa supone un incremento de casi un 74% respecto a la tarifa del escenario base en el año 2011, de tal forma que los costes de explotación se ven aumentados ante un margen casi nulo en algunos ganaderos del sector porcino. En este sentido, según estudios realizados por el CITA (2011), sólo las explotaciones que tengan una mayor productividad por cerda reproductora y cuyo coste de alimentación sea inferior al 62% respecto al coste final, podrán hacer frente a este incremento en el precio de la gestión del purín.

Como solución a la elevada tarifa, Tastavins CGE plantea la construcción de una planta de biogás que permitirá mediante la venta de electricidad, reducir la tarifa a repercutir al ganadero.

### 5.3.2 Valoración económica.

Los efectos ambientales de la inadecuada gestión del purín repercuten en el valor de uso de la naturaleza<sup>5</sup> que disfrutaban tanto los habitantes próximos a la zona como aquellos de otras zonas alejadas. Por tanto, la rentabilidad financiera no es decisiva para determinar la deseabilidad social del proyecto, sino que debe calcularse la rentabilidad económica, que nos indica en qué medida el proyecto eleva o disminuye el bienestar social. En este sentido la rentabilidad económica trasciende a la rentabilidad financiera, ya que incluye las externalidades que la presencia del proyecto genera sobre los agentes económicos distintos a la propiedad.

Para un análisis de la rentabilidad económica abandonamos la perspectiva *monetaria* para adoptar un enfoque *rea*. Lo importante es determinar si las variables proporcionan recursos reales que se podrían haber utilizado para satisfacer otras necesidades. En términos de costes, eliminaremos aquellos que no suponen una disminución de recurso real, y con respecto a los beneficios, incorporaremos los efectos adicionales que inciden en el bienestar de la población y que no han sido contemplados desde una perspectiva financiera.

Los costes asociados a la rentabilidad económica dentro del proyecto para Tastavins CGE son los determinados en la valoración financiera, a excepción de los impuestos, que no aumentan ni disminuyen la rentabilidad real del proyecto, sólo obligan a compartir una parte con la Administración. En el caso de los beneficios generados por el proyecto, eliminamos las subvenciones ya que su concesión a dicho proyecto implica que otros proyectos ven reducida su posibilidad de obtención en la misma medida.

Además de los costes e ingresos reflejados en la información financiera, la puesta en funcionamiento del proyecto tiene unos beneficios adicionales que inciden sobre el bienestar de la población, hemos tenido en cuenta en este estudio dos de ellos:

- La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> eq. que se evitan por el uso de la tecnología de proyecto.
- El ahorro que implica la no utilización del sistema tradicional de transporte de los purines para su aplicación directa en el campo en el escenario base.

De esta forma la valoración económica a través del valor actual neto y la tasa interna de retorno es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j} \quad 0 = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+TIR)^j}$$

Donde:

I<sub>0</sub>= Inversión inicial.

FN<sub>j</sub>= Elementos que componen el flujo neto. Los beneficios y costes son los siguientes:

---

<sup>5</sup> El valor de uso hace referencia al carácter instrumental que adquieren los atributos de la naturaleza, y que les hacen ser cosas útiles; las personas utilizan los bienes ambientales, y se ven afectadas por tanto, por cualquier cambio que ocurra respecto a la calidad, existencia o accesibilidad de los mismos (Azqueta, 2007).

- Ingresos de la fracción sólida
- Costes de operación y mantenimiento.
- Beneficio generado por reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
  - El ahorro de no utilización del sistema de transporte tradicional.

i= Tasa de descuento (6%)

Valoramos económicamente cada uno de los elementos del flujo neto del proyecto:

- Inversión: 1.536.131 €
- Ingreso de fracción sólida: precio unitario de 17 €/ tn que se incrementa a un IPC del 2,5%, al igual que en el reflejado en la valoración financiera.
- Costes de operación y mantenimiento: idénticos en términos económicos a los reflejados en la valoración financiera.
- Beneficio generado por la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Valoraremos la reducción de CO<sub>2</sub> eq. de cada año al precio de las emisiones de ETS. Los datos de referencia para el cálculo son los siguientes:
  - Reducción anual de t CO<sub>2</sub> eq.: la reducción anual de emisiones ha sido calculada en el epígrafe 5.2, resultando un valor de 11.986 tCO<sub>2</sub> eq. /año para un volumen anual de 100.000m<sup>3</sup>. Para el cálculo de reducción de los primeros cuatro años (2009-2012), se ha tomado el valor correspondiente de forma proporcional, siendo la reducción anual a partir de 2013, con un volumen gestionado de 100.000 m<sup>3</sup>, la de referencia de proyecto.
  - Los precios establecidos como valor de tCO<sub>2</sub> eq., tienen una valoración real según precio de derechos de emisión de CO<sub>2</sub> de SendeCO<sub>2</sub><sup>6</sup> y a partir de 2013 se ha realizado una previsión según diversos estudios. De esta forma la evolución de precios se ha establecido de la siguiente manera:
    - Para los años 2009, 2010 y 2011 se ha tomado como dato el promedio anual del precio en cada uno de los años según datos de SendeCO<sub>2</sub>.
    - En el 2012 se toma el dato promedio hasta el mes de septiembre.
    - En los años siguientes (2013-2023) y dada la variabilidad de las previsiones en las fuentes consultadas, se ha tomado como referencia aquella que indicaba un menor precio. A partir de 2020, no existen datos de previsión y se ha previsto el mismo precio sin variaciones hasta 2023.

---

<sup>6</sup> SENDECO<sub>2</sub>, la Bolsa Europea de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (EUAs) y Créditos de Carbono (CERs) especializada en PYMES, es un mercado secundario ideado en Septiembre del 2004.

Tabla 11.- Valoración económica de reducción de CO2 de proyecto

Año	Volumen (m3)	Reducción anual (t CO2 eq.)	Precio unitario (€/t CO2 eq.)	Beneficio reducción emisiones (€)
2009	35.294	4.230	13,06	55.235
2010	43.865	5.258	14,32	75.306
2011	65.000	7.791	12,80	99.698
2012	90.000	10.787	7,35	79.320
2013	100.000	11.986	9,29	111.350
2014	100.000	11.986	10,36	124.175
2015	100.000	11.986	10,90	130.647
2016	100.000	11.986	16,79	201.293
2017	100.000	11.986	22,69	271.938
2018	100.000	11.986	28,58	342.584
2019	100.000	11.986	34,48	413.229
2020	100.000	11.986	40,37	483.875
2021	100.000	11.986	40,37	483.875
2022	100.000	11.986	40,37	483.875
2023	100.000	11.986	40,37	483.875
<b>TOTAL</b>		<b>159.912</b>		

Fuentes: Larrea (2012); Ezquerro (2011)

- El ahorro que implica la no utilización de un sistema tradicional de transporte de los purines para su aplicación directa en el escenario base, se valora por el precio del transporte que pagaban los ganaderos hasta la puesta en marcha de la planta de tratamiento del proyecto. El volumen considerado es el del escenario de proyecto y el precio unitario para un radio de 5km es de 2,63€/m<sup>3</sup><sup>7</sup>

Del cálculo resulta un VAN de 59.218,26€ con una TIR de 6,38%.

Este resultado nos indica que un proyecto que financieramente no era rentable para Tastavins CGE, desde el punto de vista del bienestar social si lo es. El valor actual neto y su tasa interna de retorno es prueba del beneficio social en este proyecto de gestión. La inclusión de los beneficios ambientales generados por la correcta gestión del purín justifica la implementación del proyecto y su viabilidad en términos económicos.

En el estudio económico sólo incluimos la valoración de la reducción de CO2 como beneficio ambiental. En este sentido, cabe señalar que el valor del derecho de emisión de CO2 es muy volátil y factores como el clima, situaciones político-económicas y el volumen de asignaciones a nivel europeo, influyen directamente en su evolución. El porcentaje de reducción de emisiones prevista antes de 2020, la sustitución de los límites a los países por un único límite máximo a escala de UE y el sistema de subasta como método de asignación de derechos de emisión, parece indicar que los precios se elevarán hasta los niveles previstos en el estudio. Pero,

<sup>7</sup> El precio de referencia se fija como el coste de explotación en una granja externalizando el transporte mediante un servicio de alquiler de camión, conductor y combustible. (Moreno y Ruesta 2011).

además de los beneficios generados por el CO<sub>2</sub>, existen otros beneficios ambientales que no han sido valorados económicamente, como la reducción de nitratos, fósforo, metales pesados y contenido de materia orgánica que impactarán positivamente en la calidad de suelo y agua. Estos beneficios, cuya valoración monetaria presenta unas dificultades que exceden a las posibilidades de este trabajo, no se han incluido en la valoración económica por las dificultades de atribución su valoración monetaria. Si se incluyesen en nuestra valoración económica, puede con toda seguridad los beneficios netos del proyecto serían mucho mayores, y por lo tanto, compensarían los riesgos de la posible variación de la baja de los precios de los derechos de emisión de CO<sub>2</sub>.

## **CONCLUSIONES**

Hasta la década de los noventa, mientras la ganadería se mantuvo íntimamente ligada a las explotaciones agrarias, los estiércoles fueron utilizados de forma integrada dentro del proceso de producción agrícola, sin producir problemas ambientales importantes.

Esta situación cambió debido al gran crecimiento experimentado por la cría intensiva de ganado. Dicha intensificación, propiciada por una Política Agraria Comunitaria que tenía como objetivos obtener mayores productividades y mantener la competitividad del sector, está generando un fuerte crecimiento de la generación de residuo y, al mismo tiempo, la ruptura definitiva de las prácticas tradicionales de reutilización de los estiércoles. A este fenómeno de rápido crecimiento, hay que sumar la importante concentración territorial de las explotaciones de los ganaderos. Esta situación unida a la incorrecta gestión de purines provoca graves afecciones ambientales en aire, suelo y agua.

La intervención por parte de las administraciones públicas para corregir estas externalidades negativas es imprescindible para evitar pérdidas irreparables de la calidad del entorno natural (suelo y agua) y para la reducir la presión sobre las emisiones de gases efecto invernadero.

En este contexto, surge en Aragón el proyecto LIFE ES-WAMAR, cuyo objetivo es la aplicación de distintos modelos de gestión de purines basados en las mejores técnicas disponibles. Se seleccionan varias zonas de actuación entre las cuales se encuentra Peñarroya de Tastavins, municipio de la Comarca del Matarraña con graves problemas ambientales debido a la elevada concentración de granjas de porcino y a la insuficiente disponibilidad de tierras de cultivo. El proyecto se desarrolla con la construcción de una planta de tratamiento biológico y la constitución de una sociedad pública, denominada Tastavins CGE, que gestiona un sistema de gestión colectiva del purín en la zona.

En este trabajo hemos realizado, en primer lugar, un estudio del sector porcino, que nos permite establecer su importancia económica dentro del sector agroalimentario y las principales características de su crecimiento, que determinarán la aparición del problema ambiental generado por las deyecciones porcinas. Esta problemática se ha analizado en profundidad seguidamente, comprobándose que su afección ambiental tiene un contexto global (emisiones a la atmósfera) y local (contaminación suelo y agua), lo que hace necesaria una intervención por parte de las administraciones públicas. En consecuencia, también se ha analizado la normativa comunitaria, española y aragonesa que afecta al sector. Se trata de una extensa regulación que genera cierta confusión en los agentes afectados (ganaderos). Además hemos identificado otro tipo de instrumentos de intervención, como son los Planes Estratégicos, que desarrollan acciones, fundamentalmente de colaboración público – privada, encaminadas a favorecer la implicación por parte de los agentes sociales en la solución de los problemas ambientales.

Bajo estas dos premisas se desarrolla el proyecto objeto de estudio “Gestión colectiva de purines”, que trata de aplicar las mejores técnicas disponibles (planta de tratamiento y gestión colectiva) en gestión de purines para la zona de Peñarroya de Tastavins. Este proyecto supone una innovación, no sólo desde el punto de vista tecnológico, sino por la creación de una empresa que permita gestionar el purín de forma colectiva y que asume la responsabilidad de la correcta gestión.

Realizada la evaluación del proyecto desde el 2006 hasta la actualidad se ha podido constatar que tiene un claro impacto en la reducción de variables contaminantes en aire, suelo y agua. Se ha constatado también la rentabilidad económica del proyecto, debido fundamentalmente a los beneficios ambientales generados, y se ha determinado el coste que supone a los agentes contaminantes (ganaderos) la internalización de los efectos externos ocasionados por la incorrecta gestión de purines. Queda por determinar en este sentido, si el impacto del precio de internalización podrá ser asumido por los ganaderos en su totalidad o Tastavins CGE deberá asumir - o lo que es lo mismo, las administraciones públicas- parte de los costes derivados de esta correcta gestión, que contravendría el principio de “quien contamina paga” .

Las plantas de tratamiento constituyen una alternativa a la problemática en zonas de elevada carga ganadera y poca disponibilidad de tierras de cultivo, y la gestión colectiva es un modelo eficaz que permite integrar a todos los actores implicados hacia una correcta gestión ambiental. Sin embargo, no hay que olvidar que los purines son excelentes fertilizantes, por lo que en los municipios donde no hay problemas de saturación debería continuarse con las aplicaciones tradicionales de estiércoles, respetando estrictamente las dosis adecuadas para cada uno de los cultivos agrícolas de las parcelas acreditadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

Azqueta D. (2007). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid, Mc Graw Hill. 2ª edición.

Asociación de Productores de Ganado Porcino de Aragón y el Valle del Ebro (Appave) (2011), *Informe del Sector Porcino en Aragón 2010*. <http://bases.cortesaragon.es>

Bescós M., López M. (2011). “El sector porcino y su distribución geográfica en Aragón” en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 25-29.

Bescós M., Herrero E. (2011), “Análisis de agua y suelo en las zonas de actuación del proyecto LIFE ES-WAMAR”, en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 159-167.

Centro de Transferencia Agroalimentaria CITA (2011). *Resultados económicos 2005-2009 del productor porcino en Aragón. Año 2011*. Departamento de Agricultura y Alimentación. Gobierno de Aragón. <http://www.aragon.es/>

Centro de Transferencia Agroalimentaria CITA (2007). *Evaluación de costes de sistemas y equipos de aplicación de purín*. Departamento de Agricultura y Alimentación. Gobierno de Aragón. <http://www.aragon.es/>

CEPYME (2011). *Guía orientativa dirigida a PYMES sobre la trasposición de la directiva marco de residuos a la normativa española. La nueva ley de residuos*, Gobierno de Aragón. <http://www.aragon.es/>

COMERCIO CO2: <http://www.sendeco2.com/es/comercio-co2.asp>

Daudén A. (2011), “Gestión medioambientalmente correcta y sostenible del purín porcino basada en tecnologías innovadoras: proyecto de demostración llevado a cabo en Aragón (España), 2006, en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 11-23.

Daudén A. (2011), *Purín: impacto medioambiental*, en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 31-40.

Dirección General de Recursos Agrícolas y Ganaderos. Reunión Sectorial Porcino, Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. Gobierno de España, Madrid, 25 de octubre de 2011

Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (2007). *Plan Nacional Integrado de Residuos, 2008-2015 (PNIR). Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA)* Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de España.

Erias A., Dopico J.A. (2011), “Los mercados de carbono en la unión europea: fundamentos y proceso de formación de precios”, *Revista Galega de Economía*, vol. 20, núm. 1(2011)

FAO (2010). *Statistical Database*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://faostat.fao.org>

Federación de Cajas de Ahorro Vasco –Navarras (2011). *Boletín del mercado de Carbono* n.29.

Fundación Cajamar (2011), *El sector del porcino en España*, El Ejido (Almería) Escobar Impresores, SL.

Gobierno de Aragón (2004). Plan de Gestión Integral de los Residuos de Aragón (2005-2008) <http://www.aragon.es/>

Gobierno de Aragón (2010). *Guía para la elaboración de un Plan de Acción. Sistema de Adhesión a la EACCEL*. Estrategia Aragonesa de cambio climático y energías limpias. <http://www.aragon.es/>

Grupo Gestión Porcina (2011) "Informe del sector porcino ejercicio 2010", Departamento de Producción Animal, Universidad de Lleida, pág 7-28.

Herrero E., Mestre J.J., Pérez C., (2011), "¿Cómo funciona esta planta de tratamiento de purín?", en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 101-108.

Herrero E. (2011), "Control y seguimiento de una planta de tratamiento de purín", en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 109-115.

Herrero E. (2011), "Composición del purín", en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 151-157.

Herrero E. (2011), "Planta de tratamiento de purines en Peñarroya de Tastavins (gestión colectiva)", en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 99-100.

IAEST (2011). Censo de Ganado porcino: Porcino intensivo. Total por CCAA. Año 2010. Gobierno de Aragón. <http://www.aragon.es/>

INE-IAEST. Instituto Aragonés de Estadística (2011). Censo agrario, 2009. <http://www.ine.es/>

Larrea I. (2012) "La gestión de los derechos de emisión de co2 en el periodo 2013-2020: retos y oportunidades", Seminario sobre gestión financiera de derechos de emisión de instalaciones afectadas por la normativa del comercio de derechos de emisión, julio 2012

Martinez C., Río I. (2011), "Régimen aplicable a la gestión de los purines", en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 187-189.

Martínez C. (2006) *El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica*. Pensamiento y gestión, N° 20

Martínez J.M., Perni A., (2011) *Análisis de la rentabilidad económica y ambiental de la recuperación de zonas costeras: el Mar Menor*, XIV Encuentro de Economía Aplicada, junio 2011

McKinsey & Company, "Pathways to a Low-Carbon Economy, Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve", McKinsey & Company.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2007) *Plan de Medidas Urgentes de la Estrategia de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCEL)*. Gobierno de España.

Piñeiro C., Montalvo G. (2005), *La directiva IPPC para el control integrado de las emisiones contaminantes en ganadería intensiva de porcino*, XXI curso de especialización FEDNA, Madrid, 7 y 8 de Noviembre de 2005

Moreno B., Ruesta M.J. (2011) "Costes de la gestión agrícola del purín en el municipio de Tauste", en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón*, pag. 81-86.

Observatorio de Medio Ambiente (2009). *Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón 2009-2015*. Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. <http://www.aragon.es/>

Pretty, J.N.; Mason, C.F.; Nedwell, D.B.; Hine, R.E.; Leaf, S.; Dils, R. (2003). *Environmental Costs of Freshwater Eutrophication in England and Wales*. Environmental science & technology 37 (2), 201-208.

Secretaría General Técnica. Servicio de Planificación y Análisis (2012), *Avance de los resultados obtenidos por la agricultura y la ganadería aragonesas en el año 2011*. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.

Servicio de Planificación y Análisis (2010). *Directorios Ganaderos*. Secretaria General Técnica. Departamento de Agricultura y Alimentación. Gobierno de Aragón.

Subdirección General de Estadística (2010). *Resultados de las encuestas de ganado porcino de noviembre de 2010*. Secretaria General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España. <http://www.magrama.gob.es>

Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación (2012), *Dossier Autonómico Comunidad Autónoma de Aragón*, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. <http://www.magrama.gob.es>

Teira (2008), *Informe para la mejora de la gestión de los purines porcinos en Catalunya*, Publicaciones del Consejo Asesor para el Desarrollo Sostenible de Cataluña.

Teresa M. (2011), "La gestión colectiva del purín: Centros Gestores de Estiércoles (CGE)", en Daudén A., Teresa M., Siegler C. (coordinadores), *Proyecto Demostrativo de gestión colectiva del purín en Aragón* pag. 43-47.

Ezquerria M. (2011), *La Fase III del EU ETS: La fase III del EU ETS: Perspectivas de Desarrollo y Análisis de Impactos sobre la Actividad de Generación Eléctrica en España*. Universidad Pontificia de Comillas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/4df61276f2f51.pdf>

Yin, R. K. (1984/1989). *Case Study Research: Design and Methods, Applied social research Methods Series*, Newbury Park CA, Sage

#### **FUENTES DOCUMENTALES:**

DIRECTIVA 2008/1/CE del Parlamento Europeo de 15 de enero de 2008 relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación (IPPC). (Diario Oficial de la Unión Europea, nº L 24/8 de 29/1/2008).

DIRECTIVA 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. (Diario Oficial de la Unión Europea nº L 152/1 de 11/6/2008).

DIRECTIVA 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura. (Diario Oficial de la Unión Europea nº L 375 de 31/12/1991).

DIRECTIVA 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. (Diario Oficial de la Unión Europea nº L 372/19 de 27/12/2006).

DIRECTIVA 2008/98/CE del Parlamento Europeo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos. (Diario Oficial de la Unión Europea, nº. 312 de 22/11/2008)

DIRECTIVA 2008/120/CE del Consejo de 18 de diciembre de 2008 relativa a las normas mínimas para la protección de los cerdos. (Diario Oficial de la Unión Europea nº. L 47/5 de 18/2/2009)

Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y Suelos Contaminados (BOE, n.181 de 29/7/2011).

Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (BOE, Nº. 49 de 26/02/2009).

DECRETO 77/1997, de 27 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunidad Autónoma de Aragón y se designan determinadas áreas Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. (BOA, n.139 de 23/11/2005).

DECRETO 49/2000, de 29 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la autorización y registro para la actividad de gestión para las operaciones de valorización o eliminación de residuos no peligrosos, y se crean los registros para otras actividades de gestión de residuos no peligrosos distintas de las anteriores, y para el transporte de residuos peligrosos. (BOA, n.33 de 17/03/200)

ANEXO II - ESTUDIO FINANCIERO TASTAVINS CGE.																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
Volumen anual de purín planta de tratamiento (m3)		35.294	43.865	65.000	90.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Precios Ingresos</b>																
Tarifa Purín Ganaderos (€/m3)	0,00	2,87	3,11	4,57	4,68	4,80	4,92	5,04	5,17	5,30	5,43	5,57	5,71	5,85	5,99	6,14
Precio fraccion solida (€/tn)	17															
<b>Precios costes</b>																
Transporte purín de granja a planta (€/m3)	1,067	60 % transporte por camión (1,645 €/m3), resto por tubería a coste 0,2 €/ m3														
Inversión total (€)	1.536.130,51															
Años de amortización	15															
IPC	2,50%															
<b>Ingresos y costes de operación y mantenimiento</b>																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
<b>Ingresos</b>																
Tarifa ganadero		101.256	136.620	296.966	421.463	479.999	491.999	504.299	516.906	529.829	543.075	556.652	570.568	584.832	599.453	614.439
Subvención UE	4.024	105.591	166.208	56.604												
Venta fraccion solida	0	0	0	0	111.384	123.760	126.854	130.025	133.276	136.608	140.023	143.524	147.112	150.790	154.559	158.423
<b>Total Ingresos</b>	<b>4.024</b>	<b>206.847</b>	<b>302.828</b>	<b>353.570</b>	<b>532.847</b>	<b>603.759</b>	<b>618.853</b>	<b>634.324</b>	<b>650.182</b>	<b>666.437</b>	<b>683.098</b>	<b>700.175</b>	<b>717.680</b>	<b>735.622</b>	<b>754.012</b>	<b>772.863</b>
<b>Costes de operación y mantenimiento</b>																
Coste Transporte purín		-27.235	-59.569	-69.355	-98.431	-109.368	-112.102	-114.904	-117.777	-120.721	-123.739	-126.833	-130.004	-133.254	-136.585	-140.000
Personal	-2.494,52	-11.880	-12.172	-12.476	-12.788	-13.108	-13.435	-13.771	-14.116	-14.468	-14.830	-15.201	-15.581	-15.970	-16.370	-16.779
Coste de tratamiento		-88.152	-158.702	-198.510	-281.732	-320.861	-328.882	-337.104	-345.532	-354.170	-363.025	-372.100	-381.403	-390.938	-400.711	-410.729
Coste de mantenimiento		-495	-3.798	-3.893	-3.990	-4.090	-4.192	-4.297	-4.404	-4.515	-4.627	-4.743	-4.862	-4.983	-5.108	-5.236
Coste Gestión/ Coste de estructura	-5.342,97	-5.283	-7.097	-7.274	-7.456	-7.643	-7.834	-8.030	-8.230	-8.436	-8.647	-8.863	-9.085	-9.312	-9.545	-9.783
<b>Total costes de operación y mantenimiento</b>	<b>-7.837</b>	<b>-133.045</b>	<b>-241.337</b>	<b>-291.508</b>	<b>-404.397</b>	<b>-455.069</b>	<b>-466.445</b>	<b>-478.107</b>	<b>-490.059</b>	<b>-502.311</b>	<b>-514.869</b>	<b>-527.740</b>	<b>-540.934</b>	<b>-554.457</b>	<b>-568.319</b>	<b>-582.526</b>
Amortización de planta de tratamiento		-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409
Subvención a la inversión		24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
<b>Total amortización planta de tratamiento</b>	<b>0</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>
<b>BAIT</b>	<b>-3.814</b>	<b>-4.607</b>	<b>-16.918</b>	<b>-16.347</b>	<b>50.041</b>	<b>70.282</b>	<b>73.999</b>	<b>77.809</b>	<b>81.714</b>	<b>85.718</b>	<b>89.821</b>	<b>94.026</b>	<b>98.337</b>	<b>102.756</b>	<b>107.285</b>	<b>111.927</b>
<b>Impuestos</b>	<b>1.144</b>	<b>1.152</b>	<b>4.230</b>	<b>4.087</b>	<b>-12.510</b>	<b>-17.570</b>	<b>-18.500</b>	<b>-19.452</b>	<b>-20.429</b>	<b>-21.429</b>	<b>-22.455</b>	<b>-23.507</b>	<b>-24.584</b>	<b>-25.689</b>	<b>-26.821</b>	<b>-27.982</b>
<b>Beneficio neto</b>	<b>-2.670</b>	<b>-3.455</b>	<b>-12.689</b>	<b>-12.261</b>	<b>37.531</b>	<b>52.711</b>	<b>55.499</b>	<b>58.357</b>	<b>61.286</b>	<b>64.288</b>	<b>67.366</b>	<b>70.520</b>	<b>73.753</b>	<b>77.067</b>	<b>80.464</b>	<b>83.946</b>
<b>ESTUDIO FINANCIERO</b>																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
Costes de inversión	-1.536.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subvención otros organismos	360.000															
Beneficio neto	-2.670	-3.455	-12.689	-12.261	37.531	52.711	55.499	58.357	61.286	64.288	67.366	70.520	73.753	77.067	80.464	83.946
Amortización de planta de tratamiento		78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409
<b>Flujo de caja</b>	<b>-1.178.800</b>	<b>74.954</b>	<b>65.720</b>	<b>66.148</b>	<b>115.940</b>	<b>131.120</b>	<b>133.908</b>	<b>136.765</b>	<b>139.695</b>	<b>142.697</b>	<b>145.774</b>	<b>148.929</b>	<b>152.162</b>	<b>155.476</b>	<b>158.873</b>	<b>162.354</b>
<b>VAN (6%)</b>	<b>0</b>															
<b>TIR</b>	<b>6,00%</b>															

ANEXO I - ESTUDIO FINANCIERO TASTAVINS CGE.																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
Volumen anual de purín planta de tratamiento (m3)		35.294	43.865	65.000	90.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
<b>Precios Ingresos</b>																
Precio fraccion solida (€/tn)		17														
<b>Precios costes</b>																
Transporte purín de granja a planta (€/m3)		1,067	60 % transporte por camión (1,645 €/m3), resto por tubería a coste 0,2 €/ m3													
<b>Inversión total (€)</b>																
Años de amortización		15														
IPC		2,50%														
<b>Ingresos y costes de operación y mantenimiento</b>																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
<b>Ingresos</b>																
Subvención UE	4.024	105.591	166.208	56.604												
Venta fraccion solida	0	0	0	0	111.384	123.760	126.854	130.025	133.276	136.608	140.023	143.524	147.112	150.790	154.559	158.423
<b>Total Ingresos</b>	<b>4.024</b>	<b>105.591</b>	<b>166.208</b>	<b>56.604</b>	<b>111.384</b>	<b>123.760</b>	<b>126.854</b>	<b>130.025</b>	<b>133.276</b>	<b>136.608</b>	<b>140.023</b>	<b>143.524</b>	<b>147.112</b>	<b>150.790</b>	<b>154.559</b>	<b>158.423</b>
<b>Costes de operación y mantenimiento</b>																
Coste Transporte purín		-27.235	-59.569	-69.355	-98.431	-109.368	-112.102	-114.904	-117.777	-120.721	-123.739	-126.833	-130.004	-133.254	-136.585	-140.000
Personal	-2.494,52	-11.880	-12.172	-12.476	-12.788	-13.108	-13.435	-13.771	-14.116	-14.468	-14.830	-15.201	-15.581	-15.970	-16.370	-16.779
Coste de tratamiento		-88.152	-158.702	-198.510	-281.732	-320.861	-328.882	-337.104	-345.532	-354.170	-363.025	-372.100	-381.403	-390.938	-400.711	-410.729
Coste de mantenimiento		-495	-3.798	-3.893	-3.990	-4.090	-4.192	-4.297	-4.404	-4.515	-4.627	-4.743	-4.862	-4.983	-5.108	-5.236
Coste Gestión/ Coste de estructura	-5.342,97	-5.283	-7.097	-7.274	-7.456	-7.643	-7.834	-8.030	-8.230	-8.436	-8.647	-8.863	-9.085	-9.312	-9.545	-9.783
<b>Total costes de operación y mantenimiento</b>	<b>-7.837</b>	<b>-133.045</b>	<b>-241.337</b>	<b>-291.508</b>	<b>-404.397</b>	<b>-455.069</b>	<b>-466.445</b>	<b>-478.107</b>	<b>-490.059</b>	<b>-502.311</b>	<b>-514.869</b>	<b>-527.740</b>	<b>-540.934</b>	<b>-554.457</b>	<b>-568.319</b>	<b>-582.526</b>
Amortización de planta de tratamiento		-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409	-102.409
Subvención a la inversión		24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000
<b>Total amortización planta de tratamiento</b>	<b>0</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>	<b>-78.409</b>
<b>BAIT</b>	<b>-3.814</b>	<b>-105.863</b>	<b>-153.538</b>	<b>-313.313</b>	<b>-371.421</b>	<b>-409.717</b>	<b>-418.000</b>	<b>-426.490</b>	<b>-435.192</b>	<b>-444.112</b>	<b>-453.254</b>	<b>-462.625</b>	<b>-472.231</b>	<b>-482.076</b>	<b>-492.168</b>	<b>-502.512</b>
<b>Impuestos</b>	<b>1.144</b>	<b>26.466</b>	<b>38.385</b>	<b>78.328</b>	<b>92.855</b>	<b>102.429</b>	<b>104.500</b>	<b>106.622</b>	<b>108.798</b>	<b>111.028</b>	<b>113.314</b>	<b>115.656</b>	<b>118.058</b>	<b>120.519</b>	<b>123.042</b>	<b>125.628</b>
<b>Beneficio neto</b>	<b>-2.670</b>	<b>-79.397</b>	<b>-115.154</b>	<b>-234.985</b>	<b>-278.566</b>	<b>-307.288</b>	<b>-313.500</b>	<b>-319.867</b>	<b>-326.394</b>	<b>-333.084</b>	<b>-339.941</b>	<b>-346.969</b>	<b>-354.173</b>	<b>-361.557</b>	<b>-369.126</b>	<b>-376.884</b>
<b>ESTUDIO FINANCIERO</b>																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
Costes de inversión	-1.536.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Subvención otros organismos	360.000															
Beneficio neto	-2.670	-79.397	-115.154	-234.985	-278.566	-307.288	-313.500	-319.867	-326.394	-333.084	-339.941	-346.969	-354.173	-361.557	-369.126	-376.884
Amortización de planta de tratamiento		78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409	78.409
<b>Flujo de caja</b>	<b>-1.178.800</b>	<b>-989</b>	<b>-36.745</b>	<b>-156.576</b>	<b>-200.157</b>	<b>-228.879</b>	<b>-235.091</b>	<b>-241.459</b>	<b>-247.985</b>	<b>-254.675</b>	<b>-261.532</b>	<b>-268.560</b>	<b>-275.764</b>	<b>-283.148</b>	<b>-290.717</b>	<b>-298.475</b>
<b>VAN (6%)</b>	<b>-2.940.149</b>															

ANEXO III - ESTUDIO ECONÓMICO																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
Volumen anual de purín planta de tratamiento (m3)		35.294	43.865	65.000	90.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Emissiones previstas de CO2		4.230	5.258	7.791	10.787	11.986	11.986	11.986	11.986	11.986	11.986	11.986	11.986	11.986	11.986	11.986
Precio fraccion solida (€/tn)		17														
<b>Precios costes</b>																
Transporte purín de granja a planta (€/m3)		1,067 60 % transporte por camión (1,645 €/m3), resto por tubería a coste 0,2 €/ m3														
<b>Externalidades</b>																
Precio transporte con servicio externo de purín para aplicación agraria (€/m3)		2,63														
Precio emisiones (€/ t CO2)		13,06	14,32	12,80	7,35	9,29	10,36	10,90	16,79	22,69	28,58	34,48	40,37	40,37	40,37	40,37
Inversion total (€)		1.536.130,51														
Años de amortizacion		15														
IPC		2,50%														
<b>Ingresos y costes de operación y mantenimiento</b>																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
<b>Ingresos</b>																
Venta fraccion solida	0	0	0	0	111.384	123.760	126.854	130.025	133.276	136.608	140.023	143.524	147.112	150.790	154.559	158.423
<b>Total Ingresos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>111.384</b>	<b>123.760</b>	<b>126.854</b>	<b>130.025</b>	<b>133.276</b>	<b>136.608</b>	<b>140.023</b>	<b>143.524</b>	<b>147.112</b>	<b>150.790</b>	<b>154.559</b>	<b>158.423</b>
<b>Costes de operación y mantenimiento</b>																
Coste Transporte purín		-27.235	-59.569	-69.355	-98.431	-109.368	-112.102	-114.904	-117.777	-120.721	-123.739	-126.833	-130.004	-133.254	-136.585	-140.000
Personal	-2.494,52	-11.880	-12.172	-12.476	-12.788	-13.108	-13.435	-13.771	-14.116	-14.468	-14.830	-15.201	-15.581	-15.970	-16.370	-16.779
Coste de tratamiento		-88.152	-158.702	-198.510	-281.732	-320.861	-328.882	-337.104	-345.532	-354.170	-363.025	-372.100	-381.403	-390.938	-400.711	-410.729
Coste de mantenimiento		-495	-3.798	-3.893	-3.990	-4.090	-4.192	-4.297	-4.404	-4.515	-4.627	-4.743	-4.862	-4.983	-5.108	-5.236
Coste Gestión/ Coste de estructura	-5.342,97	-5.283	-7.097	-7.274	-7.456	-7.643	-7.834	-8.030	-8.230	-8.436	-8.647	-8.863	-9.085	-9.312	-9.545	-9.783
<b>Total costes de operación y mantenimiento</b>	<b>-7.837</b>	<b>-133.045</b>	<b>-241.337</b>	<b>-291.508</b>	<b>-404.397</b>	<b>-455.069</b>	<b>-466.445</b>	<b>-478.107</b>	<b>-490.059</b>	<b>-502.311</b>	<b>-514.869</b>	<b>-527.740</b>	<b>-540.934</b>	<b>-554.457</b>	<b>-568.319</b>	<b>-582.526</b>
<b>Externalidades</b>																
Reducción de emisiones CO2	0	55.235	75.306	99.698	79.320	111.350	124.175	130.647	201.293	271.938	342.584	413.229	483.875	483.875	483.875	483.875
Ahorro gestión escenario base	0	92.823	121.205	184.094	261.273	297.560	304.999	312.624	320.440	328.451	336.662	345.079	353.706	362.548	371.612	380.902
<b>Total externalidades</b>	<b>0</b>	<b>148.058</b>	<b>196.511</b>	<b>283.792</b>	<b>340.593</b>	<b>408.910</b>	<b>429.174</b>	<b>443.272</b>	<b>521.733</b>	<b>600.389</b>	<b>679.246</b>	<b>758.308</b>	<b>837.581</b>	<b>846.423</b>	<b>855.487</b>	<b>864.777</b>
<b>ESTUDIO FINANCIERO</b>																
	año 2008	año 2009	año 2010	año 2011	año 2012	año 2013	año 2014	año 2015	año 2016	año 2017	año 2018	año 2019	año 2020	año 2021	año 2022	año 2023
Costes de inversión	-1.536.131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Ingresos</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>111.384</b>	<b>123.760</b>	<b>126.854</b>	<b>130.025</b>	<b>133.276</b>	<b>136.608</b>	<b>140.023</b>	<b>143.524</b>	<b>147.112</b>	<b>150.790</b>	<b>154.559</b>	<b>158.423</b>
<b>Total costes de operación y mantenimiento</b>	<b>-7.837</b>	<b>-133.045</b>	<b>-241.337</b>	<b>-291.508</b>	<b>-404.397</b>	<b>-455.069</b>	<b>-466.445</b>	<b>-478.107</b>	<b>-490.059</b>	<b>-502.311</b>	<b>-514.869</b>	<b>-527.740</b>	<b>-540.934</b>	<b>-554.457</b>	<b>-568.319</b>	<b>-582.526</b>
<b>Total externalidades</b>	<b>0</b>	<b>148.058</b>	<b>196.511</b>	<b>283.792</b>	<b>340.593</b>	<b>408.910</b>	<b>429.174</b>	<b>443.272</b>	<b>521.733</b>	<b>600.389</b>	<b>679.246</b>	<b>758.308</b>	<b>837.581</b>	<b>846.423</b>	<b>855.487</b>	<b>864.777</b>
<b>Beneficio neto</b>	<b>-1.543.968</b>	<b>15.013</b>	<b>-44.826</b>	<b>-7.716</b>	<b>47.580</b>	<b>77.602</b>	<b>89.583</b>	<b>95.191</b>	<b>164.950</b>	<b>234.686</b>	<b>304.401</b>	<b>374.092</b>	<b>443.759</b>	<b>442.756</b>	<b>441.728</b>	<b>440.674</b>
VAN (6%)		59.218,26 €														
TIR		6,38%														