



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

# Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos



**Alternativa de Mejora al Sistema de Tratamiento  
de Efluentes líquidos.**

**Caso Establecimiento Estancia La Maza Sebastián  
Elcano, Córdoba.**

**Autora**  
Lafata, Sofía

**Tutores**  
Dr. González, Carlos  
Biol.(MSc) Sandra Kopp  
2016

## **Agradecimientos**

Mi más sincero agradecimiento a la Biol.(MSc) Sandra Kopp y al Dr.González, Carlos por su aporte ,ayuda y tiempo invertido para hacer posible la realización de este trabajo pero por sobre todo agradecer su calidez y buena voluntad.

A la ingeniera esp. Regina Inés Actis por su asesoramiento brindado a lo largo de todo el trabajo.

A Ailiñ Correa por su aporte y ayuda. A la familia Grasso Boldetti por su hospitalidad y generosidad al dejarme trabajar en su establecimiento.

A mis amigos y familia, en especial a mi mamá que nunca dejo de apoyarme y me impulso a seguir.

## **Resumen**

La producción de carne porcina genera efluentes líquidos residuales con alta carga, esto principalmente debido a la concentración de los animales en un espacio reducido, alimentos con alto contenido de proteínas que no son asimilados por el cerdo y al mal manejo del agua en las granjas. En los últimos años el sector porcino creció de manera acelerada y los productores empezaron a invertir en infraestructura y tecnología, pero no se contemplaron algunos impactos que la actividad genera sobre el ambiente en general.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar y desarrollar una propuesta de mejora sobre el actual sistema de tratamiento de efluentes líquidos residuales, proponiendo una adecuación de las instalaciones para lograr un correcto manejo de los mismos, con posibilidad de la reutilización de estos efluentes líquidos.

Este trabajo se llevo a cabo en un establecimiento familiar dedicado a la actividad agrícola-ganadera, radicado al noreste de la provincia de Córdoba; en el cual se propone la reutilización del agua obtenida como resultado del tratamiento de los efluentes de la actividad ganadera porcina, logrado a través del diseño y conducción de estos con tratamientos físicos y químicos con la posterior descarga a lagunas de fitorremediación.

Con las alternativas planteadas se realizara una producción pecuaria con un menor impacto ambiental, adecuada a las normativas ambientales vigentes, logrando así mejoras en los aspectos sanitarios y obteniendo un beneficio en la reutilización del efluente post-tratado.

**Palabras clave:** producción porcina, tratamiento de efluentes, fitorremediación, lagunas.

## Índice de contenidos

1.	Resumen.....	3
2.	Palabras clave .....	3
3.	Introducción.....	7
4.	Objetivos .....	10
5.	Análisis del caso en estudio .....	11
6.	FODA.....	21
7.	Propuesta de mejora.....	22
8.	Análisis de negocio .....	32
9.	Consideraciones finales .....	34
10.	Bibliografía .....	35

## Índice de Figuras

Figura 1. Esquema del Flujo grama de la cadena de producción porcina en Argentina.....	9
Figura 2. Ubicación de Establecimiento La Maza.....	11
Figura 3. Vista General de Establecimiento La Maza .....	12
Figura 4. Esquema de la Sala de maternidad en ambos sectores de producción.....	12
Figura 5. Vista Externa de la Maternidad.....	13
Figura 6. Vista Interna de la Maternidad .....	13
Figura 7. Vista General de Gestación .....	13
Figura 8. Corrales de Gestación.....	13
Figura 9. Vista Externa de Engorde .....	14
Figura 10. Corrales de Engorde .....	14
Figura 11. Flujo de la Piara .....	14
Figura 12. Croquis de Fosa receptora de deyecciones líquidas y sólidas.....	15
Figura 13. Interior de la fosa común .....	16
Figura 14. Compuerta.....	16
Figura 15. Canaletas Sector 1 y 2 .....	16
Figura 16. Transición de canaleta de cemento a suelo desnudo .....	16
Figura 17. Corral de Inseminación.....	17
Figura 18. Corral de Gestación .....	17
Figura 19. Croquis de canaletas de recolección de Sector de Gestación.....	17
Figura 20. Canaleta Colectora externa.....	18
Figura 21. Piso enrejado para retención de sólidos .....	18
Figura 22. Croquis de canaletas de recolección del sector de engorde.....	18
Figura 23-24. Canaleta de suelo desnudo .....	19
Figura 25. Encharcamiento del efluente .....	19
Figura 26. Barro producto del encharcamiento .....	19
Figura 27. Croquis del Actual STE.....	20
Figura 28. Funcionamiento de Cámara Séptica.....	26
Figura 29. Croquis de ubicación de cámaras sépticas.....	28
Figura 30. Esquema de Lagunas de Tratamiento .....	30
Figura 31. Mecanismos de Fitorremediación.....	31
Figura 32. Tren De Tratamiento .....	31
Figura 33. Ficha de seguridad.....	37

## **Índice de Tablas**

Tabla 1: Concentración media de parámetros de los Efluentes líquidos de cerdos .....	22
Tabla 2: Concentración media de parámetros de los Efluentes líquidos de cerdos .....	22
Tabla 3. Composición De Los Efluentes Totales .....	23
Tabla 4. Efluentes Generados por Animales .....	23
Tabla 5. Efluentes Generados por Limpieza de las Instalaciones.....	23
Tabla 6. Efluentes Generados por Animales + Limpieza .....	24
Tabla 7. Distancias Mínimas de Seguridad Recomendables .....	27
Tabla 8. Inversión inicial .....	32
Tabla 9. Cálculo de la VAN .....	32

## **Introducción**

La producción de carne porcina, está cada vez más influenciada por criterios de calidad. La adopción de los sistemas de calidad y la implementación de las buenas prácticas de producción, permiten disminuir los riesgos para la salud del animal y como consecuencia también para la salud humana. Factores relacionados con la sanidad de los animales, la seguridad alimentaria y los criterios medioambientales deben ser incluidos en la producción para generar mayor confianza en la calidad final del producto (Pinelli, 2004).

En la actualidad se consumen a nivel mundial 104.363.000tn de carne porcina. De este total, 7.237.000tn son el resultado del intercambio comercial entre países. Los principales países importadores de carne de cerdo son Japón, con el 18,7% del total que se comercializa entre países, Rusia (14,4%), China (11,5%) y México (10%). Los principales países productores de cerdos del mundo son China con el 49,3%, Unión Europea (21,8%), destacándose como principales productores de la UE a Alemania, España y Francia, EEUU (10,2%) y Brasil (3,2%)(MAGyP, 2012).

A la vez, estos países son, en el mismo orden de importancia, los que mayor consumo de carne de cerdo por habitante por año. Argentina produce el 0,32% de la carne de cerdo del mundo. Los principales países que exportan carne de cerdo al mundo son EEUU con el 33,5%, Unión Europea (31,5%), Canadá (17,3%) y Brasil (8,4%). Argentina participa con el 0.09% del volumen de carne que se exporta a nivel mundial (MAGyP, 2012).

### **Caracterización del Sector Porcino Argentino**

Argentina se caracteriza por la disponibilidad de superficies aptas para producción y por poseer condiciones agro-ecológicas propicias para la crianza de cerdos, aunque no se tiene en demasiada consideración el bienestar animal y el cuidado del ambiente debería tratarse con mayor responsabilidad.

Este país posee excelentes aptitudes en cuanto a suelos, clima y disponibilidad de agua dulce. El rubro alimentación impacta en el costo de producción del cerdo entre el 60% y el 80%, similar a las demás regiones productoras del mundo. La existencia de países altamente dependientes de la importación de granos y con costos de mano de obra superiores, posicionan a la Argentina cómo uno de los países con menor costo en la producción de cerdos, esto se debe a que es un gran productor de cereales y oleaginosos, principales insumos de la actividad; positivamente el país se encuentra libre del Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino, enfermedad presente en los principales países productores de cerdo y causal de significativas pérdidas económicas en la producción primaria.

Además de un reconocido status sanitario, el sector de producción porcina cuenta con tecnología disponible, genética de primer nivel y profesionales capacitados y especializados en esta actividad. Asimismo, el contar con un sistema oficial de tipificación de canales porcinos por contenido de tejido magro que permite diferenciar de manera objetiva la calidad de las reses porcinas, se constituye en otra fortaleza del sector(Papotto, 2006).

Hasta 1990 la producción de cerdos en Argentina era realizada como actividad secundaria dentro de la explotación agropecuaria, principalmente por pequeños productores localizados en zonas donde el cultivo de maíz como principal insumo era preponderante. La actividad adquiriría distintos niveles de relevancia de acuerdo al comportamiento de la ecuación de precios grano-carne. Los índices productivos alcanzados por la mayoría de los productores

porcinos de Argentina se hallaban muy por debajo de los niveles de los países con tradición porcina (Papotto, 2006).

Durante los primeros años, la oferta proveniente del exterior fue competitiva, principalmente por la calidad. Ello justificaba mayormente la provisión por parte de la industria nacional de carne importada. Ya, hacia mediados de la década, y si bien con una oferta de carne nacional aún no suficiente pero de calidad comparable, la adquisición de carne importada se debió más a una cuestión de precio que a calidad, y no tan condicionada a la disponibilidad de oferta nacional (Papotto, 2006).

La evolución del contenido de tejido magro de las reses porcinas en Argentina, demuestra la calidad de carne obtenida en los últimos años reflejados en el contenido de tejido magro próximo al 48%. Es conveniente aclarar que debido a características particulares del Sistema Oficial de Tipificación de Reses Porcinas de Argentina, los valores registrados no deben relacionarse con los valores de contenido de tejido magro de las reses porcinas de otros países.

### **Distribución Stock Nacional**

La producción de cerdos en la República Argentina comienza a transitar un camino de oportunidades que la llevarán al desarrollo y a la consolidación, lo cual implica indefectiblemente enfrentar desafíos y amenazas. Luego de la devaluación de la moneda ocurrida en 2002, las condiciones macroeconómicas para la producción porcina mejoraron considerablemente, especialmente por el encarecimiento del cerdo importado y el mejoramiento de los precios internos en términos reales. Esto permitió que en los últimos años se vislumbrara una clara recuperación de la actividad porcina: hoy se estiman a nivel país 3.437.000 cabezas (SENASA, 2012) y una cantidad de madres en estrato comercial que alcanzan a 345.000 (Millares, 2011). En cuanto a la distribución del stock nacional por provincia, existe una marcada concentración en las de la Pampa Húmeda, donde Buenos Aires posee el 26,77%, Córdoba el 24,45% y Santa Fe el 20,42%. El resto del país tiene el 29% del stock, destacándose por su importancia Salta, Chaco, Entre Ríos, Formosa, La Pampa, Santiago del Estero y San Luis.

En lo que hace a los indicadores de eficiencia productiva se estima que un 39% se encuentran bajo sistemas de producción en confinamiento con una productividad promedio por madre/año de 20 animales terminados. El 61% restante de las madres se encuentran bajo sistemas de producción a campo o mixtos (a campo con alguna etapa intensificada) cuya productividad por madre/año se estima alrededor de 10 a 14 animales. Es precisamente en este estrato productivo donde se observa una gran brecha productiva, ya que situaciones mejoradas (sistemas al aire libre o mixto con manejo intensivo) alcanzan valores de 16 a 18 capones por madre/año.

En lo que hace a los sistemas de producción el sector vivió en los últimos años un proceso de transformación. Si bien los sistemas de producción de pequeña y mediana escala productiva (10 a 200 madres) son los que prevalecen en el país.

En este trabajo desarrollamos parte de la problemática ya que son los que más han avanzado en infraestructura debido al aumento de rentabilidad en la actividad, complejizando la cadena de producción y aumentando la misma aunque no se está contemplando de manera responsable la afectación en el ambiente que genera la actividad.

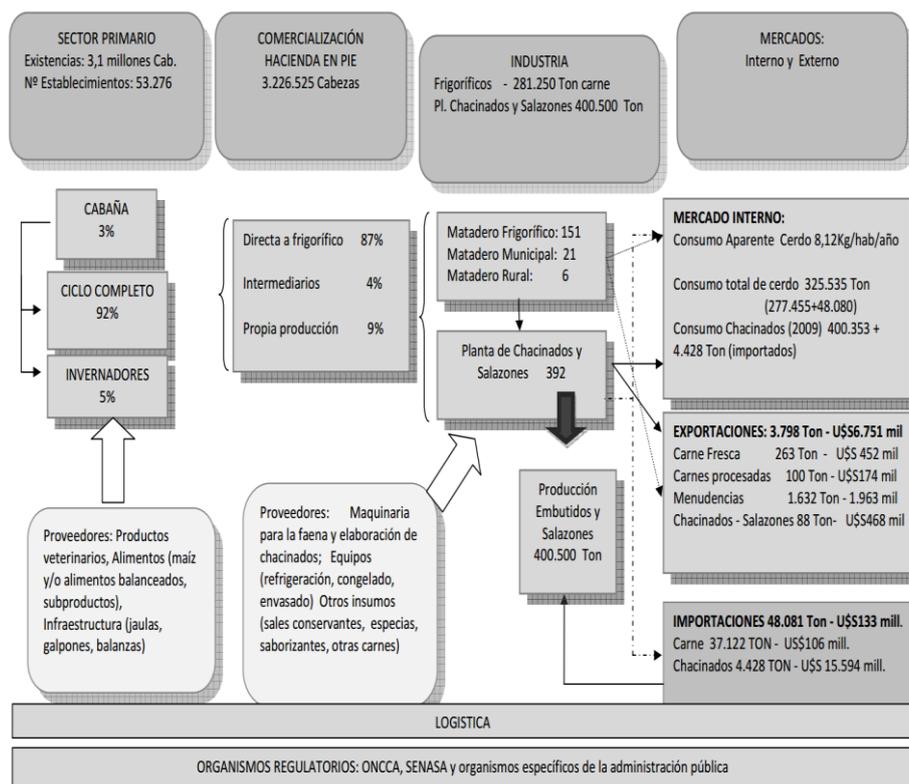


Figura 1: Esquema del Flujo de la cadena de producción porcina en Argentina

Fuente: (INTA, 2013)

### Características Generales de la Cadena Porcina en la Provincia de Córdoba

La cadena de carne porcina en la provincia de Córdoba adquiere importancia creciente en virtud del crecimiento de su stock, la cantidad de predios con esta actividad, una infraestructura de procesamiento importante, mayor consumo de este producto, y cuya demanda aparente nacional esta próxima a ser satisfecha, lo cual convierte a la cadena en una oportunidad atractiva para ser evaluada por distintos agentes privados y las dependencias gubernamentales a través del mayor agregado de valor y la correspondiente generación de empleo. El primer eslabón de la cadena porcina provincial es la producción primaria, integrada por 8.657 establecimientos agropecuarios (SENASA, 2013), que representan el 14,6% del total nacional. Siendo superada solamente por la provincia de Buenos Aires en unas 80.000 cabezas.

La producción porcina tiene fuerte presencia en los departamentos del sur- sureste de la provincia, donde fundamentalmente se desarrolla la producción de maíz. Los establecimientos se dividen según su orientación productiva en: cabañas proveedoras de genética porcina de alta calidad, granjas de ciclo completo dedicadas a la cría, el crecimiento y terminación de los cerdos e invernadores abocados solo a las fases de crecimiento y terminación.

Dentro del grupo de granjas de ciclo completo existen dos modelos productivos, por un lado el de confinamiento integrado por empresas tecnificadas sobre la base de una buena genética, que aplican planes sanitarios, utilizan alimentos balanceados y tienen buenas prácticas de manejo. Y por el otro, el modelo extensivo representado por pequeños productores que suplementan en muy baja proporción, que cuentan con un plan sanitario

rudimentario, tienen un escaso mejoramiento genético y con alta proporción de venta de lechones a fin de año. Son muy pocos los establecimientos primarios que se encuentran integrados verticalmente con la industria (frigorífica – chacinera)(INTA, 2013).

En la etapa de comercialización, alrededor del 87% de las transacciones entre el sector primario y la industria frigorífica se realizan bajo la modalidad directo a frigorífico. Sólo el 4% está en manos de la figura del intermediario, quien está representado por el consignatario, el acopiador y los remates feria. Otra forma que encuentra la industria para abastecerse de materia prima es a través de la producción propia, que en general es utilizada por los frigoríficos que faenan importantes volúmenes de cerdos por año. La operatoria es generalmente compra en origen, haciéndose responsable de los gastos de traslado el vendedor, la forma de pago es entre 10 y 40 días y el precio de compra se establece a peso vivo.

Córdoba se caracteriza porque un importante porcentaje de animales salen de la provincia con destino a faena extra-provincial principalmente. A su vez, se observa un ingreso de cabezas provenientes de otras provincias pero de menor magnitud.

En el mercado interno, la carne fresca se comercializa mayormente, sin intermediarios, en el comercio minorista, principalmente carnicerías, en tanto que los volúmenes que llegan a los consumidores a través de los grandes supermercados son menos importantes, si bien algunas firmas integradas están promoviendo las ventas a través de este canal. Por su parte, los chacinados y salazones llegan mayoritariamente a la boca de expendio a través de distribuidores y, en menor medida el reparto lo realiza la misma fábrica.

En Córdoba, al igual que ocurre a nivel nacional, la oferta de carne fresca no alcanza a abastecer la demanda de la industria de chacinados, motivo por el cual se debe importar cortes de cerdo, entre los que se destacan fundamentalmente pulpas de jamón, paleta y tocino, que provienen casi con exclusividad desde Brasil (INTA, 2013).

La suba de los precios en la carne vacuna tuvo en los últimos años como consecuencia el desplazamiento de la elección en los consumidores hacia otro tipo de carnes impactando fuertemente en la producción porcina aumentando así la demanda, obligando a los productores porcinos a elevar el número de animales y por lo tanto agrandar o mejorar la infraestructura.

Como problemática se observa que en general los productores invierten en infraestructura para mejorar la producción en sí, pero no se tiene en cuenta el aumento de generación de efluentes y su posterior tratamiento para estar acorde a las normativas ambientales vigentes.

### **Objetivo general**

Desarrollar una propuesta de mejora a las condiciones de volcamiento de efluentes líquidos de un establecimiento porcino a fin de evitar deterioro en cualquiera de los componentes del ambiente.

### **Objetivos específicos**

Evaluar el sistema de recolección y tratamiento primario/secundario de los efluentes líquidos generados en los distintos puntos de producción para optimizar las operaciones de tratamiento.

Proponer una alternativa de tratamiento final de los efluentes líquidos residuales que permita una reutilización de los efluentes ya tratados, obteniendo así un recurso para ser utilizado con otros fines dentro del sistema productivo de acuerdo a normativa vigente.

## **Análisis de Caso**

### **Descripción General del Establecimiento**

El establecimiento en el cual se desarrolló el estudio se denomina “La Maza” y corresponde a un emprendimiento familiar con alrededor de 700 ha, en las que desarrollan actividades agrícolas-ganaderas.

El establecimiento cuenta con la infraestructura necesaria para el mantenimiento de las instalaciones que permiten llevar a cabo la totalidad de las actividades. Así, se destinan 200 ha a la ganadería con la producción de pasturas, las cuales se hace rotación con avena, sorgo y grama fija (70 ha perenne) y las 500 ha restantes a la agricultura donde se realiza trigo, maíz y soja.

La actividad ganadera consiste en la recría de 190 (ciento noventa) novillos y terneras, 30 (treinta) ovinos y cabaña de Caballos Criollos, la cual se constituye por 50 (cincuenta) yeguas madres y 5 padrillos, mientras que el criadero de cerdos está formado por 50 (cincuenta) madres de diferentes razas como Landrace, Spot Poland y Yorkshire, donde se focalizó el presente trabajo.

### **Localización**

El Establecimiento La Maza se encuentra ubicado en cercanías de la ruta nacional N° 9 Norte, entre la localidad de Santa Elena, la oeste, y la localidad de Sebastián Elcano, al este, en el departamento Tulumba a 180 km de Córdoba capital.

A continuación, se detallan imágenes satelitales con la ubicación del mismo.



Figura 2: Ubicación de Establecimiento La Maza.



Figura 3: Vista general de Establecimiento La Maza

### Descripción de la Actividad

Como se mencionó anteriormente, el presente trabajo hará hincapié en la actividad porcina del establecimiento, la que está compuesta por los siguientes sectores, bien diferenciados uno de otros, con un detalle de las superficies destinadas a cada una, a saber

1. Sala de Maternidad: 125 m<sup>2</sup>
2. Gestación: 162 m<sup>2</sup>
3. Engorde: 272 m<sup>2</sup>

### Sala de Maternidad

El edificio de la Sala de Maternidad consta de dos sectores separados (sector 1 y sector 2), cada uno con capacidad para la estadía de seis madres, simultáneamente. A su vez, cada sector está dividido en dos líneas de parideras donde se disponen tres madres, por fila; como se observa en la Figura 4.

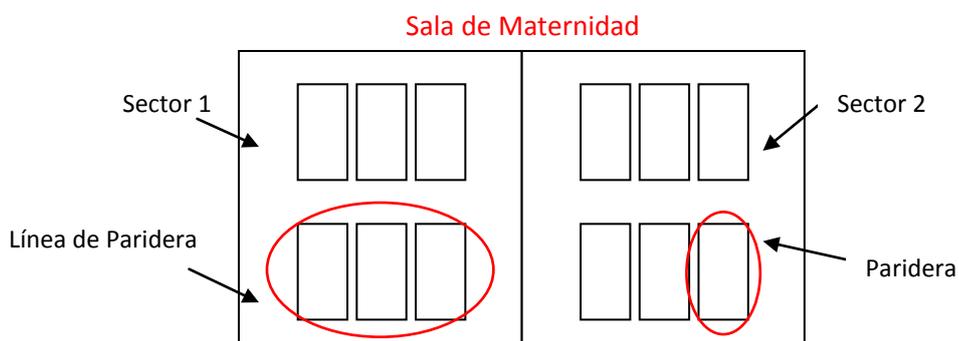


Figura 4: Esquema de la sala de maternidad en ambos sectores de producción

Como se observa en la Figura 11, las madres ingresan a la Sala de maternidad el día ciento doce de su preñez, siendo previamente aseadas y desinfectadas por el personal del establecimiento. Las madres y sus crías permanecen allí durante veintiocho días desde su parición.

Previo al ingreso de las madres, se realiza una limpieza profunda y desinfección completa de la Sala, con un derivado del amonio cuaternario y agua. Posteriormente, durante la estadía de las madres y sus crías, se mantiene la limpieza de las instalaciones mediante barrida en seco y agua tirada con baldes.

Asimismo, para facilitar la limpieza del sector, y mantener adecuada higiene en el lugar, cada línea de paridera posee una fosa común, en su parte inferior, que recibe las deyecciones líquidas y sólidas de las tres madres y sus respectivos lactantes.



### Gestación

El sector destinado a la etapa de gestación cuenta con seis corrales de aparte, de los cuales los dos subsiguientes al ingreso están enfrentados entre sí, como se ve en la Figura 7, son de mayor tamaño que el resto, debido a que en estos se realizan las operaciones previas y propias de la inseminación de las madres. Los cuatro restantes son de dimensiones similares.

Este edificio cuenta con pisos y divisorias de cemento, con pendiente que facilita la limpieza de las instalaciones. Cuenta además con comederos móviles plásticos, y bebederos del tipo “chupete”. En cada corral, Figura 8, se disponen no más de seis madres, las que estarán allí hasta los últimos días previos a la parición.



## Engorde

Aquí se reciben los animales provenientes de la Sala de Maternidad con 28 (veinte y ocho) días de vida, tanto hembras como machos, para ser alimentados hasta alcanzar los 100 kg de peso, hasta su faena.

En cuanto a los metros cuadrados esta es la más grande de las tres infraestructuras mencionadas, la cual cuenta con doce corrales cubiertos, contiguos y enfrentados (6 de los cuales miden 6 m x 4 m y los otros 6 de 6 m x 3 m), vista externa de la misma en la Figura 9, Los corrales cuentan con divisorias y pisos de cemento, con una leve pendiente hacia el extremo del corral, para facilitar la evacuación de las deyecciones. En ese extremo colector el piso posee pequeñas aberturas, tipo enrejado, para conectarse con una fosa común a todos los corrales, que es donde se reciben los residuos de todos los apartados, se puede visualizar en la Figura 10.

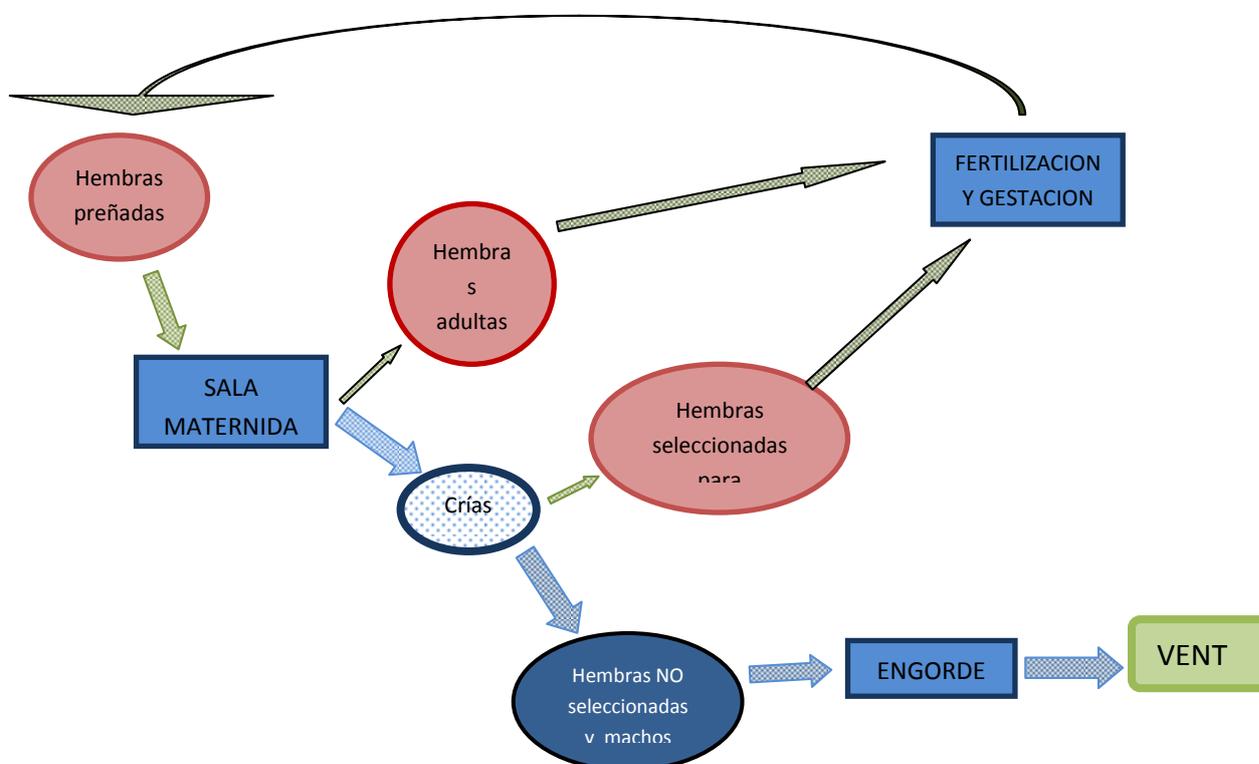


Figura 11: Esquema del flujo de la piara

### Descripción del actual Sistema de Tratamiento de Efluentes Líquidos (STE)

Los sistemas de tratamiento de efluentes líquidos residuales de actividades productivas pretenden tratar estos efluentes a fin de poder realizar un vertido adecuado, según los parámetros establecidos en el Decreto provincial 415/99 y sus modificatorias, minimizando así el impacto negativo que pudiera ocasionar el vaciado de los efluentes generados por la actividad al ambiente en general.

De lo observado para el caso en estudio, el STE no posee un mantenimiento adecuado lo que provoca olores desagradables y moscas en los distintos sectores, provocando algunas molestias para el personal a cargo. En esta producción de cerdos se utilizan principalmente pisos de concreto.

El ambiente en estas instalaciones está controlado por ventilación natural, con la superficie del piso parcial (corral de engorde) o totalmente enrejada (sala de maternidad), situada sobre canales o fosas de recolección de estiércol. Como el estiércol y el orín producidos por los animales pasan a través del enrejado, éste es separado rápidamente de los animales con una mínima utilización de mano de obra. El purín recolectado en la fosa es retirado con poca frecuencia (mensual), la fosa se conecta a canaletas de cemento y el drenaje es por gravedad, los desechos corren por las mismas hasta ser vertidos en el campo, en canaletas de tierra.

A continuación, se detalla una descripción del sistema de tratamiento del caso en estudio para luego proponer la mejora correspondiente.

### Sala de Maternidad

Como se mencionó en el punto descripción de la actividad, cada sector de esta Sala posee una fosa común que recibe las deyecciones líquidas y sólidas de madres y crías, con una leve pendiente que permite su escurrimiento hasta una canaleta colectora que los evacua hacia el sector externo del edificio.

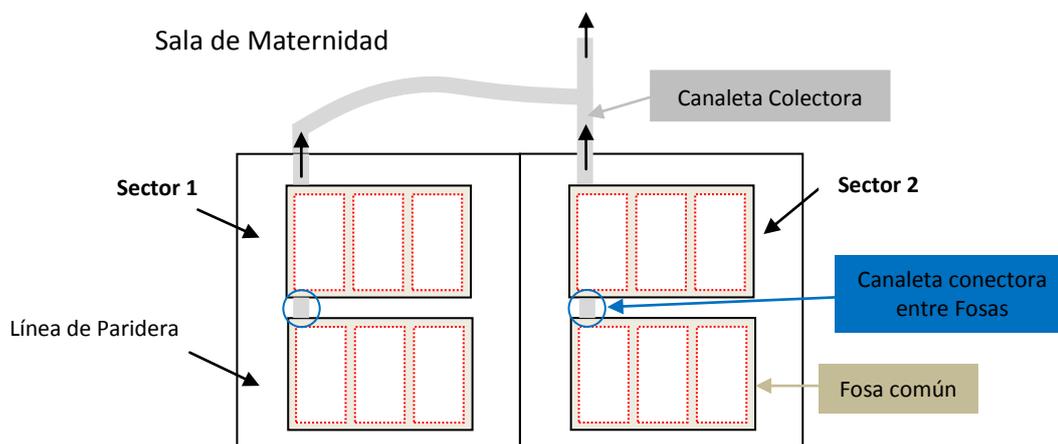


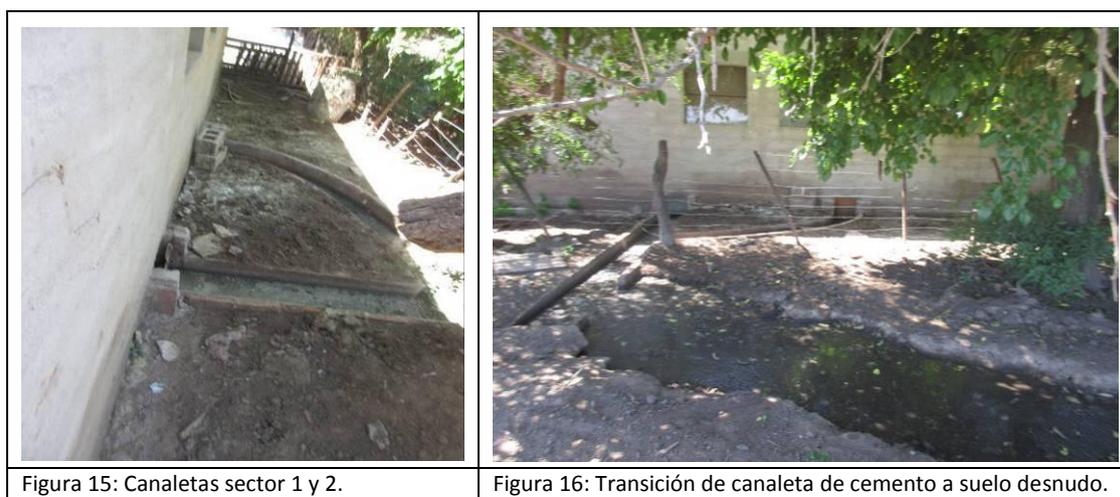
Figura 12: Croquis de la fosa receptora de deyecciones líquidas y sólidas

Como se observa en Figura 13, la fosa receptora de cada línea de paridera es de piso de cemento, de 2.40 m de ancho x 4.80 m de largo x 0.40 m de profundidad aproximadamente; con una leve pendiente hacia la canaleta conectora entre fosas, como se observa en el croquis.

Previo a su salida al sector externo, la canaleta que transporta los líquidos residuales posee una compuerta metálica (Figura 14), accionada manualmente, para liberar el caudal de líquidos hacia el sector externo.



En el sector externo, las canaletas de sector 1 y sector 2 de la sala de maternidad convergen, como se aprecia en la Figura 15. Las canaletas colectoras son de cemento, de 0.40 m de ancho con una altura de 0.30m, y una distancia total de 1.80 m para que luego los líquidos se transporten sobre canaletas de suelo desnudo.



Por último, los líquidos residuales se infiltran sobre el suelo desnudo (Figura 16) y se evaporan hasta perderse en un sector colindante a esta Sala.

### **Gestación**

Como se mencionó anteriormente, este sector cuenta con 12 (doce) corrales de cemento, como se aprecia en la figura nº 17, divididos en dos sectores enfrentados. Los dos primeros corrales, son de mayor tamaño debido a que se realiza la inseminación y el manejo de madres y padrillos.

Todos los corrales poseen una pendiente de 30° hacia la pared perimetral que contiene aberturas para la evacuación de las deyecciones sólidas y líquidas y los efluentes generados durante la limpieza con agua.



Figura 17: Corral de inseminación.

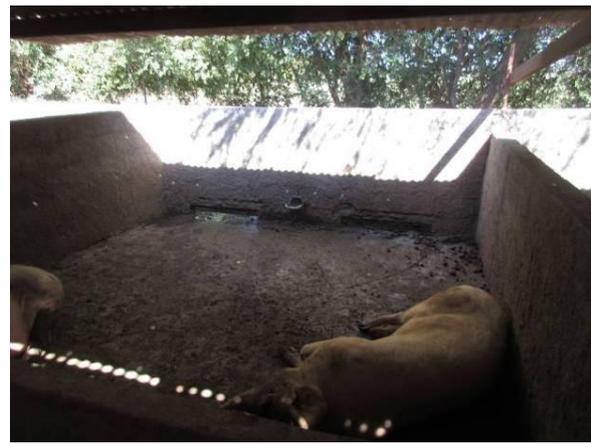


Figura 18: Corral de Gestación.

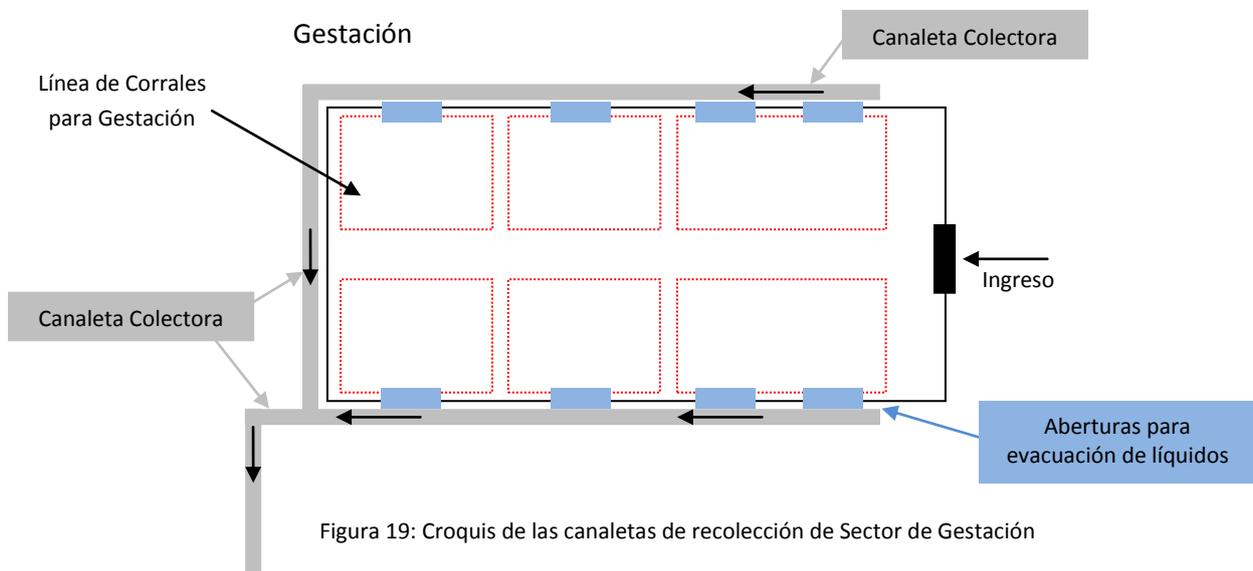


Figura 19: Croquis de las canaletas de recolección de Sector de Gestación

Este edificio cuenta con pisos y divisorias de cemento; con resumideros en cada uno de los corrales los cuales reciben las deyecciones líquidas y sólidas de los animales y el agua proveniente del lavado de los mismos, el cual se realiza 2 veces por semana, con una limpieza en seco con palas y luego con agua a alta presión.

### Engorde

En este sector los pisos son de cemento con un sector piso flotante enrejado donde el fondo son fosas independientes que contienen las deyecciones de los animales y agua de la limpieza, estos corrales se lavan día de por medio, y se retiran los sólidos con pala primero y luego con agua a alta presión.

Como el estiércol y el orín producidos por los animales pasan a través del enrejado, éste es separado rápidamente de los animales con una mínima utilización de mano de obra. El purín recolectado en la fosa individual se conecta a canaletas de cemento y el drenaje es por gravedad, los desechos corren por las mismas hasta ser vertidos en el campo, en canaletas de tierra.



Figura 20: Canaleta colectora externa

Figura 21: Piso enrejado para retención de sólidos

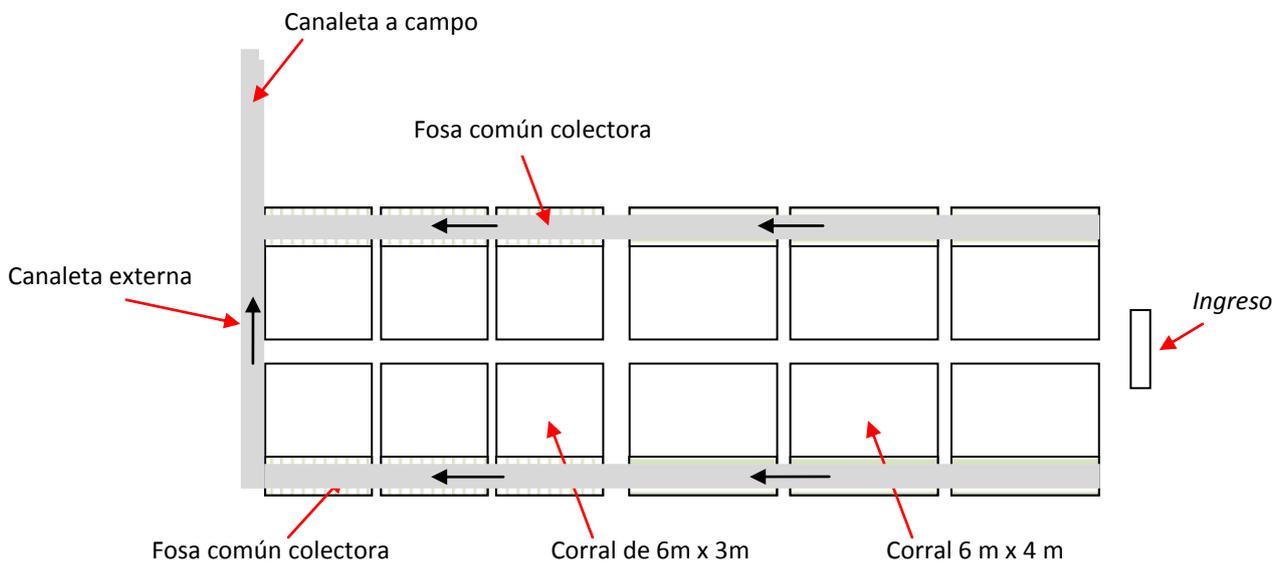


Figura 22: Croquis de canaletas de recolección del sector de engorde.

**Deficiencias del actual Sistema de Tratamiento de Efluentes**

Actualmente el sistema de tratamiento de los efluentes líquidos es escaso y deficiente, lo que genera una problemática ambiental, además de olores y presencia de moscas.

Además, se observó que los efluentes líquidos de cada edificio (engorde, gestación y maternidad) son vertidos sin ningún tipo de tratamiento previo a canaletas sobre suelo desnudo, que desembocan sobre la superficie libre de los alrededores.

Estas canaletas colectoras externas no poseen pendiente suficiente para garantizar el desplazamiento de los líquidos, lo que genera encharcamiento, formación de costra en superficie y retención de sólidos, favoreciendo aún más la generación de moscas y olores.

Por último, no se cuenta con una laguna receptora de los líquidos sino que éstos se evaporan y/o infiltran a lo largo de la canaleta, generando la situación ante descrita (Figura 23, 24, 25 y 26).



Figura 23: Canaleta a suelo desnudo próxima a gestación.



Figura 24: Canaleta a suelo desnudo próxima a engorde.



Figura 25: Encharcamiento del efluente.



Figura 26: Barro producto del encharcamiento.

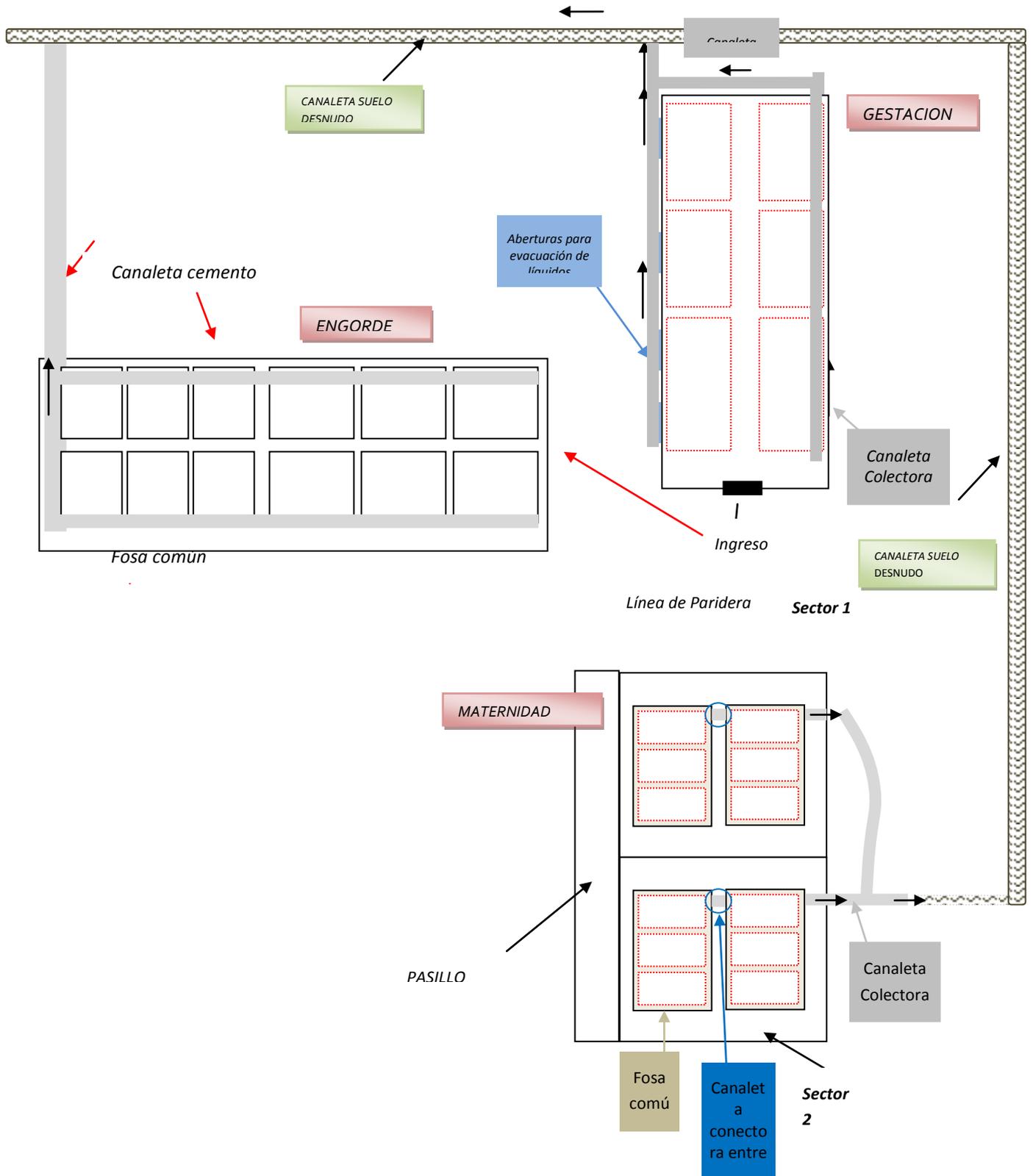


Figura 27: Croquis del actual sistema de tratamiento

## **Análisis FODA**

### **Fortalezas**

- Seguir manteniendo y creciendo en el buen estatus sanitario que tiene la Argentina a nivel mundial, libre de enfermedades que afectan al sector porcino como gastroenteritis transmisible de los porcinos (TGE), libre de síndrome reproductivo y respiratorio del cerdo (PRRS) y libre de la peste porcina.

- Reducir el costo de producción haciendo la actividad más competitiva a nivel regional ocasionado por el bajo costo de la materia prima al ser producida dentro del área de producción, con recursos reutilizados y transformados en pos de la producción de granos.

- Disminución del impacto en el ambiente por la actividad, reduciendo así la contaminación odorífica llevando a las granjas o criaderos a una buena convivencia con vecinos y otras actividades.

- Cuidados de recursos como el agua que con el tratamiento de los efluentes porcinos es posible reutilizar la fase líquida para limpieza de los establecimientos.

### **Debilidades**

- Percepción negativa y resistencia por parte de algunos productores a las nuevas tecnologías y sobre todo aquellas que plantean modos más amigables con el ambiente, debido a la falta de información creyendo que por ser tecnologías que no nacen de la mirada productivista va afectar la rentabilidad de la actividad.

- Una mala realización o ejecución de lo premeditadamente diseñado y calculado puede acarrear un incorrecto funcionamiento de sistema tratante del efluente generando contaminación en el ambiente ya sea napas de agua u olores molestos.

- Un sistema de tratamiento de efluentes puede significar un “gasto” para el productor que de no ser claro en el impacto a la producción puede generar dudas o inseguridades a la hora de evaluar su ejecución.

### **Oportunidades**

- El consumo creciente de la carne porcina ha generado que sus productores inviertan en infraestructura y mayor tecnología, lo que hace una mejora en las planificaciones de los establecimientos dándole importancia a lo que es la generación de efluentes y su impacto ambiental. Tendencia de los consumidores al consumo de alimentos “naturales y de calidad” provenientes de sistemas que contemplan el bienestar animal y el cuidado del medio ambiente.

- Los bajos costos de producción, permiten invertir y diseñar los sistemas para la adopción e implementación de las prácticas del bienestar, para seguir manteniendo la competitividad del sector.

### **Amenazas**

- Ineficacia de los controles administrativos y judiciales. Lo cual hace difícil la regulación y aplicación de normas de calidad para todo el sector.

- Filtrado en napas y contaminación odorífica en sistemas mal diseñados o de incorrecto funcionamiento por falta de mantenimiento.

- El agua estancada en las lagunas pueden ser hospedantes de insectos vectores transmisores de enfermedades.

### **Propuesta de Mejora**

Luego de la evaluación de los efluentes porcinos del establecimiento, se detectó la ausencia de un sistema de tratamiento de efluentes, por lo cual no se cumplen con las normativas ambientales vigentes.

Para adecuar los efluentes líquidos residuales de la producción porcina en este establecimiento se propuso diseñar y desarrollar un tren de tratamiento que permita obtener una calidad de efluente líquido tal que no ocasione riesgos de afectación al ambiente y las personas.

Para esto se planteo el entubado de los efluentes previo al tratamiento de los mismos con cámaras sépticas a la salida de cada sector porcino, para su posterior descarga en las lagunas de tratamiento en las cuales se realizarán los procesos de bio y fitorremediación.

Se deberá analizar el agua postratada para la determinar su reutilización.

### **Caracterización del Efluente Porcino**

La caracterización de los efluentes porcinos depende del origen de las excretas, raza del animal, alimentación, edad, clima, entre otros. Así, en un sistema productivo intensivo la descarga es puntual y como tal, demanda necesariamente de un manejo que involucra un posterior proceso para la estabilización de los efluentes.

Las aguas residuales porcinas pueden ser tratadas biológicamente y por la alta carga orgánica que contienen se requiere incluir un proceso de digestión anaerobia para reducirla.

**Tabla 1: Producción media diaria de estiércol (kg), estiércol + orina (kg) y efluentes líquidos por animal, por fase**

Categoría de Cerdos	Estiércol (kg)	Estiércol + Orina (Kg)	Efluentes Líquidos (Kg)
Cerdas en gestación	3,60	11,00	16,00
Cerdas en lactancia	6,40	18,00	27,00
Lechones destetados	0,35	0,95	1,40
25 – 100kg	2,30	4,90	7,00
Machos	3,00	6,00	9,00
Materia seca entre 3 % a 10%			

Fuente: BPA. INTA 2013.

**Tabla 2: Concentración media de parámetros de los Efluentes líquidos de cerdos**

Parámetro	Concentración
Materia Seca	5 – 7%
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	15000 – 25000 mg/l
Demanda química de Oxígeno (DQO)	35000 – 60000 mg/l
N amoniacal	3000 – 5000 mg/l
Sodio	1000 – 2000 mg/l
Fósforo	1000 – 3000 mg/l
Potasio	1000 – 3000 mg/l
Cobre	20 – 40 mg/l

Zinc	20 – 40 mg/l
Hierro	50 – 150 mg/l

Fuente :Pinelli, 2004

**Tabla 3: Composición De Los Efluentes Totales**

Excretas	Orina (%)	Heces (%)	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Densidad
	45	55	90	10	≥ 1,0

Fuente: INIA, 2005.

### Presentación del cálculo de excretas y agua residual

A continuación, un detalle sobre el volumen de la generación para el establecimiento en estudio, según los datos aportados por los trabajadores y propietario.

El volumen de generación está calculado en base a la máxima capacidad de carga del establecimiento, que son 30 madres.

**Tabla 4: Efluentes generados por animales**

	Sala de Maternidad	Gestación	Engorde	Total
Cantidad de animales	12	20	60	92
Caudal por día (kg)	324	320	420	1.064
Caudal por semana (kg)	2268	2240	2940	7448
Caudal por mes (kg)	9.720	9.600	25.200	44.520

**Tabla 5: Efluentes generados por limpieza de las instalaciones**

	Sala de Maternidad	Gestación	Engorde	Total
Caudal por día (kg)	57	143	572	772
Caudal por semana (kg)	400	1.000	4.000	5.400
Caudal por mes (kg)	1.600	4.000	16.000	21.600

La limpieza de las instalaciones se realiza durante 3hs por día, todos los días (de lunes a domingo).

La relación excreta: agua de lavado varía dependiendo del tipo de lavado con que cuenta la granja. Si bien esta relación varía aproximadamente de 1:6 a 1:18 (18 kilos de agua de lavado por 1 kilo de excreta), el productor puede obtener la relación en base al gasto promedio de agua mensual o bien preestablecer la relación de forma estimativa.

**Tabla 6: Efluentes generados por animales + limpieza**

	Animales	Limpieza	Total
Caudal por día (kg)	1.064	772	1836
Caudal por semana (kg)	7448	5.400	12848
Caudal por mes (kg)	44.520	21.600	66120

## Sistema de Tratamiento Planteado

Los sistemas de tratamientos convencionales pueden ser divididos en dos etapas:

- *Tratamiento primario*, en el cual el objetivo es la eliminación de una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del efluente. Esta eliminación suele llevarse a cabo mediante operaciones físicas tales como el filtrado, tamizado y sedimentación.

- *Tratamiento Secundario*, está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión, los compuestos orgánicos biodegradables y nutrientes (principalmente N y P). Incluye tratamientos biológicos y/o químicos. Luego de esto, el sistema de lagunas (INTA, 2012).



### Tratamiento Primario

#### Tamizado

El objetivo de la tamización es lograr una protección de la estructura del sistema de tratamiento reteniendo aquellos objetos o materias sólidas que puedan crear obstrucciones en alguna de las unidades del proceso. Así, se logra separar y quitar fácilmente la materia sólida grande transportada por el efluente, aumentando la eficacia de los procedimientos posteriores.

En el caso particular del establecimiento en estudio, el sector de engorde es el que posee una estructura que cumpliría la función de un tamiz que permite la retención de los sólidos (materia fecal), los que serán luego recolectados manualmente por el personal del establecimiento.

Asimismo, para el sector de Maternidad se cuenta con la fosa común donde se retienen parte de los sólidos (materia fecal, alimento balanceado, etc.), los que son recolectados manualmente, durante las tareas de limpieza del sector. Si bien no es un tamiz, se considera como un método físico para separación de los sólidos.

Por último, en el Sector de Gestación no es factible la disposición de un tamiz ya que requeriría una fuerte inversión en obra civil; por lo que se contará únicamente con la cámara sedimentadora que logrará la retención de los sólidos sedimentables.

#### Sedimentación

Como se mencionó anteriormente, el efluente líquido residual de actividades porcinas contienen alto porcentaje de sólidos sedimentables y en suspensión. Por lo que el objetivo de esta unidad de tratamiento es lograr la sedimentación de dichos sólidos, a fin de evitar una gran presencia de éstos en los procesos posteriores.

La eliminación de las materias por sedimentación se basa en la diferencia de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido donde se encuentran, que acaba en el depósito de las materias en suspensión.

En este caso, se propone el mecanismo de *sedimentación discreta* donde las propiedades físicas de las partículas (tamaño, forma, peso específico) no cambian durante el proceso; manteniendo su individualidad, o sea no se las somete a procesos de coalescencia con otras partículas.

Para el desarrollo de la cámara sedimentadora, se detallan algunos criterios de diseño a tener en cuenta a fin de lograr la sedimentación discreta de las partículas presentes, a saber

- El periodo de operación es de 24 horas por día.
- El tiempo de retención será entre 2 - 6 horas.
- La carga superficial será entre los valores de 2 - 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día.
- La profundidad del sedimentador será entre 1,5 – 2,5m.
- La relación de las dimensiones de largo y ancho (L/B) será entre los valores de 3 - 6.
- La relación de las dimensiones de largo y profundidad (L/H) será entre los valores de 5 - 20.
- El fondo de la unidad debe tener una pendiente entre 5 a 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento.
- Se debe guardar la relación de las velocidades de flujo y las dimensiones de largo y altura (Lenntech, 2015).

## Tratamiento Secundario

### Cámara Séptica

El efluente residual que ingresa a la cámara lleva sólidos pesados, que se depositan en el fondo formando una capa de lodo, y sólidos livianos que flotan y generan una costra en la superficie del agua. Entre una y otra capa queda una fase líquida (Figura 28). Si la cámara está bien diseñada, construida y mantenida, el lodo y la costra quedan retenidos y no salen con el efluente. En la cámara se retiene hasta el 80% de los sólidos que arrastra el agua residual, los que serán digeridos por las bacterias que allí se desarrollan. Aunque el agua que sale de la cámara se vea clara, contiene microorganismos patógenos, nutrientes y otros contaminantes. Para proteger la salud y el ambiente, estos líquidos todavía requieren un tratamiento adicional que se produce en las siguientes etapas.

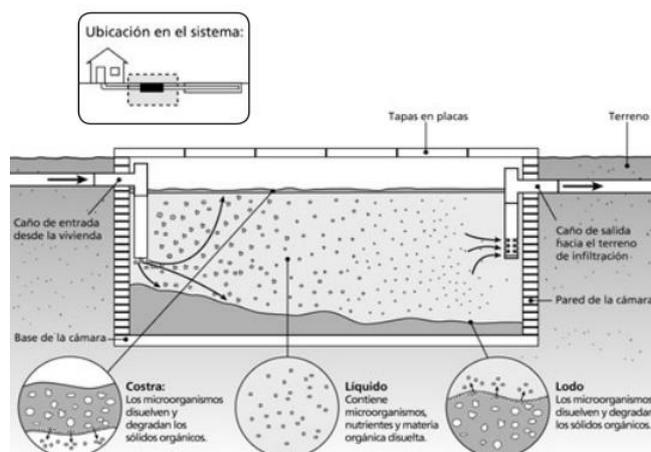


Figura 28: Funcionamiento de la cámara séptica.

### Características de la Cámara Séptica

- La relación largo: ancho del área superficial del tanque séptico deberá estar comprendida entre 2:1 a 5:1.
- El espacio libre entre la capa superior de nata o de espuma y la parte inferior de la losa del techo de la cámara séptica no será menor a 0.30m. se deberá considerar que un tercio de la altura de la nata se encontrara por encima del nivel del agua.
- El ancho de la cámara séptica no deberá ser menor a 0.60m y la profundidad neta no menor a 0.75m.
- El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida de la cámara séptica será de 100mm y 75mm respectivamente.
- El nivel de la tubería de la cámara séptica deberá estar situado a 0.05m por debajo de la tubería de entrada de la cámara séptica.
- Los dispositivos de entrada y salida del agua residual a la cámara séptica estarán constituidos por pantallas o cañería plástica en T. Cuando se usen pantallas, estas deberán estar distanciados de las paredes de la cámara a no menos de 0.20m y no mayor a 0.30m.
- La prolongación del ramal de fondo de las tees o pantallas de entradas y salidas serán calculadas por la formula  $(0.47/A + 0.10)$ .
- La parte superior de los dispositivos de entrada y salida deberán dejar una luz libre para ventilación de no más de 0.05m por debajo de la losa del techo de la cámara séptica.
- Cuando la cámara séptica tenga más de un compartimento, las interconexiones entre estos se proyectaran de forma tal q evite el paso de la nata y lodo.
- El fondo de las cámaras sépticas tendrán pendiente del 2% orientada hacia el punto de ingreso de los líquidos (Mariñelarena, 2006).

**Tabla 7: Distancias mínimas de seguridad recomendables**

Distancia A	Cámara Séptica	Sistema de Infiltración
Curso de agua superficial (m)	15	15
Pozo de agua potable privado (m)	15	30
Pozo de agua potable público (m)	150	150
Líneas de agua (m)	3	8
Limite de terreno (m)	1,5	1,5
Edificaciones (m)	4,5	9

Para el caso en estudio, se prevé la disposición de tres cámaras sépticas por cada edificio que compone a la actividad: gestación, maternidad y engorde, según se observa en la Figura 29.

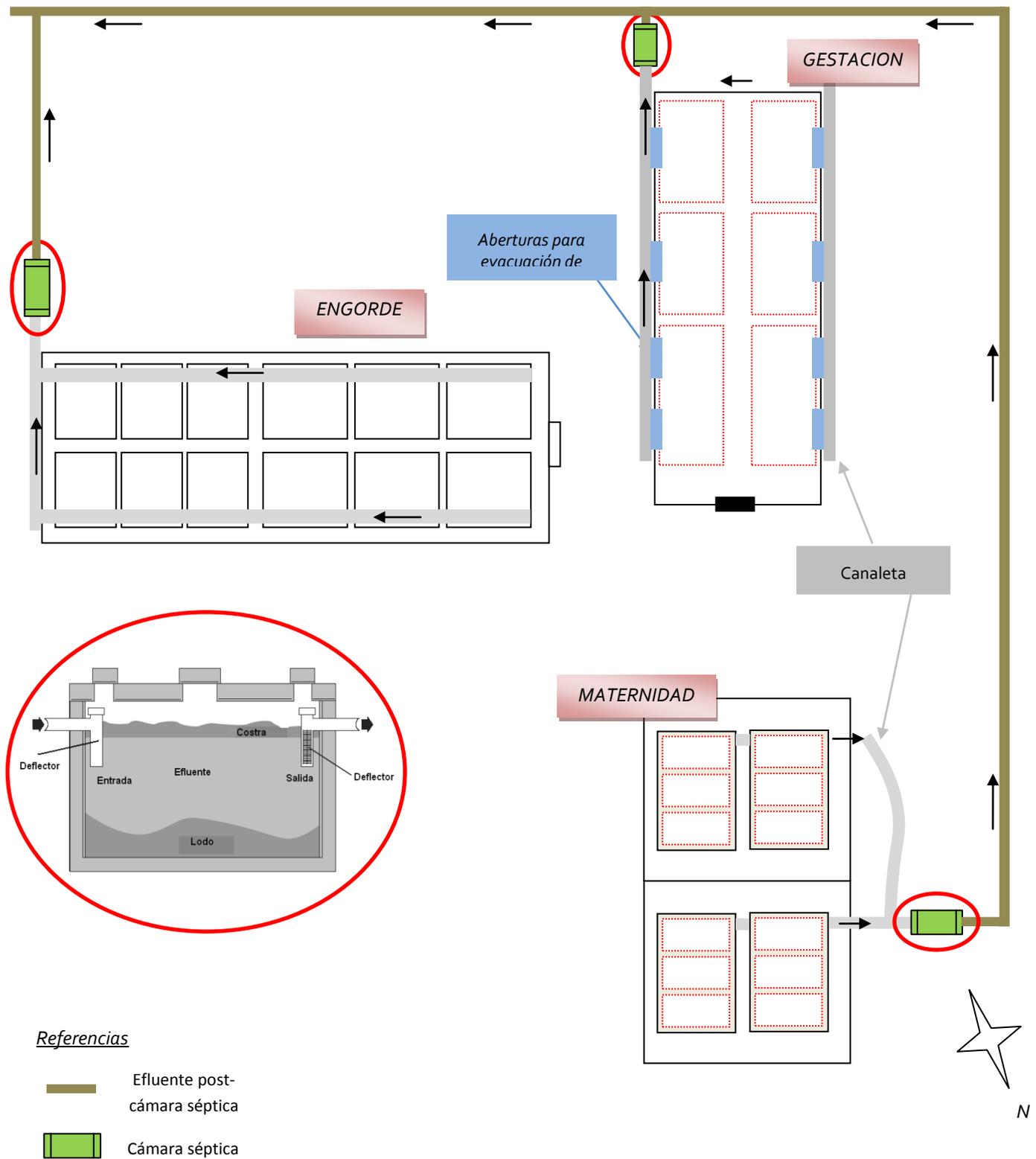


Figura 29. Croquis de ubicación de las cámaras sépticas.

### **Lagunas de Estabilización**

La secuencia es de 2 (dos) lagunas interconectadas: primero una anaeróbica, seguida por una aeróbica o de maduración. En las dos etapas se produce la degradación de DBO<sub>5</sub> (95% aproximadamente), mientras que el aporte más importante de la aerobia es la remoción de patógenos y nutrientes (N y P).

Su función es la de operar como un reactor de grandes dimensiones excavado en la tierra (con impermeabilización) en donde se producen procesos de remoción de contaminantes (compuestos orgánicos principalmente) y patógenos.

### **Laguna Anaeróbica**

En esta etapa se produce una alta degradación de sólidos por una gran diversidad bacteriana, que realizan hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis. A continuación se detallan las condiciones óptimas de operación de lagunas anaeróbicas,

- Temperatura mayor a 25 °C
- pH: 6.8 -7.4
- Profundidad: de 2 a 5 metros (para asegurar la anaerobiosis).

Según cálculos de efluentes para el establecimiento esta laguna tendrá las medidas de 26 metros de ancho, 51 metros de largo y una profundidad de 4 metros.

### **Laguna Aerobia o de Maduración**

Esta etapa contiene bacterias y algas en suspensión, existiendo condiciones aerobias en toda su profundidad. La mayor contribución de esta etapa es la remoción de nitrógeno, fósforo y patógenos. Los principales mecanismos de remoción de patógenos son realizados por la actividad de las algas en sinergismo con la foto-oxidación y la separación mecánica (huevos de helmintos) (INTA, 2013).

A esta última laguna se pretende diseñarla aplicando la fitorremediación, considerada como un conjunto de tecnologías que reducen in-situ o ex-situ la concentración de diversos compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos asociados.

La cual se realizara con la especie *Phragmites australis* "carrizo" que es un género de plantas herbáceas perteneciente a la familia de las poáceas de muy buenos resultados en la depuración de aguas residuales.

La fitorremediación utiliza plantas para remover, reducir, transformar, mineralizar, degradar, volatilizar o estabilizar contaminantes.

Los microorganismos que habitan en la rizósfera juegan un papel importante en la degradación de la materia orgánica. Los metabolitos generados de esta degradación son absorbidos por las plantas junto con nitrógeno, fósforo y otros minerales

Para la fitorremediación de contaminantes orgánicos se toma en cuenta los siguientes aspectos: 1) el metabolismo de los contaminantes al interior y al exterior de la planta (rizósfera), 2) los procesos que conducen a la completa degradación de los contaminantes (mineralización), y 3) la absorción de los contaminantes.

Las plantas metabolizan los compuestos orgánicos a través de tres pasos secuenciales:

**Fase I.** Involucra la conversión/activación (oxidación, reducción e hidrólisis) de los compuestos orgánicos lipofílicos.

**Fase II.** Permite la conjugación de los metabolitos de la fase I a una molécula hidrofílica endógena como los azúcares, aminoácidos y glutatona (Garbisu I, 2007).

**Fase III.** Promueve la compartimentalización de los compuestos orgánicos modificados en las vacuolas o formación de enlaces con los componentes de la pared celular como la lignina y la hemicelulosa. Las enzimas, en la planta, que catalizan la primera fase de las reacciones son las monooxigenasas P450 y las carboxilesterasas. De la segunda fase, en la que ocurre la conjugación por enzimas como la glutatona S-transferasa, resulta la formación de compuestos solubles y polares. La tercera fase del metabolismo de la planta es la compartimentalización y almacenamiento de los metabolitos solubles en las vacuolas o en la matriz de la pared celular. La glutatona S-conjugasa es la encargada de este proceso (Delgadillo *et al.*, 2011).

Esta laguna correspondiente con los cálculos volumétricos y a su antecesora laguna de condiciones anaeróbicas contara con las dimensiones de 11 metros de ancho, 22 metros de largo y 2 metros de profundidad.

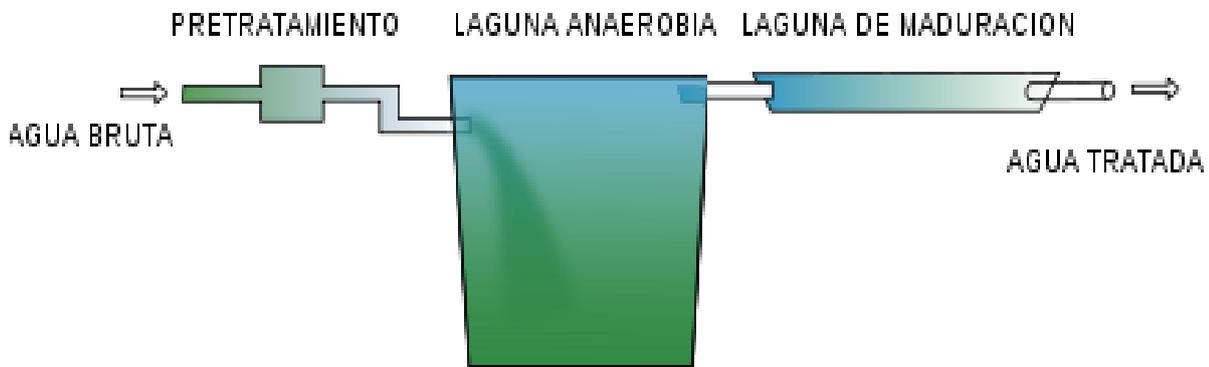


Figura 30: Esquema de las lagunas de tratamiento

### **Tecnologías de Fitorremediación**

Las fitotecnologías se basan en los mecanismos fisiológicos básicos que tienen lugar en las plantas y en los microorganismos asociados a ellas, tales como: transpiración, fotosíntesis, metabolismo y nutrición.

Proceso	Mecanismo	Contaminantes
Fitoestabilización	Complejación	Orgánicos e inorgánicos
Fitoextracción	Hiperacumulación	Inorgánicos
Fitovolatilización	Volatilización a través de las hojas	Orgánicos e inorgánicos
Fitoimmobilización	Acumulación en la rizosfera	Orgánicos e inorgánicos
Fitodegradación	Uso de plantas y microorganismos asociados para degradar contaminantes	Orgánicos
Rizofiltración	Uso de raíces para absorber y adsorber contaminantes del agua	Orgánicos e inorgánicos

(Ghosh y Singh, 2005)

Figura 31: Mecanismos de fitorremediación

Dependiendo del tipo de contaminante, las condiciones del sitio y el nivel de limpieza requerido; las tecnologías de fitorremediación se pueden utilizar como medio de contención (rizofiltración, fitoestabilización y fitoimmobilización) o eliminación (fitodegradación, fitoextracción y fitovolatilización).

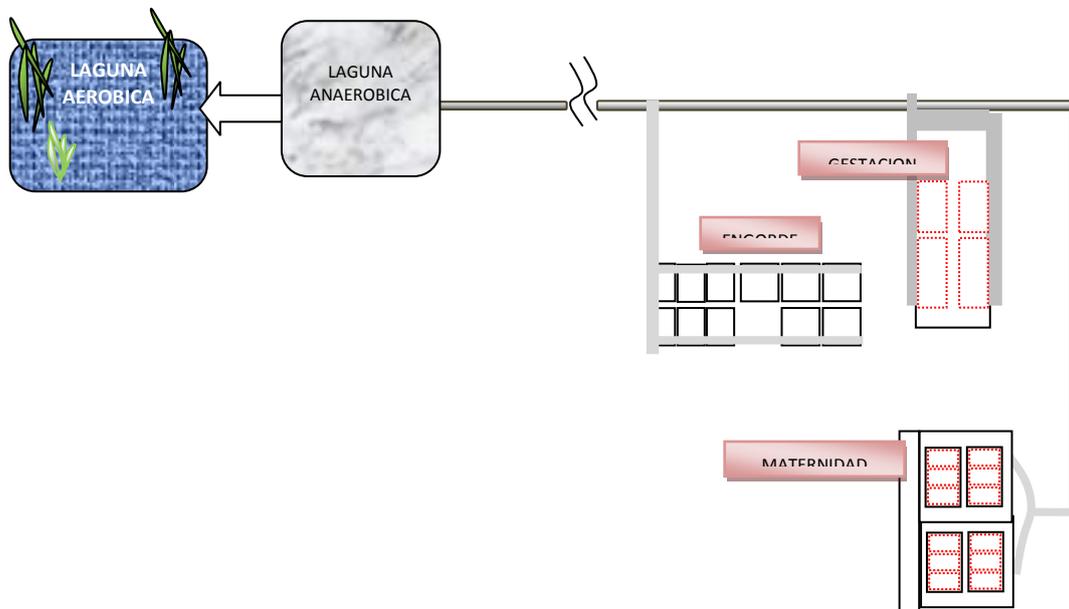


Figura 32: Tren de Tratamiento de los efluentes.

## Análisis del negocio

La propuesta de hacer esta mejora extraordinaria surge de la posible clausura del establecimiento debido al incumplimiento de las normativas ambientales y de sanidad vigentes exigidas por los entes reguladores de la actividad. Además, de contemplar en un futuro la posibilidad de darle un valor agregado a la producción bajo normativa de las BPA (Buenas Prácticas Agrícolas).

### **Cálculo de la VAN de la inversión**

La VAN (Valor Actualizado Neto) se calcula según los ingresos y egresos futuros, los cuales se los trae a momento actual y se los compara con la inversión inicial, estimando una vida útil del sistema de 20 años.

Estos Ingresos estarían conformados por el costo de contratar un servicio de desagote a terceros y el Egreso por los costos operativos que sería la mano de obra de un empleado que cumpla media jornada laboral para limpieza, mantenimiento y reparación del nuevo sistema planteado para el tratamiento y recuperación del efluente porcino. La diferencia entre el Ingreso y el Egreso es el Beneficio al cual se lo actualiza por la tasa del 10 %.

La inversión inicial estará conformada por el costo de construcción y materiales utilizados en el sistema de tratamiento de efluentes.

**Tabla 8: Inversión Inicial**

Ítem	Costo
Servicio de excavación	\$ 26.460
Materiales de construcción (caño PVC 110, cámaras sépticas, filtros, ramales etc.)	\$ 86.481,79
Geo-membrana (incluida colocación)	\$ 53.055,56
<b>Total</b>	<b>\$165.997,35</b>

Para poder calcular el Beneficio de la inversión necesitamos saber la diferencia entre el Ingreso y el Egreso, los cuales están conformados por:

- Ingreso (costo de contratar servicio de desagote a terceros)=\$170.100
- Egreso (costo operativo de la actividad)= \$105.300

Como Egreso se entiende el salario de un empleado cumpliendo media jornada laboral (4hs.día) realizando tareas de limpieza, reparación y mantenimiento del sistema.

$$\text{Beneficio} = \text{Ingreso} - \text{Egreso}$$
$$\$64.800 = \$170.100 - \$105.300$$

**Tabla 9: Cálculo de la VAN**

	Monto	Coeficiente (10 %)*	Valor actualizado
Inversión inicial	-\$165.997,35		-\$165.997,35
Año 1	\$64.800	0,90909	\$58.909,03
Año 2	\$64.800	0,82645	\$53.553,96

Año 3	\$64.800	0,75131	\$48.684,88
Año 4	\$64.800	0,68301	\$44.259,04
Año 5	\$64.800	0,62092	\$40.235,61
Año 6	\$64.800	0,56447	\$36.577,65
Año 7	\$64.800	0,51316	\$33.252,76
Año 8	\$64.800	0,46651	\$30.229,84
Año 9	\$64.800	0,42410	\$27.481,68
Año 10	\$64.800	0,38554	\$24.982,99
Año 11	\$64.800	0,35049	\$22.705,92
Año 12	\$64.800	0,31863	\$20.647,22
Año 13	\$64.800	0,28966	\$18.769,96
Año 14	\$64.800	0,26333	\$17.061,84
Año 15	\$64.800	0,23939	\$15.487,20
Año 16	\$64.800	0,21763	\$14.102,42
Año 17	\$64.800	0,19784	\$12.820,03
Año 18	\$64.800	0,17986	\$11.654,92
Año 19	\$64.800	0,16351	\$10.595,44
Año 20	\$64.800	0,14864	\$9.631,87
TOTAL			\$349.069,26

\*coeficiente para calcular valores actuales

**VAN total = \$349.069,26**(trescientos cuarenta y nueve mil, sesenta y nueve con veinte y seis centavos).

El Valor Actualizado Neto (VAN) arroja un resultado de valor positivo, por lo tanto se demuestra que la inversión cubre los costos operativos y es conveniente ya que el costo de contratación de terceros es elevado.

Cabe destacar que el destino final del agua escapa al objetivo de este trabajo pero se pretende su reutilización previo a análisis en laboratorio para determinar su uso ya sea para riego o lavado de instalaciones según la normativa vigente para ahorro en el bombeo del agua.

## **Consideraciones Finales**

La estructura, dinámica y diseño del sistema de producción en estudio fue desarrollado en base a las BPA y con el adecuado asesoramiento profesional, en cuanto a la evaluación en el sistema de tratamiento de los efluentes líquidos presento deficiencias.

Así, a lo largo de este trabajo se fueron planteando alternativas de mejora en todos los puntos de generación de los efluentes líquidos, hasta su posterior tratamiento, con el objetivo de adecuar esta falencia. En el Sector de Maternidad y Gestación se propuso la disposición de rejillas que permitan la separación de los sólidos del líquido de una manera más eficiente, generando en el sistema una mayor fluidez de los efluentes, evitando el estancamiento posterior lo que emanaba fuertes olores de descomposición. A su vez se propuso el entubado de los efluentes mediante cañería de PVC, originalmente volcadas a suelo desnudo, en la salida de cada sector con el agregado de un pre-tratamiento al efluente líquido, lo que aportará mejores condiciones al momento de su volcamiento en las lagunas anaeróbica y de maduración (aeróbica) como tratamiento final.

La aplicación de tecnologías de fitotratamiento, pretende lograr una adecuación de las aguas obtenidas de los efluentes porcinos, de una manera más económica, eficiente y amigable con el ambiente.

Se cree que con las alternativas planteadas se realizara una producción pecuaria con un menor impacto ambiental, logrando mejoras en los aspectos sanitarios y obteniendo un beneficio en la reutilización del efluente post-tratado. Así, estará disponible y apto para riego o lavado de instalaciones, reduciendo el consumo de agua cuya extracción se realiza mediante perforación. Cabe destacar, que se deberán realizar los análisis correspondientes para cada caso, adecuando cualquier parámetro que se encuentre por fuera de lo establecido en las normativas vigentes.

En el análisis económico se calculo la VAN (valor actualizado neto) como evaluación de la inversión y la misma es positiva lo que indica que la inversión se recupera y que los costos operativos del mantenimiento del sistema son menores que la contratación de terceros para sanear la zonas en las cuales se producía el encharcamiento.

Las alternativas de mejora planteadas son de fácil y económica aplicación, haciendo un aporte real de mejora a un establecimiento en pleno crecimiento, y en consonancia con el cuidado de todos los recursos del ambiente. Queda demostrada la compatibilidad de realizar un emprendimiento de producción económica dentro de un marco de sustentabilidad ambiental.

De este modo se logrará incorporar valor agregado a la producción ya que cumple con las normativas establecidas por los entes reguladores de la actividad, que certifican la calidad y forma de producción permitiendo así también acceder a nuevos mercados.

## **Bibliografía**

- Análisis de la cadena de carne porcina en la argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) febrero 2013. Disponible en:<http://inta.gob.ar/documentos/analisis-de-la-cadena-de-la-carne-porcina-en-argentina>. Consultado: 15/02/2015. Consultado: 21/06/2015
- Beyli, M.E.; J. Brunori, D. Campagna, G. Cottura, D. Crespo, D. Denegri, M. L. Ducommun, C. Faner, M. E. Figueroa, R. Franco, F. Giovannini, P. Goenaga, V. Lomello, M. Lloveras, P. Millares, S. Odetto, D. Panichelli, J. Pietrantonio, M. Rodríguez Fazzone, R. Suárez, N. Spiner y G. Zielinsky, 2012. Buenas Prácticas Pecuarias para la producción y comercialización porcina familiar. FAO, INTA (Eds), pp 277.
- Delgadillo-López, A.E; C.A. González Ramírez, F. Prieto García, J. R. Villagómez Ibarra y O. Acevedo Sandoval, 2011. Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. Electronic Journal, Tropical and Subtropical Agroecosystems. vol.14, p. 2.
- Garbisu Crespo, Carlos; Becerril Soto, José María. 2007. Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador. Disponible en <http://rua.ua.es>. Consultado: 25/09/2015
- García, S.D. 2006. Caracterización del consumo de carne fresca de cerdo en la ciudad de Córdoba, Argentina, p. 38-41. Tesis de Maestría, UNRC.
- Guía de Apoyo para Producción Porcina. Argentina; coordinado por Dirección Nacional de Desarrollo Territorial Rural. 1ª edición.- Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2012, Disponible en: [http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo\\_rural/eventos\\_y\\_material\\_de\\_difusion/02\\_publicaciones/\\_publicaciones/guia\\_prod\\_porcina.pdf](http://www.minagri.gob.ar/site/desarrollo_rural/eventos_y_material_de_difusion/02_publicaciones/_publicaciones/guia_prod_porcina.pdf). Consultado: 20/05/2015.
- Guía de trabajos prácticos de Administración de la empresa agropecuaria, edición 2014. Facultad de Ciencias Agropecuarias, UNC. p. 87.
- Informes y estadística. SENASA. 2012. disponible en: <http://www.senasa.gov.ar/cadena-animal/porcinos/informacion/informes-y-estadisticas>. Consultado: 25/05/2015.
- Lenntech. 2015. Acondicionamientos para tamizados. Disponible en: <http://www.lenntech.es/tamizado>. Consultado: 15/02/2015.
- Mariñelarena, A, 2006. Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias. 1ª edición. FREPLATA. p. 21. Disponible en: <http://www.osmgp.gov.ar/osse/PDF/.../Manualautoconstrucciontratamiento.pdf>. Consultado: 20/05/2015.

- Millares P. 2011. Carne Porcina Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, disponible en <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/54/productos>. Consultado: 21/05/2015.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2012. Anuario. Disponible en: <http://www.minagri.gob.ar>. Consultado: 20/05/2015.
- Papotto, D. 2006. Producción porcina en Argentina: pasado, presente y futuro. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>. Consultado: 25/06/2015.
- Pinelli Saavedra A.; Acedo M.; Hernández López; R. Belmar y A. Beltrán. 2004. Manual de Buenas Prácticas de Producción en granjas porcícolas. SAGARRPA. México. Disponible en: [http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prácticas/Attachments/6/manual\\_porcino.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prácticas/Attachments/6/manual_porcino.pdf). Consultado: 15/06/2015.
- Recomendaciones técnicas para la Gestión Ambiental en el manejo de purines de la explotación porcina. 2005. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile. Disponible en: [http://www2.inia.cl/medios/catalogo/INIA\\_L0018.pdf](http://www2.inia.cl/medios/catalogo/INIA_L0018.pdf). Consultado: 15/05/2015.
- Segovia H. A. 2015 efectos de las buenas prácticas de manejo sobre la calidad final del lechón: Análisis de caso de un pequeño productor. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1589/Segovia>. Consultado: 25/06/2015.



HOJA DE SEGURIDAD – EXQUAT® 50

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Comercial: EXQUAT® 50

Fabricante: TECNOLOGÍA QUÍMICA Y COMERCIO S.A.  
Av. Separadora Industrial Mz. E Lote 12, Urb. Santa Raquel 2ª Etapa, Ate, Lima – Perú.  
Tf: 348-1103 - Fax: 348-1020

Titular del Producto: TECNOLOGÍA QUÍMICA Y COMERCIO S.A.  
Av. Separadora Industrial Mz. E Lote 12, Urb. Santa Raquel 2ª Etapa, Ate, Lima – Perú.  
Tf: 348-1103 - Fax: 348-1020

2. COMPOSICIÓN CUALICUANTITATIVA DEL PRODUCTO FORMULADO

Descripción : Desinfectante  
Clase : Amonio Cuaternario

COMPOSICIÓN:

Cloruro de Benzalconio ..... 505,5 g/L  
Solvente acuoso: Agua  
Desmineralizada c.s.p..... 1000 mL

CAS N° : [8001-54-5]

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

- No corrosivo
- El contacto prolongado con este producto puede causar irritación de moderada a severa, y puede causar daño en los ojos.
- El contacto prolongado o repetido con este producto puede causar irritación o dermatitis.
- La inhalación de vapores o de mezclas pulverizadas con agua pueden causar irritación del sistema respiratorio.
- Tóxico para organismos acuáticos.

En caso de Emergencia, proporcionar atención médica inmediatamente y mostrar al médico esta hoja de Seguridad o la etiqueta. No contaminar los cursos de agua pues es tóxico para organismos acuáticos.

TECNOLOGIA QUIMICA Y COMERCIO S.A.  
Av. Separadora Industrial Mz. "E" Lt. 12 Urb. Santa Raquel 2da Etapa, Ate, Lima – Peru  
Apartado 2421 Lima 100 – Peru. Telf.: 51(1)348-1103 Fax: 51(1)348-1020 e-mail: cliente@tqc.com.pe



Figura 33. Ficha de Seguridad (MSDS) de producto Amonio Cuaternario.