

# PROYECTO FINAL DE INGENIERÍA

## **GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE A PARTIR DE BIOGÁS**

**Graño, Pablo – LU106752**

Ingeniería Industrial

**Moscovitz, Adolfo – LU110989**

Ingeniería Industrial

Tutor/es:

Ing. Sureda, Alejandro, UADE

Enero 31, 2014



**UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS**

## **Agradecimientos**

Queremos hacer extensivo nuestro agradecimiento a todas aquellas personas que transitaron a nuestro lado en todos estos años de carrera y durante el desarrollo de este trabajo final.

A nuestros padres quienes fueron nuestros primeros profesores y formadores de las personas que somos.

A todos los profesores de la universidad quienes nos volcaron todos sus conocimientos y valores académicos.

A vos Alejandro, por haber aceptado ser nuestro tutor y trabajar con nosotros en este proyecto. Queremos recalcar la entera predisposición que siempre tuviste para con nosotros.

A nuestros amigos que fueron el complemento de todos nuestros libros.

A nuestras esposas, eternas compañeras de nuestros días. Por el apoyo, la motivación y el constante cariño y amor con el que nos alimentan cada día.

A todos ustedes muchas gracias.-

## Resumen

Argentina enfrenta hoy un importante déficit energético y al mismo tiempo se plantea un escenario mundial de escasez de hidrocarburos.

Esta situación ha movilizado a todos los países del mundo a buscar soluciones que reviertan esta realidad, focalizándose en las energías renovables o bioenergías, entre ellas el biogás.

La producción de biogás es una excelente alternativa para la cogeneración de energía eléctrica y térmica a partir de biomasa, y a su vez una solución al problema de los desperdicios orgánicos de los establecimientos agrícolas e industriales.

Es de destacar que la Argentina se caracteriza por un sólido sector agropecuario y agroindustrial, producción de granos, carnes, etc., generando una gran cantidad y diversidad de residuos como por ejemplo el estiércol (materia fecal animal y agua).

Nuestro proyecto se enfocó en analizar la factibilidad técnica, económica y financiera para la construcción de una planta de producción de biogás a partir de las excretas de los animales.

El biogás obtenido se utilizará para la cogeneración de energía eléctrica y térmica. También se obtendrá biofertilizante como subproducto del proceso.

El estudio técnico realizado definió el flujo productivo, las variables del proceso, como así también los equipamientos y tecnología que se utilizarán en cada etapa.

El estudio de impacto ambiental, determinó que el proyecto contribuirá positivamente en la reducción de las emanaciones de  $CO_{2-eg}$  a la atmósfera, evitando el efecto invernadero.

Adicionalmente se reducirán los malos olores e insectos en el establecimiento y zonas aledañas.

Para asegurar la calidad del proyecto, se relevaron y utilizaron las normativas locales e internacionales en relación a la construcción de las instalaciones y el cuidado del medio ambiente.

Por su parte, se desarrolló la cadena de distribución adecuada para comercializar la energía eléctrica y el biofertilizante remanente a los establecimientos linderos.

Por último, se realizó un análisis económico-financiero para determinar el presupuesto de inversión, los costos operativos, el financiamiento, los beneficios fiscales, la obtención de créditos derivados de los bonos verdes, el presupuesto económico-financiero y distintos indicadores.

## Abstract

Argentina faces an important energy deficit and at the same time there is a global oil shortage scenario.

This situation has forced to all the countries around the world to find solutions to revert this reality, focusing on renewable energy and bioenergy, including biogas.

The production of biogas is an excellent alternative for the co-generation of electric and thermal energy from biomass, and also a solution to the problem of organic waste from farms and industry.

It is noteworthy that Argentina is characterized by a strong agricultural sector and agro-production of grains, meats, etc., generating a wealth and diversity of waste such as manure (animal feces and water).

Our project focused on the analysis of the feasibility of building a biogas production plant using the manure of the animals.

The biogas obtained, will be used to co-generate electric and thermal energy. It will be also obtained biofertilizer as a sub-product of the process.

A technical study was conducted to define the productive flow, the variables of the process, as well also the equipment and technology that will be used in each phase.

The environmental impact study, determined that the project will contribute positively in the reduction of emanations of  $CO_{2-eq}$  to the atmosphere, preventing the greenhouse effect.

Additionally, it will reduce the bad smell and insects at the farm and surrounding areas.

To ensure the project quality, the local and international norms were studied and applied for the construction of the facilities and environmental care.

It was also developed the adequate supply chain to commercialize the residuary electric energy and biofertilizer to the surrounding farms.

Finally, it was performed an economical-financial analysis to determine the investment budget, operational cost, financing option, fiscal benefits, credits obtained from green bonds, economical-financial budget and different indicators.

## Contenidos

<b>1. Introducción</b> .....	7
<b>1.1. Objetivo</b> .....	7
<b>1.2. Modificación del establecimiento</b> .....	7
<b>1.3. Estado del arte</b> .....	9
<b>1.4. Estructura del informe</b> .....	12
<b>2. Desarrollo teórico</b> .....	14
<b>2.1. Producción y utilización del biogás</b> .....	14
<b>2.1.1. Etapa 1: recolección de efluentes</b> .....	15
<b>2.1.2. Etapa 2: producción del biogás</b> .....	16
2.1.2.1. Composición del biogás.....	17
2.1.2.2. Fermentación anaeróbica.....	17
2.1.2.3. Etapas de la fermentación anaeróbica.....	18
2.1.2.4. Factores que afectan la producción de biogás.....	19
2.1.2.5. Tipos de biodigestores .....	24
2.1.2.6. Características constructivas de un biodigestor.....	26
2.1.2.7. Acondicionamiento del biogás.....	26
<b>2.1.3. Etapa 3: cogeneración y distribución de energía</b> .....	27
<b>2.2. Aspectos legales</b> .....	27
<b>3. Desarrollo del proyecto</b> .....	31
<b>3.1. Descripción del proyecto</b> .....	31
<b>3.1.1. Establecimiento destinatario del proyecto</b> .....	31
<b>3.1.2. Análisis FODA</b> .....	32
<b>3.1.3. Localización del proyecto</b> .....	36
<b>3.1.4. El manejo actual y futuro de los efluentes porcinos</b> .....	40
<b>3.1.5. Entrada y salidas del proceso</b> .....	41
<b>3.2. Descripción del proceso</b> .....	42
<b>3.2.1. Parámetros de funcionamiento</b> .....	42
<b>3.2.2. Diagrama de flujo y etapas de producción</b> .....	43
3.2.2.1. Recolección de efluentes.....	43

3.2.2.2.	Recepción y preparación del efluente.....	46
3.2.2.3.	Biodigestión.....	49
3.2.2.4.	Producción del biogás.....	52
3.2.2.5.	Acondicionamiento del biogás.....	54
3.2.2.6.	Cogeneración.....	57
3.2.2.7.	Almacenamiento y utilización de biofertilizante.....	61
3.2.2.8.	Distribución y comercialización de biofertilizante.....	62
3.2.2.9.	Distribución y comercialización de energía eléctrica.....	63
<b>3.2.3.</b>	<b>Layout.....</b>	<b>67</b>
<b>3.3.</b>	<b>Potencia instalada y energía demandada por el establecimiento.....</b>	<b>68</b>
<b>3.4.</b>	<b>Planeamiento del proyecto.....</b>	<b>71</b>
<b>3.5.</b>	<b>Recursos humanos.....</b>	<b>71</b>
<b>3.6.</b>	<b>Estudio ambiental.....</b>	<b>72</b>
<b>3.7.</b>	<b>Gestión de la calidad.....</b>	<b>74</b>
<b>3.8.</b>	<b>Evaluación económica y financiera.....</b>	<b>75</b>
<b>3.8.1.</b>	<b>Presupuesto de inversión.....</b>	<b>75</b>
<b>3.8.2.</b>	<b>Costos de energía.....</b>	<b>77</b>
<b>3.8.3.</b>	<b>Costos operativos.....</b>	<b>78</b>
<b>3.8.4.</b>	<b>Subsidios gubernamentales e incentivos fiscales.....</b>	<b>79</b>
<b>3.8.5.</b>	<b>Bonos verdes.....</b>	<b>79</b>
<b>3.8.6.</b>	<b>Valorización económica de la energía y el biofertilizante producido.....</b>	<b>82</b>
<b>3.8.7.</b>	<b>Ahorros/ingresos debido al uso/venta de energía y biofertilizante.....</b>	<b>83</b>
<b>3.8.8.</b>	<b>Financiamiento.....</b>	<b>85</b>
<b>3.8.9.</b>	<b>Presupuesto económico, flujo de fondos, VAN, TIR y Payback.....</b>	<b>87</b>
<b>3.8.10.</b>	<b>Análisis de indicadores.....</b>	<b>90</b>
<b>3.9.</b>	<b>Convenios con entidades, empresas públicas y privadas.....</b>	<b>91</b>
<b>3.10.</b>	<b>Conocimientos aplicados de la carrera.....</b>	<b>91</b>
<b>4.</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>92</b>
<b>5.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>93</b>
<b>6.</b>	<b>Entidades consultadas.....</b>	<b>97</b>
<b>7.</b>	<b>Cursos realizados.....</b>	<b>98</b>
<b>8.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>99</b>

## 1. Introducción

### 1.1. Objetivo

Desarrollar un análisis de factibilidad técnico, económico y financiero para la instalación de una planta de biogás en el feedlot **SER BEEF** con el fin de, generar energía eléctrica renovable para el autoabastecimiento del establecimiento y la distribución a zonas aledañas. También se analizará el aprovechamiento de los productos residuales derivados de la producción de biogás.

### 1.2. Modificación del establecimiento

En relación a lo que habíamos definido en la propuesta original, hemos optado por modificar la localización y el tipo de establecimiento en donde se desarrollará nuestro proyecto:

- El mismo estará emplazado en la ciudad de Oncativo, provincia de Córdoba, y no en la ciudad de Villa Mercedes, provincia de San Luis.
- Por otro lado, el proyecto se llevará a cabo en un criadero de cerdos y no en un feedlot vacuno.

Las razones que motivaron este cambio de establecimiento son las siguientes:

- Las excretas porcinas tienen un rendimiento mayor al de las excretas vacunas para la producción de biogás (500 m<sup>3</sup> / Tn SV y 350 m<sup>3</sup> / Tn SV respectivamente) (ver Tabla I).

**TABLA I : Diferentes tipos de sustratos o efluentes**

(Fuente: curso de biodigestores; capítulo I: Introducción a la fermentación Anaeróbica; Fundación Energizar)

SUSTRATO	M <sup>3</sup> BIOGÁS/Tn SV	% CH <sub>4</sub>
-Cama de Pollo	350	60
-Estiércol de Vaca líquido	350	60
-Estiércol de Porcino (carne) líquido	500	65
-Estiércol líquido de chanchas madres	400	65
-Ensilado remolacha azucarera	716	51
-Maíz ensilado (lechoso) alta calidad	590	52
-RSU (fracción orgánica)	370	61

- La recolección de las excretas en los establecimientos porcinos es más rápida, eficiente y económica que en los feedlots vacunos.
  - En los feedlots vacunos, la recolección de las excretas se realiza con tractor conducido por un peón mientras que en los establecimientos porcinos, se realiza por gravedad a través de pisos ranurados y fosas de deyecciones.
  - Por lo descripto en el punto anterior, la recolección de las excretas en los establecimientos porcinos es más rápida que en los feedlots vacunos, lo cual permite que las excretas lleguen más rápido a los biodigestores evitando que las mismas se degraden, logrando por ende una mayor producción de biogás.
  - En los feedlots vacunos, los animales se encuentran a cielo abierto mientras que en los establecimientos porcinos, los animales se encuentran en corrales techados. Esta característica constructiva, permite que la lluvia no degrade las excretas, logrando por ende una mayor producción de biogás.
  - Por último, hemos cambiado de provincia debido a que Córdoba es la principal productora de cerdos del país y se encuentra cercana a los



grandes centros de consumo, posibilitando futuras expansiones del establecimiento.

### 1.3. Estado del arte

Se puede producir gas metano a través del tratamiento de residuos de origen animal (purines y estiércol) como así también con residuos de la industria agroalimentaria. Las bacterias existentes en los residuos, al igual que la materia vegetal y otros desechos orgánicos, a través de un aparato digestor, convierten la materia en gas metano. La combustión de este gas en un motor de cogeneración produce energía. A esta instalación industrial se la conoce como planta de biogás.

El biogás, constituido principalmente por metano ( $CH_4$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ), es producido por la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de la materia orgánica.

La fermentación anaeróbica es un proceso natural que ocurre en forma espontánea en la naturaleza y forma parte del ciclo biológico.

El biogás nos puede remontar con su historia a unos 5.000 años atrás.

Fuentes muy antiguas indican que el uso de desechos y los recursos renovables para el suministro de energía no son conceptos nuevos, dado que ya eran conocidos y utilizados mucho antes del nacimiento de Cristo.

Se presume que alrededor del año 3000 antes de Cristo, los sumerios ya practicaban la limpieza anaeróbica de los residuos.

Ya en nuestra era, el estudioso romano Plinio describió, alrededor del año 50 después de Cristo, el brillo de unas luces que aparecían por debajo de la superficie de los pantanos, conocidos como “gas de los pantanos” que brota en aguas estancadas.

Trasladándonos a tiempos más recientes y tomando constancia de ello, para el año 1859 en la India, fue construida la primera unidad de digestión anaeróbica para la obtención de biogás a partir de aguas residuales. La misma purificaba las aguas residuales y proveía de luz y energía al hospital en caso de emergencias.

De esta manera el mundo se encontraba en presencia del primer biodigestor construido a escala.

Para finales de ese siglo en la localidad de Exter, (Inglaterra), las lámparas de alumbrado público eran alimentadas por el gas recolectado de los digestores que fermentaban los desechos cloacales de la ciudad.

Culminada la segunda guerra mundial, se establecen en Europa las primeras fábricas productoras de biogás y destinaban el mismo para la propulsión de tractores y automóviles de la época.

Posteriormente comenzaron a fabricarse los tanques Imhoff que se utilizaban para el tratamiento de las aguas cloacales.

Los primeros biodigestores en zonas rurales fueron fabricados en Europa y algunos países como China e India. La inclinación por la fabricación de estos biodigestores se vió potenciada en la década del '70 debido a la crisis energética que existía en esa época.

A fines de los años '80, el desarrollo de los procesos alternativos de obtención de energía sufrió una merma debido a la poca eficiencia que se lograba para generar metano y sus elevados costos de instalación. Adicionalmente el petróleo había tomado una fuerte participación en el terreno energético mundial. Aun así, siguieron llevándose a cabo en ciertas regiones y países determinados.

En los países industrializados, el desarrollo de la producción del gas metano estuvo siempre enfocado sobre aspectos y criterios medioambientales que sobre aquellos de carácter energéticos.

Por ese entonces y hasta tanto producirse la crisis petrolera, se reducían las elevadas cargas orgánicas de los residuos, pero sin aprovechar el gas metano como combustible ni el lodo como biofertilizante.

Por su parte, el país en donde se construyó la primera planta centralizada de biogás fue Dinamarca.

En los años '90, comenzaron a instalarse en Alemania nuevamente los biodigestores en forma masiva. Esto se debió a la implementación de nuevas políticas de estímulo para la generación de energía eléctrica a partir de biogás, pagándose un alto valor por el KW/h generado para subir a la red eléctrica.

Actualmente las energías renovables representan un 10% de la matriz energética mundial (Fig.1). Las mismas se han desarrollado fuertemente en casi todos los países de Europa.

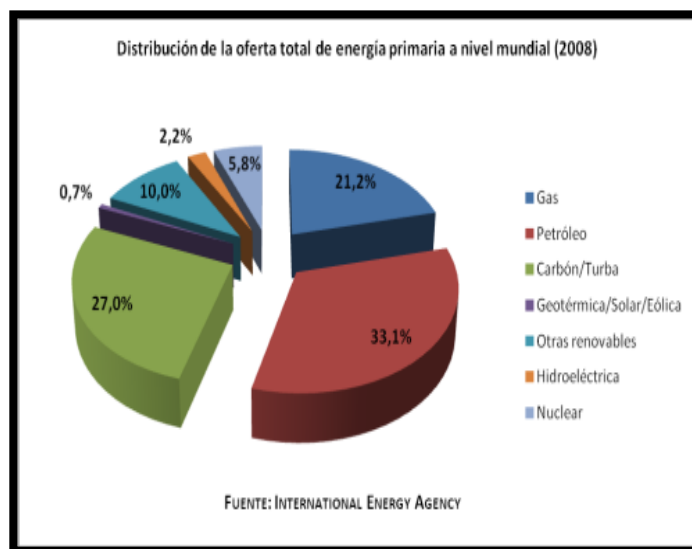


Figura 1: distribución de la oferta total de energía en el mundo  
(Fuente: international energy agency)

Nuestro país no ha incursionado aún demasiado en materia de biogás y su producción a gran escala, pero éste se presenta como una excelente alternativa para la cogeneración de energía eléctrica y térmica a partir de biomasa, y poder dar solución a los desechos orgánicos de los establecimientos agrícolas e industriales.

Hoy en día existen fundaciones como Energizar y Proteger que dictan cursos de concientización a la sociedad, proveen asesoramiento sobre diversos tipos de energías renovables, sus tecnologías e implementación de las mismas. Estas fundaciones a su vez trabajan en conjunto con universidades, empresas privadas y la secretaría de energía dependiente del ministerio de planificación federal, inversión pública y servicios para promover las energías renovables.

Desde el punto de vista gubernamental, la ley 26.190 impulsó el régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinadas a la generación eléctrica que estableció que en el plazo de 10 años, el 8% del consumo eléctrico tiene que ser abastecido a partir de fuentes de energías renovables.

Para tal fin, el gobierno creó el plan GENREN que establece la licitación de generación eléctrica a partir de fuentes renovables por los valores que se muestran a continuación (Fig.2).

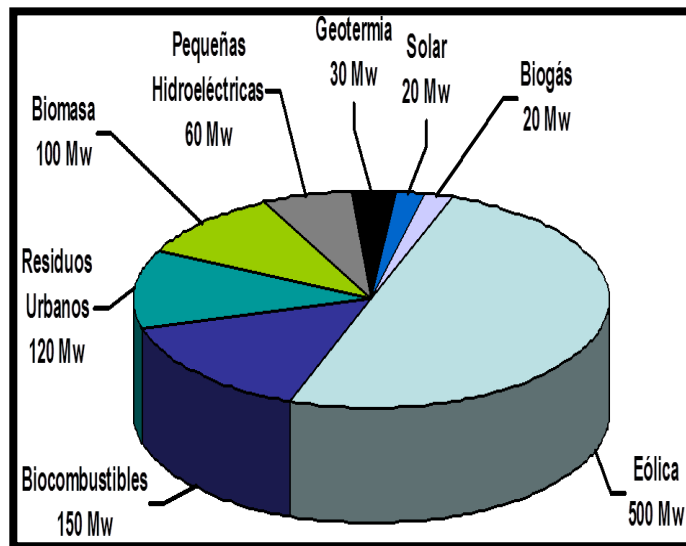


Figura 2: generación eléctrica licitada por el gobierno a partir de fuentes renovables  
(Fuente: secretaría de energía de la nación)

Adicionalmente, se han identificado varios casos de éxito de mediana y gran escala en el país:

- Criadero de cerdos en La Roque, Entre Ríos.
- Criadero de cerdos ACA, San Luis.
- Frigorífico Las Camelias, Entre Ríos.

Es imprescindible fomentar la idea de una energía más limpia que logre satisfacer las necesidades básicas. Esto se puede lograr, bajo una estricta concientización política y económica que logre revertir la era basada en los combustibles fósiles, en otra con fuentes de energía renovable.

#### 1.4. Estructura del informe

El informe se estructurará en 5 partes. La primera parte corresponde a la introducción del proyecto, donde se explicarán los objetivos del mismo y el estado del arte (contexto en el que ocurre el proyecto).

La segunda parte provee el desarrollo o marco teórico del proyecto, donde se describirá el proceso de producción de biogás, las etapas químicas que ocurren en el proceso, los factores condicionantes, las tecnologías existentes y los aspectos legales.

La tercera parte se enfoca en el desarrollo práctico en sí e incluirá la descripción del establecimiento donde se llevará a cabo el proyecto, el análisis FODA ponderado, la localización del proyecto, el manejo actual de los efluente porcinos, la entrada y las salidas del proceso, la descripción del proceso, los equipamientos utilizados, el layout, las potencias y energías demandadas por el establecimiento, el Gantt con la planificación del proyecto, el requerimiento de recursos humanos, el estudio ambiental, el análisis económico-financiero y por último los conocimientos aplicados de la carrera.

La cuarta parte corresponde a la conclusión del proyecto.

La quinta parte contiene el detalle de la bibliografía, entidades consultadas, cursos realizados y anexos.

## 2. Desarrollo teórico

### 2.1. Producción y utilización del biogás

Por biomasa se entiende la materia orgánica producida por los seres vivos, particularmente por las plantas a través de la fotosíntesis, así como la originada en los procesos de transformación de dicha materia orgánica: residuos vegetales o animales, residuos de las industrias agrícolas y forestales, etc.

De la biomasa podemos obtener energía y su aprovechamiento energético se puede realizar directamente en procesos de combustión o por transformación en sustancias que se utilizan a su vez como combustibles. Su carácter renovable y la necesidad de aprovechar y reutilizar los residuos justifican el estudio y desarrollo de tecnologías que permitan su uso eficiente como fuente energética.

Entre los procesos de transformación de la biomasa se encuentran los procesos termoquímicos (destacándose los de combustión directa, Pirólisis y gasificación) y los procesos bioquímicos (destacándose los de digestión anaeróbica y fermentación alcohólica), obteniéndose de cada uno de ellos distintos rendimientos energéticos (Fig.3).<sup>1</sup>

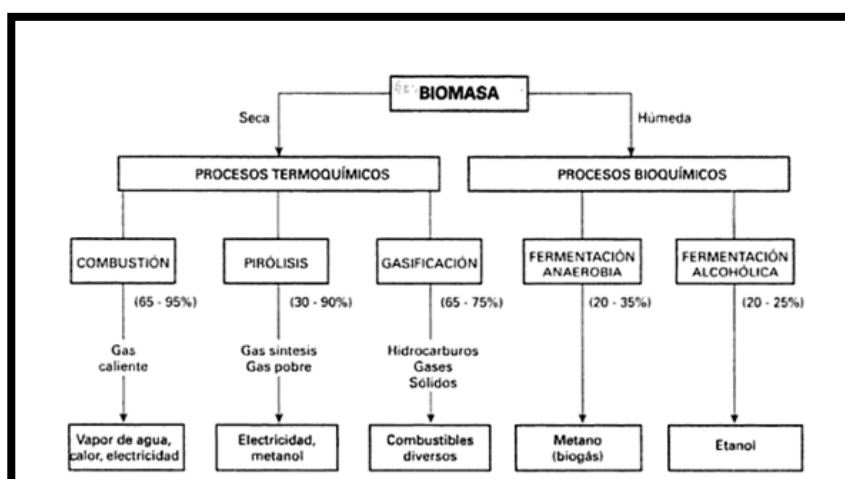


Figura 3: principales vías de aprovechamiento de la biomasa con sus rendimientos energéticos aproximados

(Fuente: Termotecnia básica aplicada para ingenieros químicos: base Termodinámica aplicada)

<sup>1</sup> Antonio de Lucas Martínez, Justo Lobato Bajo, José Villaseñor Camacho; Termotecnia básica aplicada para ingenieros químicos: bases de Termodinámica aplicada; Universidad de Castilla-La Mancha, 2004. ISBN 84-8427-331-8. Pág. 101 a103

De todos los procesos observados en el diagrama anterior, nuestro proyecto se enfoca en la obtención de biogás a partir de efluentes porcinos.

A continuación se esquematiza el proceso producción y utilización del biogás (Fig.4).

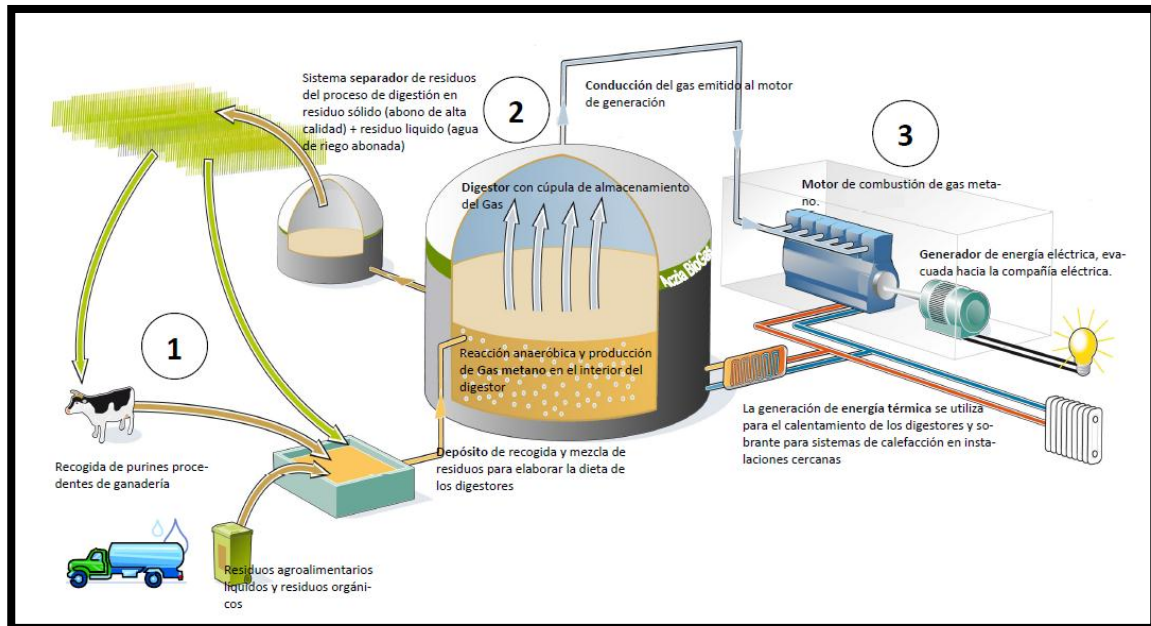


Figura 4: proceso de producción y utilización del biogás  
(Fuente: Empresa Aczia Biogás)

El proceso de obtención de biogás se divide en 3 etapas principales que se detallan a continuación.

### 2.1.1. Etapa 1: recolección de efluentes

Inicia con la recolección de la biomasa, sustrato o efluente. Entre los diferentes tipos de sustratos podemos citar los siguientes <sup>2</sup>:

- Excrementos de animales.
- Aguas residuales de las industrias.
- Sub-productos de algunas industrias.
- Restos de cosecha.

<sup>2</sup> Curso de Biodigestores; Capítulo I: Introducción a la fermentación Anaeróbica; Fundación Energizar.

- Sorgo.
- Aguas grises domiciliarias.
- Fracción orgánica de la basura.
- Cultivos energéticos. Ejemplo: silaje de remolacha azucarera o maíz.

Con cada uno de los sustratos se obtienen distintos rendimientos energéticos (ver Tabla I).

Podemos observar que con el silaje de remolacha azucarera o maíz se pueden obtener grandes producciones de biogás. También puede efectuarse codigestión mezclando silaje de remolacha o maíz con excreta de animales obteniéndose rendimientos superiores a los que se obtendrían utilizando solo excretas de animales.

A su vez, dependiendo del tipo de excreta animal, la cantidad de biogás producido varía. La excreta porcina presenta mayores rendimientos de generación de biogás por Kilogramo que la de otros animales, implicando esto una mayor cantidad de generación de metano.

Los distintos substratos desembocan a una cámara de alimentación, donde se trituran y mezclan para asegurar su correcta homogenización. Posteriormente en el punto 3.2.2.1 se detallará como se implementó esta etapa en el proyecto.

### **2.1.2. Etapa 2: producción del biogás**

Esta etapa comienza con el ingreso del sustrato al biodigestor donde se producirá la reacción anaeróbica que dará lugar a la generación de gas metano. A continuación se detallará la composición del biogás, el proceso de la fermentación anaeróbica y etapas de la misma, factores que afectan la producción de biogás, tipos de biodigestores y características constructivas de los mismos.

El biofertilizante obtenido del proceso anaeróbico, puede utilizarse directamente para fertilizar o puede enviarse a un sistema que separe la fase sólida (abono de alta calidad) de la fase líquida (agua de riego abonada).



Posteriormente en los puntos 3.2.2.2, 3.2.2.3, 3.2.2.4 y se detallará como se implementó esta etapa en el proyecto.

### 2.1.2.1. Composición del biogás

El biogás está constituido por los siguientes compuestos químicos y elementos detallados en la siguiente tabla (ver Tabla II).

TABLA II: composición del biogás

(Fuente: información obtenida del informe del INTA “Manual para la producción de Biogás”; Hilbert, Jorge A.)

COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS	
SUSTANCIA	CANTIDAD
Metano (CH <sub>4</sub> )	65-70 % (v/v)
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	20-30 % (v/v)
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )	4-8 % (v/v)
Nitrógeno (N)	1-2 % (v/v)
Agua (H <sub>2</sub> O)	<= 0,3 %
Ácido Sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	<= 90 ppm

### 2.1.2.2. Fermentación anaeróbica

La fermentación anaeróbica de la materia orgánica es un proceso que involucra microorganismos existentes en la naturaleza desde hace unos 3400 millones de años, momento en el cual, la atmósfera estaba compuesta por nitrógeno, dióxido de carbono, argón y vapor de agua, en ausencia total de oxígeno.

En la naturaleza, la fermentación anaeróbica puede tener lugar de un modo natural y espontáneo, produciendo, por ejemplo, el gas de pantanos, el gas natural de yacimientos subterráneos o incluso el gas metabólico producido en el estómago de los animales rumiantes.

Las bacterias que producen el biogás son anaeróbicas por lo tanto solo podrán sobrevivir en ausencia total de oxígeno. Adicionalmente, estas bacterias son muy sensibles a los cambios ambientales por lo cual será muy importante mantener casi constante algunos parámetros básicos como la temperatura.

La fermentación anaeróbica de la materia orgánica se puede dividir en cuatro etapas en las que diferentes tipos de bacterias intervienen en ellas.

### **2.1.2.3. Etapas de la fermentación anaeróbica**

#### **Hidrólisis**

Es el primer paso necesario para la degradación de la materia orgánica compleja. En esta etapa las bacterias actúan sobre las macromoléculas orgánicas despolimerizándolas en monómeros o fragmentos más sencillos, transformándose en cadenas más cortas y simples (ácidos orgánicos) liberando hidrógeno y dióxido de carbono.

#### **Acidogénica**

Las bacterias acidogénicas se encargan de transformar los compuestos solubles provenientes de la etapa anterior, en ácidos grasos de cadena corta (ácidos grasos volátiles) como ser alcoholes, amoníaco, hidrogeno y dióxido de carbono.

En esta segunda etapa, el metabolismo que sufren las bacterias acidogénicas dependen del hidrógeno, es por ello que se debe controlar la cantidad del mismo.

#### **Acetogénica**

No todos los productos derivados del proceso de fermentación pueden ser metabolizados en forma directa. Existen productos intermedios (ácido propiónico, butírico, etc.) que a través de las bacterias acetogénicas, se logran transformar en productos más sencillos. De ello se obtienen productos como por ejemplo el ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, que en este estado si pueden ser aprovechados por las bacterias metanogénicas.

Cabe destacar que las bacterias acetogénicas requieren de un control estricto de la concentración de hidrógeno, debido a que una elevada presión del mismo, puede no llegar a producir metano.

### **Metanogénica**

En esta etapa, actúan las bacterias anaeróbicas estrictas. Son las responsables de transformar el ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono en metano y dióxido de carbono. Las mismas son muy sensibles a los cambios de acidez y temperatura, no pudiendo vivir en presencia de oxígeno.

#### **2.1.2.4. Factores que afectan la producción de biogás**

Los factores físicos y químicos que condicionan este proceso son varios, entre los cuales se pueden destacar los siguientes: nutrientes, temperatura, pH, contenido en sólidos, tiempo de residencia, presencia de compuestos inhibidores del proceso y agitación.

#### **Tipo de sustrato**

Además de una fuente de carbono y energía, el proceso no puede ser factible sin la presencia de una serie de nutrientes minerales, como por ejemplo el nitrógeno, azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, etc.).

Por lo general, las sustancias orgánicas como estiércol y lodo cloacal se componen de estos elementos en proporciones adecuadas, no así en la digestión de ciertos desechos industriales. En estos casos se adicionan los compuestos anteriormente mencionados o se puede recurrir a un post tratamiento aeróbico.

En el medio donde se digiere, debe prevalecer una relación adecuada entre los distintos nutrientes para el correcto desarrollo de la flora bacteriana.

## **PH**

A lo largo del proceso, los microorganismos presentan en cada fase (hidrólisis, acetogénica y metanogénica) un valor de PH distinto. Debido a estos cambios radicales en cada etapa, es que se considera uno de los controles más habituales.

## **Temperatura**

La digestión anaeróbica se puede llevar a cabo en un amplio intervalo de temperaturas, pero dependiendo del tipo de bacterias que se utilicen se pueden diferenciar tres intervalos diferentes (ver Tabla III). En general, el intervalo mesofílico es el más utilizado, pese a que en el termofílico es donde se tiene la mayor producción de biogás. Esto es debido a la mayor sensibilidad que presentan las bacterias termofílicas a las pequeñas variaciones térmicas, lo que conlleva a un mayor control del sistema y, por tanto, a una actividad más costosa. Por otro lado, en este intervalo de temperatura el mantenimiento del sistema consume más energía que la que puede proporcionar el gas resultante.

**TABLA III: intervalos de temperatura de bacterias anaeróbicas**

(Fuente: información obtenida del libro “Situación actual de la producción de biogás y su aprovechamiento”; Crespo Gemma Vicente, Cuesta Santianes Maria Jose, Villar Fernandez Susana, Sanchez Francisco Martin)

<b>INTERVALOS DE TEMPERATURA DE BACTERIAS ANAERÓBICAS</b>		
<b>BACTERIAS</b>	<b>RANGO DE TEMPERATURA</b>	<b>SENSIBILIDAD</b>
Psicrofilicas	Menos de 20°C	±2°C/hora
Mesofilicas	Entre 20°C y 40°C	±1°C/hora
Termofilicas	Más de 40°C	±0,5°C/hora

### **Tiempo de retención hidráulico**

Se define como el tiempo que el substrato está sometido a la acción de los microorganismos en el reactor. Cabe indicar que este parámetro sólo puede ser claramente definido en los sistemas discontinuos (*batch*), donde el tiempo de retención coincide con el tiempo de permanencia del substrato dentro del digestor. En los digestores continuos y semicontinuos, como funcionan en condiciones estacionarias, la variable tiempo definido en el reactor discontinuo se reemplazada por el tiempo de residencia, que se define como el valor en días del cociente entre el volumen del digestor y el volumen de carga diaria.

El tiempo de residencia indica, por tanto, el tiempo que el substrato permanece por término medio en el digestor.

Este parámetro está íntimamente ligado con el tipo de substrato y la temperatura del mismo. La selección de una mayor temperatura implicará una disminución en los tiempos de retención requeridos y, consecuentemente, serán menores los volúmenes de reactor necesarios para digerir un determinado volumen de material.

### **Materia Seca Mezcla**

La producción de biogás puede ser afectada por la variabilidad en el contenido de sólidos.

Esto se debe a que al aumentar el contenido de sólido, la movilidad de las bacterias metanogénicas se reduce. Esto deriva en la baja de la eficiencia del biogás como en la cantidad a producir.

### **Relación C/N (Carbono/Nitrógeno)**

La relación C/N (Carbono/Nitrógeno) debe estar entre 15/1 y 45/1, caso contrario puede disminuir la velocidad de reacción. Para el fósforo la relación óptima es 150/1. Normalmente, en lo que respecta a los residuos ganaderos, los mismos proporcionan los nutrientes en las relaciones adecuadas anteriormente mencionadas.

### **Presencia de inhibidores**

Existen una gran cantidad de sustancias que pueden inhibir la digestión anaeróbica.

Entre ellos, cabe destacar el oxígeno, aunque su efecto inhibitor no es permanente, ya que en la flora bacteriana existen microorganismos que irán consumiendo el oxígeno que pueda tener el medio. Asimismo, si la biomasa es rica en nitrógeno, se puede producir un exceso de amoníaco que inhibe el proceso. Otros inhibidores son los metales pesados, que actúan sobre los microorganismos metanogénicos. Además, algunas sustancias orgánicas, como antibióticos y detergentes en determinadas concentraciones, pueden inhibir el proceso. Por último, una concentración elevada de ácidos volátiles puede producir un efecto inhibitor.

En la Tabla IV (ver Tabla IV) se representan los valores de concentración inhibitora de los inhibidores más habituales. Estos

valores son orientativos, ya que las bacterias se pueden adaptar con el tiempo a las condiciones más desfavorables.

TABLA IV: valores de las concentraciones de inhibidores comunes

(Fuente: información obtenida del libro “Situación actual de la producción de biogás y su aprovechamiento”; Crespo Gemma Vicente, Cuesta Santianes Maria Jose, Villar Fernandez Susana, Sanchez Francisco Martin

VALORES DE LAS CONCENTRACIONES DE INHIBIDORES COMUNES	
INHIBIDORES	CONCENTRACIÓN INHIBIDORA (mg/ml)
Sulfuro (como azufre)	200
Cu	10-250
Cr	200-2000
Zn	350-1000
Ni	100-1000
CN	2
Na	8000
Ca	8000
Mg	3000

### Agitación

Son varias las razones por las cuales se busca mantener un grado de agitación adecuado en el medio de digestión. Entre ellas se busca mezclar y homogeneizar el sustrato. También se logra una distribución uniforme de calor para mantener la temperatura homogénea y favorecer la transferencia de los gases. Por otro lado se evita la formación de espumas o la sedimentación (Se evita la formación de costra que se forma dentro del digestor).

En cuanto al proceso de agitación, el mismo puede ser en forma mecánica o neumática, y se realiza a través del burbujeo de biogás recirculado a una presión adecuada. Esta acción no debe ser en ningún caso violenta ni excesiva, ya que de ser así podría destruir los agregados de bacterias. Debido a esto es que se debe buscar un punto medio óptimo.

### 2.1.2.5. Tipos de Biodigestores

Si bien existen diferentes tipos de biodigestores, los mismos varían principalmente según su diseño de construcción y el tipo de proceso de alimentación que se emplea.

En cuanto al diseño de construcción, los mismos pueden ser horizontales o verticales.

En relación al modo en que se los carga podemos decir que existen de carga continua o semicontinua y de carga discontinua.

#### De carga continua o semicontinua

Son aquellos que se cargan y descargan diariamente .Operan en régimen estacionario, lo que significa que la corriente de entrada al biodigestor (efluente) entra de forma continua al sistema sin interrupción, a la vez que las corrientes de salida (efluente y biogás) son retirados de igual modo, en forma uniforme a lo largo del tiempo.

Este proceso es muy empleado en el medio rural, y los diseños más conocidos son el chino (Fig.5) y el hindú (Fig.6).

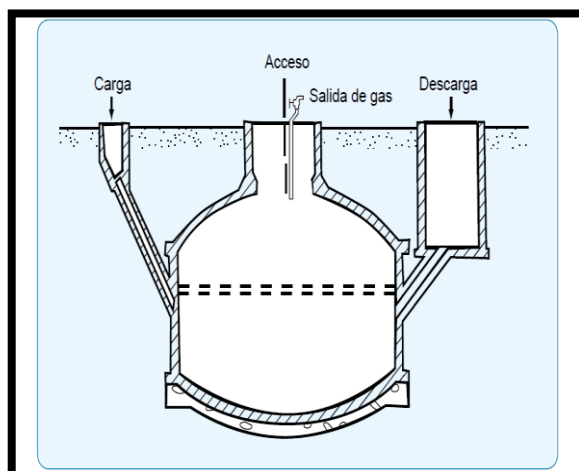


Figura 5: biodigestor tipo chino

(Fuente: información obtenida del libro “Manual de biogás”; Varnero Moreno, María Teresa)



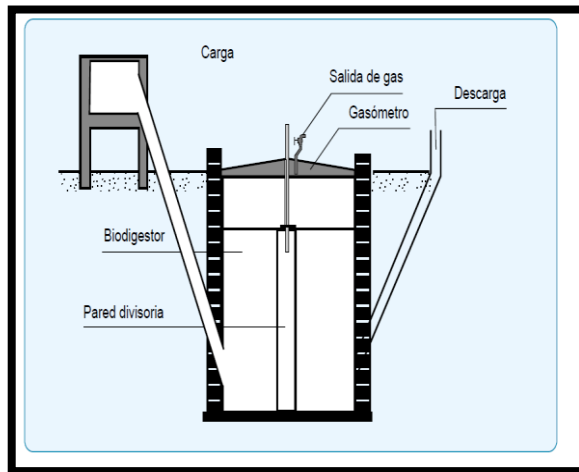


Figura 6: biodigestor tipo hindú

(Fuente: información obtenida del libro “Manual de biogás”; Varnero Moreno, María Teresa)

### De carga discontinua

En este caso, se carga inicialmente el residuo sólido e inóculo, luego se cierra el biodigestor y se lleva a las condiciones óptimas de trabajo, se espera un cierto tiempo mientras se produce la degradación y se descarga una vez que ha finalizado la generación de biogás y biofertilizante. Hasta tanto, no se produzca la descarga total del contenido del biodigestor no se podrá seguir con el proceso.

Los más conocidos son los biodigestores Batch (Fig.7).

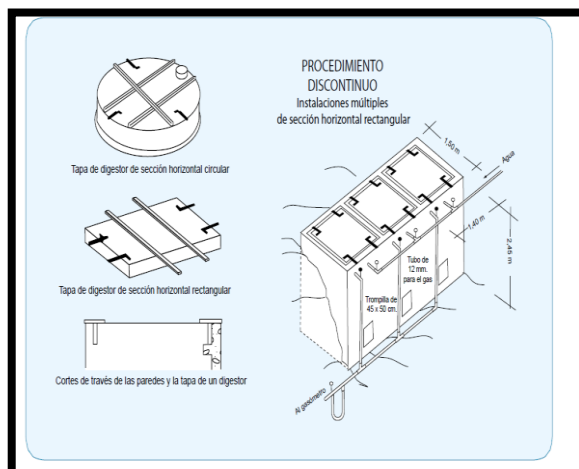


Figura 7: biodigestor tipo batch

(Fuente: información obtenida del libro “Manual de biogás”; Varnero Moreno, María Teresa)

### **2.1.2.6. Características constructivas de un biodigestor**

Un biodigestor consiste básicamente en un depósito cerrado, donde se introducen los residuos orgánicos mezclados con agua para ser digeridos por microorganismos. El biogás que se produce en el proceso de fermentación se puede almacenar en este mismo depósito en la parte superior del digestor, llamada domo o campana de gas. La misma puede ser rígida o flotante. En algunos casos, está separada del biodigestor y se llama gasómetro. El gasómetro es una campana invertida, sumergida en un tanque de agua, que además de almacenar el gas, ejerce presión sobre el gas para el consumo.

Los biodigestores se pueden construir enterrados o sobre el nivel del suelo, utilizando por ejemplo, ladrillos o vaciado de cemento.

La campana puede ser metálica, de madera recubierta de plástico o de ferrocemento. La carga y descarga de los residuos puede ser por gravedad o bombeo.

### **2.1.2.7. Acondicionamiento del biogás**

Esta etapa tiene como objetivo principal eliminar las impurezas contenidas en el biogás como ser: el óxido de amonio, nitrógeno, azufre, agua y partículas. También logra estabilizar la presión del biogás.

Las impurezas contenidas en el biogás, producen corrosión y abrasión en los equipos subsiguientes de la planta, restándoles vida útil.

Posteriormente en el punto 3.2.2.5 se detallará como se implementó esta etapa en el proyecto.

### 2.1.3. Etapa 3: cogeneración y distribución de energía

Una vez que el biogás se encuentra acondicionado, se conduce hasta la etapa de cogeneración, donde se produce la energía eléctrica y térmica.

La energía eléctrica generada puede ser consumida dentro del mismo establecimiento, establecimientos aledaños o subida a la red pública.

La energía térmica generada puede ser utilizada para calefaccionar los corrales, atender los consumos internos del establecimiento y mantener los biodigestores a temperatura constante.

Posteriormente en los puntos 3.2.2.6 y 3.2.2.9 se detallará como se implementó esta etapa en el proyecto.

## 2.2. Aspectos legales

Nuestro estudio legal estará focalizado en el contexto de la planta productora de Biogás.

Para ello es que nos centralizamos en la ley nacional N° **26.093** que rige la producción de biocombustibles. La misma fue promulgada en el territorio nacional argentino en Mayo del año 2006, y describe el “**RÉGIMEN DE REGULACIÓN Y PROMOCIÓN PARA LA PRODUCCIÓN Y USO SUSTENTABLES DE BIOCOMBUSTIBLES**”.

En su Artículo 5. se establece que: “A los fines de la presente ley, se entiende por biocombustibles al bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación.”. Es por ello que determinamos que el presente proyecto quede sujeto bajo esta ley.

Es importante recalcar que se entiende como autoridad de aplicación para esta ley al: **MINISTERIO DE PLANIFICACION FEDERAL, INVERSION PUBLICA Y SERVICIOS**, a través de la **SECRETARIA DE ENERGIA**, definido bajo el decreto 109 /2007, Artículo.2, en Julio 2007.

En su Artículo.6, Se recalca el impacto ambiental, indicando que: “Sólo podrán producir biocombustibles las plantas habilitadas a dichos efectos por la autoridad de aplicación”. Se especifica que: “La habilitación correspondiente se otorgará, únicamente, a las plantas que cumplan con los requerimientos que establezca la autoridad de aplicación en cuanto a la calidad de biocombustibles y su producción sustentable, para lo cual deberá someter los diferentes proyectos presentados a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que incluya el tratamiento de efluentes y la gestión de residuos”.

Por su parte, la ley deja también establecido en su Capítulo II y descripto en el Artículo.13 , un régimen promocional de impuestos alcanzando a todos los proyectos de radicación de industrias de biocombustibles promovidas por todas aquellas pequeñas y medianas empresas, productores agrícolas y de las economías regionales. Bajo el contexto de leyes de la provincia de Córdoba, podemos citar la ley Nro.9229 promulgada en Abril del año 2007 bajo la cual se determina que: “DEL MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, SE CREA LA UNIDAD EJECUTORA PROVINCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE ENERGÍAS RENOVALBES EN MERCADOS RURALES (PERMER), SUSCRIPTO ENTRE LA SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN Y EL GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO DE ENERGÍAS RENOVABLES (PERMER) EN ESCUELAS RURALES Y SERVICIOS PÚBLICOS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, COMO ASÍ TAMBIÉN PARA EL POBLADOR RURAL NO ABASTECIDO POR LOS MEDIOS CONVENCIONALES”

En el aspecto energético, tanto LA SECRETARÍA como la PROVINCIA comparten la preocupación por la preservación del medio ambiente y coinciden en la necesidad de divulgar el uso de las energías renovables. Al ser un proyecto de ampliación del establecimiento, predeterminamos que el mismo cumple todas las leyes nacionales y/o provinciales correspondientes a la actividad que desarrolla.

Entre ellas se encuentra la ley provincial de Córdoba Nro.9306 promulgada en Julio del 2006 en donde establece que:

“Quedan comprendidos en la presente Ley los Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA), creados o a crearse en el ámbito de la Provincia de Córdoba, los cuales deberán adecuar su funcionamiento a los requisitos, exigencias y limitaciones que en ella se establecen”.

La ley, en su Artículo.15 , especifica las normativas a cumplir sobre el tratamiento de las excretas en donde se afirma: “Los establecimientos con Sistemas Intensivos y Concentrados de Producción Animal (SICPA), deben tener un sistema de tratamiento permanente de las excretas a través de biodigestores, plantas de tratamiento de líquidos residuales u otros alternativos aprobados o sugeridos por la Autoridad de Aplicación, para el caso de ganado bovino, porcino, caprino, ovino y equino, como así también un tratamiento diferenciado en el caso de cría intensiva para la deposición de excretas en camas, para las producciones avícolas y cunículas, a fin de evitar todo escurrimiento o vuelco directo a las cuencas”.

Queremos hacer hincapié sobre este artículo, dado que el establecimiento no contaba con biodigestores para tratar los efluentes, sino con simples depósitos donde quedaban estancados.

En relación a la mano de obra contratada adicional para el proyecto, se registrará bajo la Ley nacional Nro.22.248 ya cumplida en el establecimiento que aduce en su Artículo 14. “La duración de la jornada de trabajo se ajustará a los usos y costumbres propios de cada región y a la naturaleza de las explotaciones, debiendo observarse pausas para comida y descansos, que oscilarán entre 2 (dos) y 4 1/2 (cuatro y media) horas, según lo resolviera la Comisión Nacional de Trabajo Agrario, de acuerdo a las épocas del año y la ubicación geográfica del establecimiento”

No podrán exceder de 8 horas diarias o 48 horas semanales, de Lunes a Sábados, siendo el empleador el que tiene la facultad de distribuir a su criterio dichas horas de trabajo.

Tomamos en cuenta también que a nivel nacional se promulgo la Ley Nacional N° 25.675 en Noviembre del año 2002 denominada “Ley General de Ambiente”, donde se establecen los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

El Artículo.3 determina que la presente ley regirá en todo el territorio de la Nación, sus disposiciones son de orden público, operativas y se utilizarán para la interpretación y aplicación de la legislación específica sobre la materia, la cual mantendrá su vigencia en cuanto no se oponga a los principios y disposiciones contenidas en ésta.

El Artículo.6 determina lo que anteriormente mencionaba la ley en cuanto presupuesto mínimo, establecido en el artículo 41 de la Constitución Nacional, y es toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental. En su contenido, debe prever las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable.

Nos planteamos proyectar a futuro lo plasmado bajo la **Ley Nacional Nro.26.190**, promulgada en Diciembre del 2006, donde se impulsa el “**Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinadas a la generación eléctrica**”.

En ella se establece que en el plazo de **10 años, el 8% del consumo eléctrico** tiene que ser **abastecido** a partir de fuentes de **energías renovables**.

La misma se reglamentó a través del **Decreto N° 562/09**.

### **3. Desarrollo del proyecto**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

##### **3.1.1. Establecimiento destinatario del proyecto**

El establecimiento Don Ramón (Fig.8) inicia su actividad en el área de la reproducción porcina en el año 1992.

Ya con las instalaciones adecuadas para tal ejercicio, deciden comprar a campos vecinos seis madres para producir lechones. En sus comienzos, fabricaban fardos de alfalfa para la ingesta de los animales.

Con el correr de los años, y ya conociendo un poco más el desarrollo del negocio, analizan la posibilidad de focalizarse en el negocio porcino, dado que la actividad agrícola les era menos rentable que la actividad intensiva de producción porcina.

De esta manera optan por comprar más madres y destinar los granos producidos en alimentos para los animales.

La producción de cerdos es de ciclo completo, esto significa que va desde la etapa de gestación de la madre, el parto, la cría y engorde del lechón, etapa final en la cual se lo comercializa al frigorífico.

Hasta el año 2002 todos los capones tenían como fin la venta a faena, pero a partir del año 2003, con el 20% de la producción de cerdos, deciden desarrollar la elaboración propia de embutidos y fiambres, llegando de esta manera en forma directa al consumidor.

En la actualidad el establecimiento cuenta con 250 madres, produciendo un total de 5750 capones anuales.

Dada la capacidad de las instalaciones y el crecimiento continuo de la actividad, la empresa se plantea seguir aumentando la cantidad de madres.



Figura 8: establecimiento Don Ramón

(Fuente: <http://www.panoramio.com/photo/11908822>)

### 3.1.2. Análisis FODA

#### Fortalezas

- Se obtiene energía eléctrica sin depender de la suministrada por la red.
- Se obtiene energía térmica sin depender de la suministrada por la red.
- Se obtiene biofertilizante sin depender en su mayoría de los fertilizantes industriales.
- Favorece las condiciones del medio ambiente al no arrojarse metano a la atmósfera, ayudando de esta manera a mitigar el cambio climático.
- Se eliminan olores indeseables que afectan al establecimiento y a las poblaciones que se encuentran cercanas al mismo.
- Se logra eliminar la gran cantidad de moscas e insectos que se concentran en la zona por la presencia de la excreta.
- Se mejoran las condiciones sanitarias.
- Se logra una independencia de precios de otras fuentes de energía que actualmente se encuentran en aumento.



- Las instalaciones son de menor complejidad que las instalaciones termoeléctricas, lográndose una mayor versatilidad.
- Siendo un sistema de instalación particular, se logra descentralizar las fuentes de energía.
- Alta eficiencia de la excreta porcina para la producción de biogás.

### **Oportunidades**

- Producción de biofertilizantes.
- Se pueden obtener bonos de carbono.
- Proyectos de extensión del establecimiento a mayor cantidad de madres.
- Alto costo de oportunidad frente al aumento de precios de otros combustibles usados en generación eléctrica y térmica.
- Fácil adaptación de las instalaciones preexistentes al uso de biomasa (almacenamiento, sistemas de alimentación y periféricos son los mismos).
- Posibilidad de comercializar a futuro la energía eléctrica generada en la planta, pudiéndola subir a la red.
- Posibilidad de ser referente en relación al know-how, para otros establecimientos que deseen implementar dicha fuente de generación.
- Posibilidad de establecer negocios con la comunidad y otros productores.
- Lograr independencia energética.

### **Amenazas**

- Una constante política de subsidios a la energía.
- Posible competencia futura.
- Ausencia de una normativa legal para instalaciones relacionadas a la producción de biogás.

### **Debilidades**

- Posibles emanaciones de gas metano al ambiente por pérdidas.
- Falta de mano de obra capacitada.
- Falta de tecnología nacional adaptada para biogás.

Al evaluar la matriz de factores internos (ver Tabla V) podemos observar que nos arroja un valor total ponderado de 2.7, dándonos mayor al valor del promedio ponderado de 2.5.

Si evaluamos los pesos ponderados totales por separado, nos indica que el de las fortalezas, siendo de 2.5, supera al de las amenazas que es de 0.2.

Esto nos está indicando que el establecimiento no tendría problemas internos, estableciendo seguramente satisfacción en cada uno de los empleados como así también obteniendo de los mismos su máxima productividad.

Tabla V: análisis FODA ponderado fortalezas y debilidades (Fuente: propia)

ANÁLISIS FODA PONDERADO			
FACTORES BAJO ANÁLISIS	PESO	CALIFICACIÓN	PESO PONDERADO
<b>FORTALEZAS</b>			
Se obtiene energía eléctrica sin depender de la suministrada por la red	0,1	2	0,2
Se obtiene energía térmica sin depender de la suministrada por la red	0,1	2	0,2
Se obtiene biofertilizante sin depender en su mayoría de los fertilizantes industriales	0,1	4	0,4
Favorece las condiciones del medio ambiente al no arrojarse metano a la atmósfera, ayudando de esta manera a mitigar el cambio climático	0,08	3	0,24
Se eliminan olores indeseables que afectan al establecimiento y a las poblaciones que se encuentran cercanas al mismo	0,08	3	0,24
Se logra eliminar la gran cantidad de moscas e insectos que se concentran en la zona por la presencia de la excreta	0,04	2	0,08
Se mejoran las condiciones sanitarias	0,04	2	0,08
Se logra una independencia de precios de otras fuentes de energía que actualmente se encuentran en aumento	0,2	4	0,8
Las instalaciones son de menor complejidad que las instalaciones termoelectricas, lográndose una mayor versatilidad	0,01	2	0,02
Siendo un sistema de instalación particular, se logra descentralizar las fuentes de energía	0,02	3	0,06
Alta eficiencia de la excreta porcina para la producción de biogás	0,09	2	0,18
<b>DEBILIDADES</b>			
Posibles emanaciones de gas metano al ambiente por pérdidas.	0,03	1	0,03
Falta de mano de obra capacitada	0,01	2	0,02
Falta de tecnología nacional adaptada para biogás	0,05	3	0,15
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>2,7</b>

Al evaluar la matriz de factores externos (ver Tabla VI) podemos observar que nos arroja un valor total ponderado de 2.99, dándonos mayor al valor del promedio ponderado de 2.5.

Si evaluamos los pesos ponderados totales por separado, nos indica que el de las oportunidades, siendo de 2.64, supera al de las amenazas que es de 0.35.

Esto nos está indicando que las estrategias del establecimiento están aprovechando en forma eficaz las oportunidades existentes, minimizando efectos negativos provocados por las amenazas provenientes del ambiente externo.

TABLA VI: análisis FODA ponderado oportunidades y amenazas (Fuente: propia)

<b>ANÁLISIS FODA PONDERADO</b>			
<b>FACTORES BAJO ANÁLISIS</b>	<b>PESO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>PESO PONDERADO</b>
<b>OPORTUNIDADES</b>			
Producción de biofertilizantes	0,2	4	0,8
Se pueden obtener bonos de carbono	0,02	1	0,02
Proyectos de extensión del establecimiento a mayor cantidad de madres	0,1	2	0,2
Alto costo de oportunidad frente al aumento de precios de otros combustibles usados en generación eléctrica y térmica	0,08	2	0,16
Fácil adaptación de las instalaciones preexistentes al uso de biomasa (almacenamiento, sistemas de alimentación y periféricos son los mismos)	0,09	2	0,18
Posibilidad de comercializar a futuro la energía eléctrica generada en la planta, pudiéndola subir a la red	0,08	2	0,16
Posibilidad de ser referente en relación al know-how, para otros establecimientos que deseen implementar dicha fuente de generación	0,04	2	0,08
Posibilidad de establecer negocios con la comunidad y otros productores	0,08	3	0,24
Lograr independencia energética	0,2	4	0,8
<b>AMENAZAS</b>			
Una constante política de subsidios a la energía eléctrica	0,07	4	0,28
Posible competencia futura	0,01	1	0,01
Ausencia de una normativa legal para instalaciones de plantas de combustión de biogás	0,03	2	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>2,99</b>

### 3.1.3. Localización del proyecto



Para la elección de la localización de la planta de biogás nos basamos en todos los factores de producción que conllevan al emplazamiento de la misma y que luego nos permitirán obtener el mayor producto final.

Para determinar dichos factores potenciales, nos enfocamos principalmente en observar a lo largo del territorio argentino, en que provincias se encontraban la mayor cantidad de establecimientos agropecuarios porcinos.

Obtuvimos como resultado que la mayor concentración se encontraba en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, Santa Fe, Entre Ríos y La Pampa (Fig.11) (Fig.12) (Fig.13).

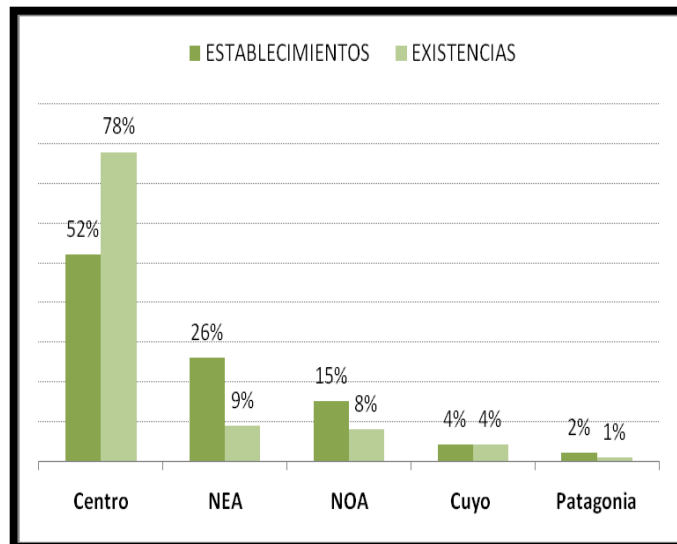


Figura 11: distribución regional de establecimientos y existencias porcinas

(Fuente: [http://www.aacporcinos.com.ar/organismos\\_oficiales/oncca/informe\\_cadena\\_porcina.pdf](http://www.aacporcinos.com.ar/organismos_oficiales/oncca/informe_cadena_porcina.pdf))

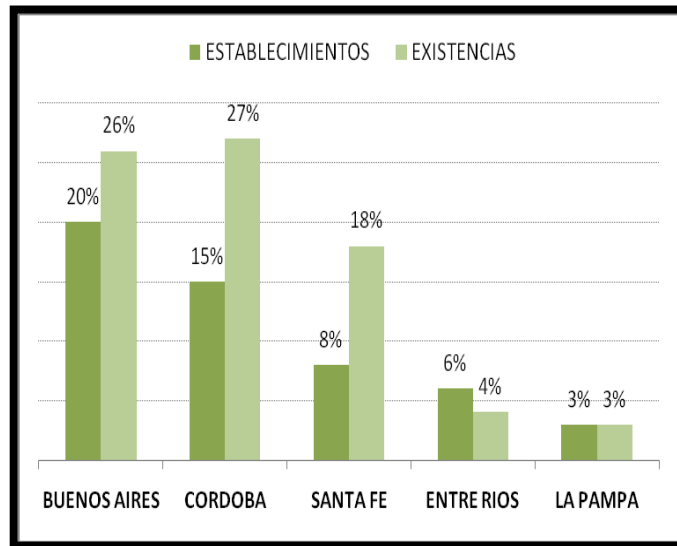


Figura 12: distribución provincial de establecimientos y existencias porcinas nacionales en la Región Centro

(Fuente: [http://www.aacporcinos.com.ar/organismos\\_oficiales/oncca/informe\\_cadena\\_porcina.pdf](http://www.aacporcinos.com.ar/organismos_oficiales/oncca/informe_cadena_porcina.pdf))

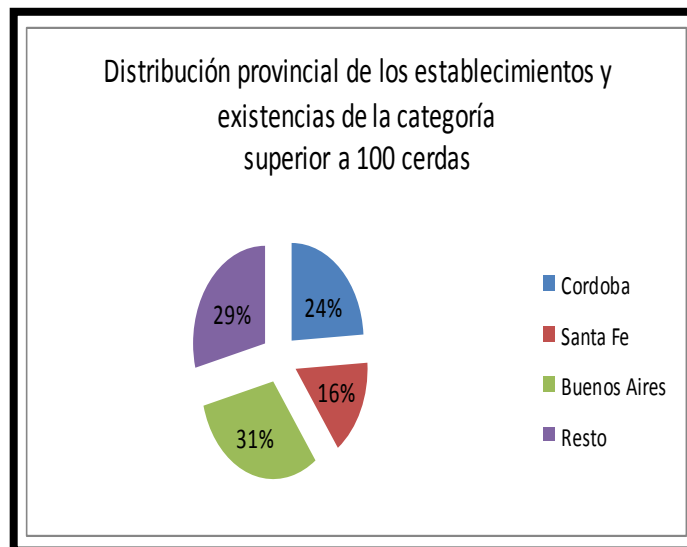


Figura 13: distribución provincial de los establecimientos con más de 100 madres reproductoras

(Fuente: [http://www.aacporcinos.com.ar/organismos\\_oficiales/oncca/informe\\_cadena\\_porcina.pdf](http://www.aacporcinos.com.ar/organismos_oficiales/oncca/informe_cadena_porcina.pdf))

A posterior analizamos las distintas condiciones que presentaban cada uno de ellos y las políticas de incentivos fiscales que regían en cada una de sus provincias como inversión a los nuevos proyectos industriales.

Habiendo determinado esta variable , analizamos distintos criterios importantes en la evaluación de alternativas, como ser: necesidades del

transporte, tipo de suelo, suministros, disponibilidad de mano de obra adecuada, infraestructura, servicios, condiciones de medio ambiente, etc.

En consecuencia decidimos optar por el establecimiento agropecuario Don Ramón, emplazado el mismo en la provincia de Córdoba situado en la localidad de Oncativo.

Si bien la mayoría de las provincias poseen una política de incentivos crediticios y fiscales para la inversión de nuevos proyectos, la provincia de Córdoba se diferencia de las demás por promover desde hace unos años el desarrollo de energías renovables. Es por ello que se creó el Programa Provincial de Energía Eficiente, (ProPEE).

El establecimiento cuenta con una capacidad máxima para albergar 250 madres.

La empresa a su vez, cuenta con más de 15 años de trayectoria en la industria ganadera y se encuentra en permanente crecimiento.

En ella se encuentra trabajando mano de obra calificada, la cual se encuentra viviendo en zonas cercanas al establecimiento. Esto favorece el fácil traslado y acceso de los distintos trabajadores al establecimiento.

Uno de los factores adicionales y no menos importante, es el clima presente en la zona, favoreciendo al proceso de producción. Este factor no era tan beneficioso en las otras provincias.

Con respecto a los biofertilizantes obtenidos del proceso, los mismos serán empleados en la siembra del propio establecimiento y campos aledaños.

Teniendo en cuenta que el establecimiento se encuentra en un punto geográfico estratégico, cercano a los grandes centros de consumo, se proyecta a futuro la posibilidad de embazar parte del biofertilizante para distribuirlo y comercializarlo a otros puntos del país.

### **3.1.4. El manejo actual y futuro de los efluentes porcinos**

Actualmente el establecimiento cuenta con 3 lagunas aeróbicas para la disposición de los efluentes porcinos. Las mismas se encuentran construidas



con cierta pendiente que permiten la degradación paulatina de los efluentes. Todos los efluentes provenientes de los galpones de producción desembocan en la primera laguna aeróbica, en la cual el efluente se encuentra con su máxima concentración de sólidos. De esta laguna se extraen parte de los efluentes con un tanque estercolero para luego fertilizar los campos del propio establecimiento.

Con la implementación del proyecto, el manejo de efluentes se verá modificado de tal forma que los mismos serán enviados a los biodigestores para ser degradados anaeróbicamente durante un promedio de 35 días. Las lagunas aeróbicas se utilizarán como stock de biofertilizante luego del proceso anaeróbico, el cual permitirá reducir la carga orgánica y eliminar el mal olor de los efluentes originales. El biofertilizante resultante también se utilizará para fertilizar los campos del propio establecimiento y los campos aledaños. El mismo, luego del proceso anaeróbico, tendrá un mejor aprovechamiento por parte de los cultivos, ya que los nutrientes se encontrarán más disponibles.

### **3.1.5. Entrada y salidas del proceso**

A continuación se detallarán la entrada, el producto intermedio y las salidas del proceso (Fig.14).

El efluente porcino será la única entrada y materia prima principal del proceso. Con el efluente porcino se producirá el biogás que es considerado un producto intermedio. El mismo será combustionado en forma directa para calefaccionar los corrales y para el empleo de las cocinas a biogás. También se inyectará parte del biogás en el proceso de cogeneración de energía eléctrica y térmica. Las 3 salidas o productos finales del proceso serán la energía eléctrica, la energía térmica y el biofertilizante. Este último se obtendrá como un producto residual del proceso de digestión anaeróbica.

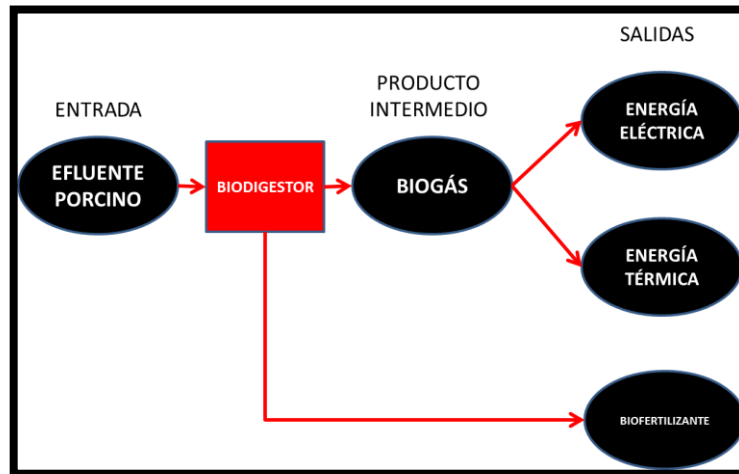


Figura 14: entrada, producto intermedio y salidas del proceso (Fuente: propia)

## 3.2. Descripción del proceso

### 3.2.1. Parámetros de funcionamiento

Volumen total de digestores: 1008 m<sup>3</sup>

Volumen útil de digestores: 875 m<sup>3</sup>

Volumen de laguna para biofertilizante: 3000 m<sup>3</sup> (talud ade 45°)

Temperatura del proceso: 37 °C

Tiempo de retención hidráulico (HRT): 35 días

Cantidad de madres: 250

Cantidad de animales: 5750

Cantidad de desechos porcinos a tratar: 25 m<sup>3</sup>/día

Cantidad de biogás producido: 575 m<sup>3</sup>/día

Cantidad de energía renovable producida: 1.259.250 KWh/año

Cantidad de biofertilizante producido (digestato): 8668 m<sup>3</sup>/año

Tipo de digestores: Canal

Tipo de carga del biodigestor: Continua

Intensidad de mezcla: Completa

Manejo bioquímico: Una etapa

### 3.2.2. Diagrama de flujo y etapas de producción

A continuación se detallará el flujo y las etapas de producción de biogás, energía eléctrica, energía térmica y biofertilizante a partir de efluentes porcinos.

La energía eléctrica y térmica se logrará combustionando el biogás en un sistema de cogeneración.

Adicionalmente, se obtendrá biofertilizante como resultado del proceso anaeróbico una vez transcurrido al tiempo de retención hidráulico de 35 días (Fig.15).

La planta funcionará 24 horas al día, 7 días a la semana y 365 días al año.

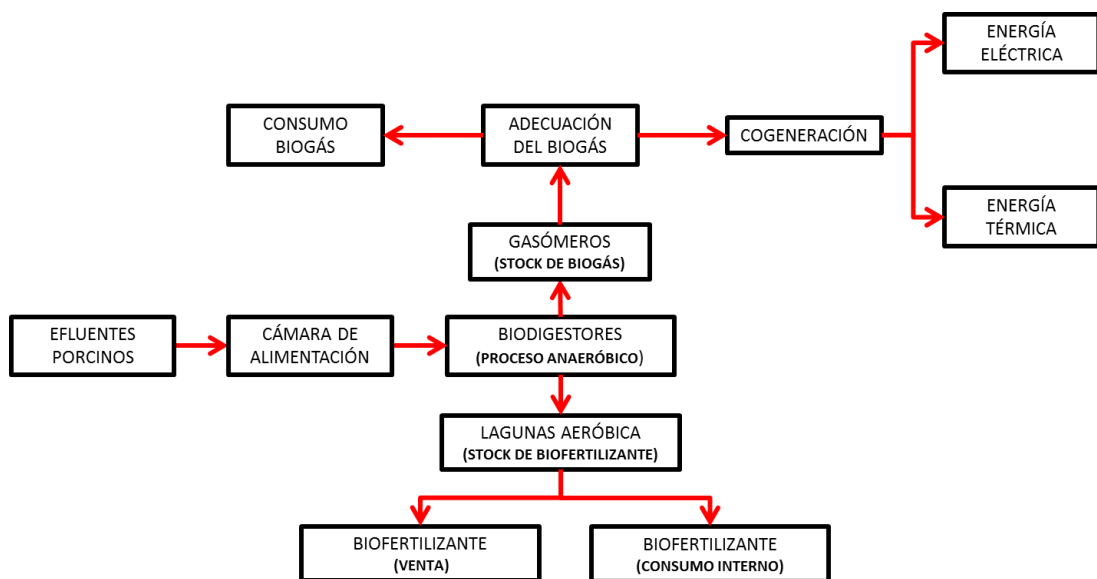


Figura 15: diagrama de flujo y etapas de producción (Fuente: propia)

#### 3.2.2.1. Recolección de efluentes

Para la recolección de los efluentes porcinos, la granja esta provista de un piso "full slats"(Fig.16). El mismo está compuesto por piezas ranuradas sostenidas por vigas y pilares (Fig.17) dispuestos sobre una fosa corrida de la misma superficie de la nave llamada fosa de

deyecciones. El armado del piso de la nave se realizó directamente sobre el fondo del foso, pudiendo colocarse paralelo o perpendicular a los cerramientos laterales. En el montaje inicial de los pilares, se debió tener especial cuidado en su nivelación teniendo en cuenta el desnivel o pendiente del fondo del foso, la cual se salvó rellenando con mortero el apoyo del pilar. La calidad de los componentes del kit fue esencial para lograr una superficie pareja evitando dientes entre uno y otro slat.



Figura 16: pisos full slats montados

(Fuente: <http://Pretol.com.ar/>)



Figura 17: disposición de las vigas y pilares

(Fuente: <http://Pretol.com.ar/>)

La fosa de deyecciones (Fig.18) tiene 60 cm de profundidad y una pendiente de 1%. La misma desemboca a su vez en una cámara de deyecciones o purines (Fig.19) que se encuentran en el extremo de cada galpón.



Figura 18: fosa de deyección

(Fuente: imagen obtenida de libro “Manual práctico de porcicultura intensiva”; Gutiérrez Martínez, Pilar)



Figura19: cámara de deyección

(Fuente: imagen obtenida de libro "Manual práctico de porcicultura intensiva"; Gutiérrez Martínez, Pilar)

### 3.2.2.2. Recepción y preparación del efluente

La recepción y preparación del sustrato se producirá en la cámara de alimentación o premezcla, que constituirá el compartimiento inicial de la planta y tendrá como objetivo recibir el sustrato que alimentará los biodigestores (Fig.20). En ella, ocurrirá el proceso hidrolítico que facilitará la descomposición acelerada del sustrato que después se enviará a los biodigestores. Es importante aclarar que el sustrato o efluente proveniente de los animales formará parte de nuestra materia prima en el proceso de generación de biogás y el mismo estará constituido por un 35% de excretas sólidas, un 50% de excretas líquidas y un 15% de agua de lavado.



Figura 20: cámara de pre mezcla o alimentación

(Fuente: imagen obtenida de libro "Manual práctico de porcicultura intensiva"; Gutiérrez Martínez, Pilar)

La cámara de alimentación se situará próxima a los biodigestores y puede construirse enterrada o elevada y de diferentes materiales como ser hormigón o plástico. En nuestro proyecto, la misma se construirá enterrada y de hormigón para forzar una pendiente respecto a las cámaras de deyecciones.

La cámara de alimentación poseerá dos aberturas: una por donde entrará el efluente porcino y otra por donde entrará agua para mezclar con el efluente con el fin de hacerlo más líquido en caso de ser necesario.

El efluente será bombeado desde la cámara de deyección de cada galpón (gestación/parto, recria y engorde) hasta la cámara de alimentación mediante una bomba roto trituradora (Fig.21).

Adicionalmente, la cámara de alimentación se mantendrá en agitación mediante un agitador vertical (Fig.22) para permitir la homogeneización del efluente y evitar que se formen costras superficiales.



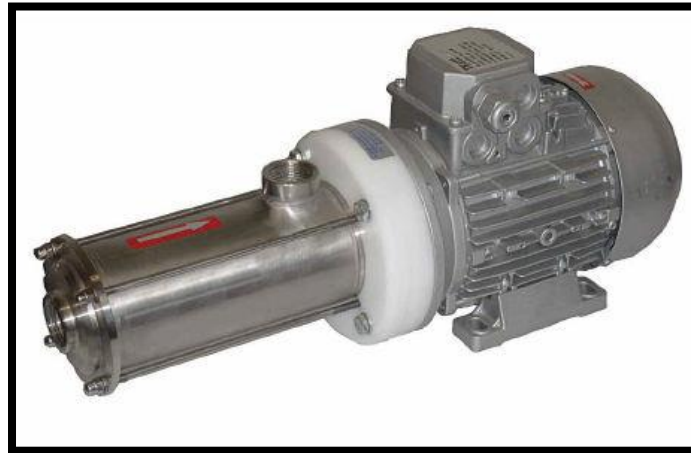


Figura 21: bomba roto trituradora

(Fuente: <http://www.nauticexpo.es/prod/tf-marine/bombas-trituradoras-electricas-para-inodoros-de-barco-35585-353356.html>)



Figura 22: agitador vertical

Fuente: <http://screwjack.en.ecplaza.net/mixer-agitator--166047-1954694.html>)

La cámara de alimentación se diseñó con el fin de poder almacenar el volumen de efluente diario producido por el establecimiento que es 25 m<sup>3</sup> (ver Tabla VII). La misma también poseerá un flotante que cortará la bomba en caso de llegar al volumen útil máximo para evitar desbordes.



TABLA VII: volumen de la cámara de alimentación (Fuente: propia)

VOLUMEN DE LA CÁMARA DE ALIMENTACIÓN		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
Volumen de efluente total producido x día	25,00	m <sup>3</sup> /día
Diámetro de la cámara de alimentación	4,00	m
Altura de la cámara de alimentación	2,00	m
Volumen útil de la cámara de alimentación	25,13	m <sup>3</sup>
Volumen total de la cámara de alimentación	28,90	m <sup>3</sup>

### 3.2.2.3. Biodigestión

Posterior a la etapa de recepción y preparación del efluente, se encontrará la etapa de biodigestión anaeróbica, donde se producirá en condiciones de homogeneización y temperatura controladas, la degradación de la sustancia orgánica y la producción de biogás (Fig. 23).

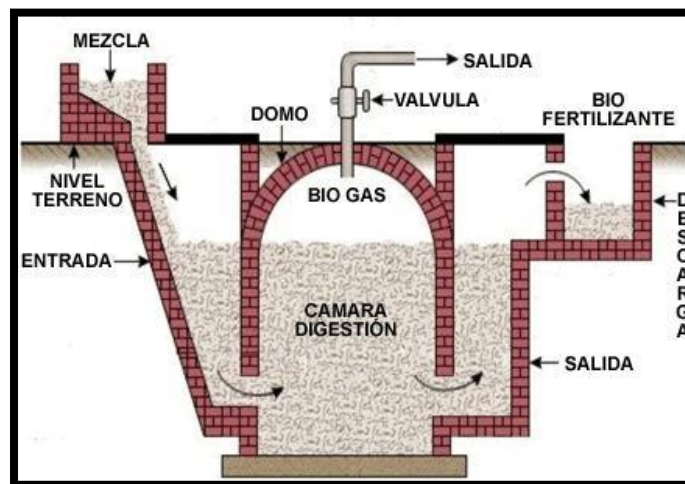


Figura 23: diagrama esquemático

(Fuente: [www.biodigestores.org](http://www.biodigestores.org))

El proceso ocurrirá en 2 biodigestores de tipo canal (Fig.24) contruidos con una base de hormigón y una geomembrana de 1,3mm de PVC o PEAD. El fondo de los biodigestores poseerá una pendiente determinada para evitar la acumulación de sedimentos. El biogás

producido quedará retenido entre la superficie del efluente y la geomembrana. Este volumen funcionará como gasómero presostático a baja presión.



Figura 24: biodigestores tipo canal

(Fuente: [http://www.aqualimpia.com/Biodigestores\\_Biodigestor\\_Suministro.htm](http://www.aqualimpia.com/Biodigestores_Biodigestor_Suministro.htm))

La degradación del efluente por parte de los microorganismos se producirá en condiciones de mesofilia a una temperatura próxima a los 37°C. Para evitar cualquier dispersión térmica en el proceso, nos aseguraremos de aislar correctamente las paredes de los biodigestores y las geomembranas. También se instalará un sistema de calefacción a través de intercambiadores de calor dentro de los biodigestores con el objetivo de mantener la temperatura del efluente constante que evitará fenómenos de oclusión o taponamiento (Fig.25). Para la calefacción del sistema se utilizará el agua de refrigeración del motor de combustión interna del equipo de cogeneración.



Figura 25: intercambiadores de calor

(Fuente: curso de introducción a los biodigestores Fundación Energizar)

En esta etapa el efluente homogeneizado se bombeará diariamente desde la cámara de alimentación hasta cada uno de los 2 biodigestores a través de bombas independientes.

La mezcla del sustrato estará garantizada mediante un sistema de agitación con 4 agitadores horizontales (Fig.26) por cada biodigestor con el objetivo de romper las eventuales costras flotantes que se formarían en la superficie, garantizando también la correcta homogeneización del efluente y mejorando el rendimiento del sistema.



Figura 26: agitador horizontal

(Fuente: <http://www.sulzer.com/es/Products-and-Services/Agitators-Mixers-and-Dispensers/Agitators-Dynamic-Mixers/Scaba-Side-Mounted-Agitator>)

Desde el punto de vista del diseño, se pensó en una configuración de 2 biodigestores idénticos para que ante una eventual parada de uno de ellos el proceso continúe con el otro.

El tamaño de los biodigestores se definió teniendo en cuenta el volumen de efluente diario del establecimiento y el tiempo de retención hidráulico de 35 días (ver tabla VIII).

TABLA VIII: volumen de los biodigestores (Fuente: propia)

VOLUMEN DE LOS BIODIGESTORES		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Tiempo de retención hidráulico (TRH)	35	días
Volumen de efluente total producido x día	25,00	m <sup>3</sup> /día
Cantidad de biodigestores	2	-
Largo de biodigestores	40,00	m
Profundidad de biodigestores	3,00	m
Ancho de biodigestores	4,20	m
<b>Volumen útil de cada biodigestor</b>	<b>437,50</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Volumen total de cada biodigestor</b>	<b>504,00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Volumen útil de biodigestión</b>	<b>875,00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Volumen total de biodigestión</b>	<b>1008,00</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

Durante los primeros 35 días, ambos biodigestores serán cargados por un extremo con el efluente fresco y no se extraerá biofertilizante por el otro extremo. A partir del día 36, o sea una vez que ambos biodigestores se encuentren completos, los mismos comenzarán a ser cargados y descargados en simultaneo. Este proceso es del tipo continuo y no se detiene nunca.

#### 3.2.2.4. Producción del biogás

El biogás producido en el proceso anaeróbico se acumulará en los gasómeros (volumen existente entre la superficie del efluente y la geomembrana) a una presión constante de 16 a 20 mbar. El mismo será sometido a un proceso de acondicionamiento antes de ser enviado al equipamiento de cogeneración, consumo directo o antorcha.

Para determinar el volumen de biogás promedio que podrá ser generado por el efluente utilizado, se enviará una muestra del mismo a analizar para determinar su potencial de generación. El potencial de generación dependerá del tipo de efluente y éste a su vez de la dieta suministrada a los animales.

Todas las cañerías utilizadas para transportar biogás serán del tipo termofusión para gas natural con recubrimiento de aluminio en los tramos donde los caños se encuentren a la intemperie para protegerlos de los rayos UV.

Las cañerías serán sometidas a una verificación exhaustiva con aire comprimido y agua jabonosa posterior a su instalación, para detectar pérdidas, obstrucciones y garantizar la estanqueidad.

El biogás producido en los biodigestores, tenderá a salir por la parte superior debido al continuo mezclado del efluente.

Los biodigestores estarán dotados de un sistema de seguridad compuesto por una válvula mecánica de seguridad para sobrepresiones (Fig.27) (calibrada para intervenir a 23 mbar) y una válvula rompedor (Fig.28) (calibrada para intervenir a 10 mbar).

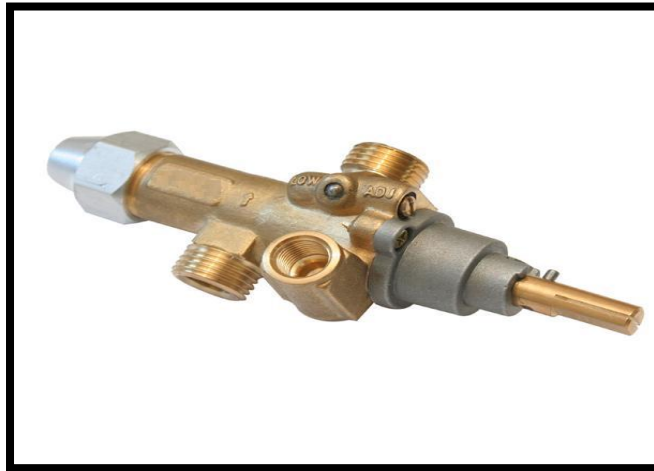


Figura 27: válvula mecánica de seguridad para sobrepresiones

(Fuente: <http://www.made-in-china.com/showroom/nbyuanming/product-detailqoCnYUMefwWd/China-Multifunctional-Gas-Safety-Valve.html>)



Figura 28: válvula de vacío

(Fuente: <http://conbraco.exportpages.es/productdetail/1091012451-1.htm>)

### 3.2.2.5. Acondicionamiento del biogás

El biogás es una mezcla compuesta de varios gases, entre los que se encuentran impurezas como óxido de amonio, nitrógeno, azufre, agua e incluso partículas. Estas impurezas podrán generar corrosión y abrasión en el equipo de cogeneración y otros componentes importantes de la planta restándoles vida útil a los mismos.

Es por ello que en esta etapa se efectuará un proceso de acondicionamiento del biogás (Fig.29) previo a su utilización. Este proceso consistirá fundamentalmente en limpiar el biogás mediante la remoción del azufre, agua y polvo del mismo como así también la estabilización de su presión.

Adicionalmente, el equipamiento de acondicionamiento posee alarmas de sobre temperatura y presión para darnos aviso de cualquier anomalía. Dichas alarmas podrán ser oídas desde la casa del peón y la oficina del establecimiento.

Para asegurar la maximización de la vida útil de este equipamiento, se construirá un local cerrado exclusivo para resguardarlo de la intemperie y cualquier inclemencia climáticas.



Figura 29: sistema de acondicionamiento del biogás

(Fuente: <http://www.gensetsupplier.es/3-biogas-pretreatment-system.html>)



Una vez que el biogás se encuentre acondicionado, el mismo se utilizará para producir energía eléctrica y térmica en el equipo de cogeneración. También se utilizará el mismo para cocinar en las cocinas de biogás (Fig.30) ubicadas en la vivienda del peón y en la oficina y para calefaccionar los galpones donde se encuentran los cerdos (Fig.31). Cabe aclarar, que los cerdos son muy sensibles a los cambios de temperatura sobre todo en las etapas de lactancia, destete y recría por lo que habrá que mantener la temperatura de los galpones dentro de ciertos rangos.



Figura 30: cocina de biogás

(Fuente: <http://www.made-in-china.com/showroom/liangtingnv/product-detailgoyxUpQJaBcj/China-Biogas-Stove.html>)





Figura 31: calefacción de galpones con biogás

(Fuente: <http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/biomax.html>)

### 3.2.2.6. Cogeneración

La cogeneración, definida también como CHP (combined Heat and Power), es la producción conjunta en el mismo motor de energía eléctrica y calor útil, a partir de una misma fuente energética.

Los sistemas de cogeneración para fuentes renovables tienen el objetivo de producir energía eléctrica y recuperar calor para usos secundarios. El proyecto plantea que parte de la energía eléctrica se utilizará dentro del mismo establecimiento garantizando el autoabastecimiento y otra parte podrá ser comercializada a establecimientos aledaños. Por otro lado, parte de la energía térmica recuperada en forma de calor se reutilizará a través de dos intercambiadores de calor para mantener constante la temperatura del efluente dentro de los biodigestores y otra parte se reutilizará para calentar agua a través de una caldera de recuperación (Fig.32) con el fin de brindar agua caliente y calefacción a la vivienda del peón y la oficina.



Figura 32: caldera de recuperación

(Fuente: <http://www.pirobloc.com/productos/caldera-recuperacion.php>)

El sistema de cogeneración estará compuesto por un motor de combustión interna de ciclo Otto alimentado con biogás. El motor estará directamente acoplado al generador eléctrico (Fig.33). El mismo tendrá una potencia de 150KW. Adicionalmente, el equipo de cogeneración cuenta con alarmas de falla sonoras que podrán ser oídas desde la casa del peón y la oficina del establecimiento.



Figura 33: equipo de cogeneración

(Fuente: <http://gas-gensets.es/2-3-4-150kw-biogas-generator.html>)

Todas las bombas, agitadores y equipamiento para acondicionamiento de biogás serán comandados a través de un tablero eléctrico principal (Fig.34). El mismo estará conformado principalmente por disyuntores diferenciales, llaves termo magnéticas y contactores. También se implementará un PLC (Fig.35) para comandar las señales de arranque y parada de cada máquina de acuerdo a la necesidad del proceso. Para asegurar la maximización de la vida útil de estos equipamientos, se construirá otro local cerrado exclusivo para resguardarlos de la intemperie y cualquier inclemencia climáticas.

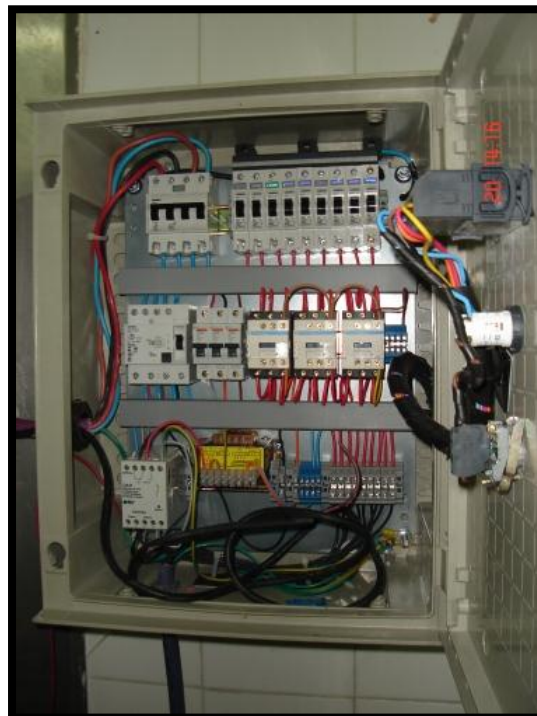


Figura 34: tablero eléctrico

(Fuente: <http://www.sebastianspada.com.ar/>)

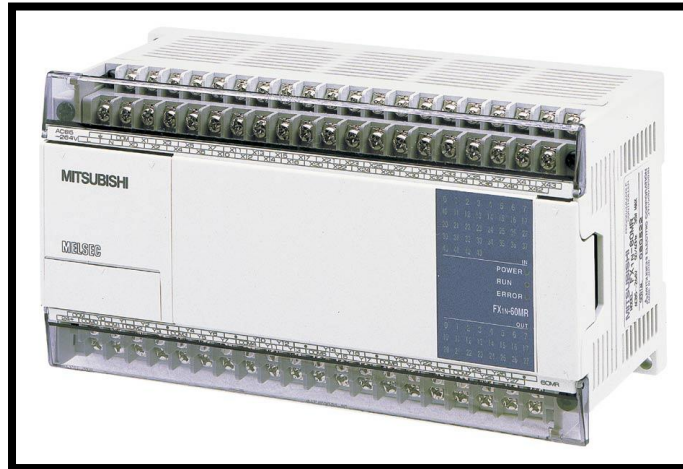


Figura 35: PLC

(Fuente: [http://es.made-in-china.com/co\\_szhailan-china/product\\_Mitsubishi-European-Version-PLC-FX1N-60MR-ES-UL\\_hooiuogg.html](http://es.made-in-china.com/co_szhailan-china/product_Mitsubishi-European-Version-PLC-FX1N-60MR-ES-UL_hooiuogg.html))

El eventual exceso de biogás que por diferentes motivos, no pudiera enviarse a la etapa de cogeneración, se quemará en una antorcha de seguridad (Fig. 36) dotada de un sistema de encendido automático. La antorcha de seguridad tendrá la capacidad de quemar la totalidad de la producción diaria de biogás en caso que fuese necesario.



Figura 36: antorcha de seguridad

(Fuente: <http://www.biogemex.net/productos-de-biogemex/quemadores/>)

A continuación se detallarán las cantidades de energía renovable producidas anualmente a partir de la combustión de biogás o del proceso de cogeneración (ver Tabla IX). Es importante resaltar que el equipo de cogeneración tendrá un rendimiento del 75% por lo que parte de la energía renovable del biogás se perderá en el proceso de cogeneración.

TABLA IX: energía eléctrica y térmica producida anualmente (Fuente: propia)

ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA PRODUCIDA ANUALMENTE		
Cantidad de Madres	250	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
Volumen de efluente producido x madre x día	0,10	m3/día
Volumen de efluente total producido x día	25,00	m3/día
Volumen de biogás producido x m3 de efluente	23,00	m3/m3
Volumen de biogás total producido x día	575,00	m3/día
Cantidad de energía eléctrica cogenerada x m3 de biogás	1,80	KWh/m3
Cantidad de energía térmica cogenerada x m3 de biogás	2,70	KWh/m3
Cantidad de energía renovable producida x m3 de biogás	6,00	KWh/m3
Rendimiento del equipo de cogeneración	75	%
<b>Cantidad de energía renovable total producida x día</b>	<b>3.450,00</b>	<b>KWh/día</b>
<b>Cantidad de energía renovable total producida x año</b>	<b>1.259.250,00</b>	<b>KWh/año</b>
<b>Cantidad de energía térmica total generada por combustión de biogás x año</b>	<b>82.241,25</b>	<b>KWh/año</b>
<b>Cantidad de energía eléctrica total cogenerada x año</b>	<b>353.102,63</b>	<b>KWh/año</b>
<b>Cantidad de energía térmica total cogenerada x año</b>	<b>529.653,94</b>	<b>KWh/año</b>

### 3.2.2.7. Almacenamiento y utilización de biofertilizante

Una vez que los biodigestores se encuentren en régimen, o sea que se hayan cargado con el efluente durante 35 días, comenzará una etapa en la cual, los mismos se deberán ir cargando y descargando en forma simultánea. El biofertilizante que se extraerá de los biodigestores se bombeará a través de bombas independientes a la primera de tres lagunas aeróbicas que posee el establecimiento (Fig.37). Luego el biofertilizante decantará a las otras lagunas debido a que están especialmente construidas con una pendiente. Las lagunas cumplirán la función de almacenamiento de biofertilizante.

El 22% del total de biofertilizante producido se utilizará en el mismo establecimiento para fertilizar cultivos de maíz y sorgo. El 78% restante se comercializará a los establecimientos linderos.



Figura 37: lagunas aeróbicas

(Fuente: <http://www.inforestserviciosforestales.blogspot.com.ar/>)

### **3.2.2.8. Distribución y comercialización de biofertilizante**

La distribución y transporte del biofertilizante a los establecimientos linderos se llevará a cabo por cuenta y orden de los compradores a través de camiones estercoleros (Fig. 38). Los productores aledaños recolectarán el biofertilizante en forma diaria.

El peón será el responsable de controlar el volumen de biofertilizante extraído por cada productor y entregará al responsable de ventas las planillas con los totales mensuales para su facturación correspondiente.





Figura 38: camión estercolero de 10.000 litros

(Fuente: <http://www.agroads.com.ar/detalle.asp?clasi=138604>)

A continuación se detallará el volumen de biofertilizante que se producirá anualmente (ver Tabla X). El mismo será aproximadamente igual al volumen de efluente que se generará anualmente. Se consideró una pérdida del 5%.

TABLA X: volumen de biofertilizante producido anualmente (Fuente: propia)

BIOFERTILIZANTE PRODUCIDO ANUALMENTE		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Volumen de efluente total producido x día	25,00	m3/día
Volumen de efluente total producido x año	9125	m3/año
Volumen de biofertilizante total / Volumen de efluente total	95%	%
<b>Volumen de biofertilizante producido x año</b>	<b>8.668,75</b>	<b>m3/año</b>

### 3.2.2.9. Distribución y comercialización del energía eléctrica

La distribución de energía eléctrica se realizará con una línea de baja tensión en 3 x 380/220V para ser consumida por un establecimiento lindero que se emplace a 500 metros de nuestra fuente de generación.

En destino se recibirá la tensión transmitida, con una caída de hasta un 3% que equivale a 11 V. Dicha caída de tensión está abalada por el ENRE. Los cables serán del tipo preensamblados de aluminio de sección 3 x 95/50 (Fig. 39) y los mismos estarán tendidos sobre postes



Figura 39: cable preensamblado de aluminio

(Fuente: <http://www.electromisiones.com.ar/>)

de madera creosotada instalados cada 35 metros del lado interior del predio paralelos al límite municipal (Fig.40). Cada poste estará provisto de los accesorios necesarios para sujetar los cables.

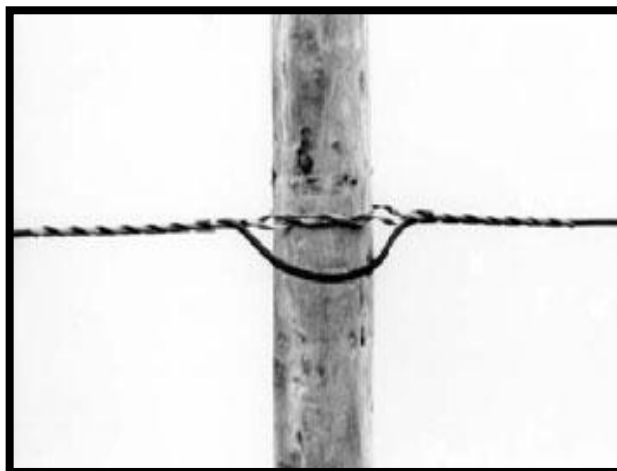


Figura 40: poste de madera creosotada

(Fuente: <http://www.plp.com.br/ar/operaciones-internacionales/item/195-retenci%C3%B3n-preformada-para-poste-circular>)







Figura 42: medidor trifásico

(Fuente: [http://www.myeel.com.ar/producto.php?producto=ALPHA\\_II](http://www.myeel.com.ar/producto.php?producto=ALPHA_II))

En el extremo donde se producirá el consumo, se colocará un juego de fusibles de 3 x 63A (Fig.43) dentro de un gabinete metálico ubicado a un 1,80 metros del nivel de piso tomado de un poste o pilar de mampostería.



Figura 43: fusible

(Fuente: <https://www.easy.com.ar/webapp/wcs/stores/servlet/es/easyar/fusible-nh-00-de-63-a-1372324>)

La energía eléctrica comercializada se facturará cada 2 meses.

### 3.2.3. Layout

A continuación se presentará el Layout del establecimiento (Fig.44) con su correspondiente detalle (ver Tabla XI). En el mismo se diferenciarán las instalaciones preexistentes en rosa y las instalaciones nuevas del proyecto en verde.

El establecimiento tiene una superficie total de 3,75 ha. y forma parte del campo de 100 ha. que pertenece al mismo grupo inversor. Las 96,25 ha. restantes del campo están sembradas con maíz y sorgo.

El proyecto actual se plantea para 250 madres (5750 animales) con posibilidades de expansión a 800 madres. Dicha expansión podrá realizarse a continuación del galpón de cubrición, gestación y parto o posterior al camino interno que limita las instalaciones actuales.

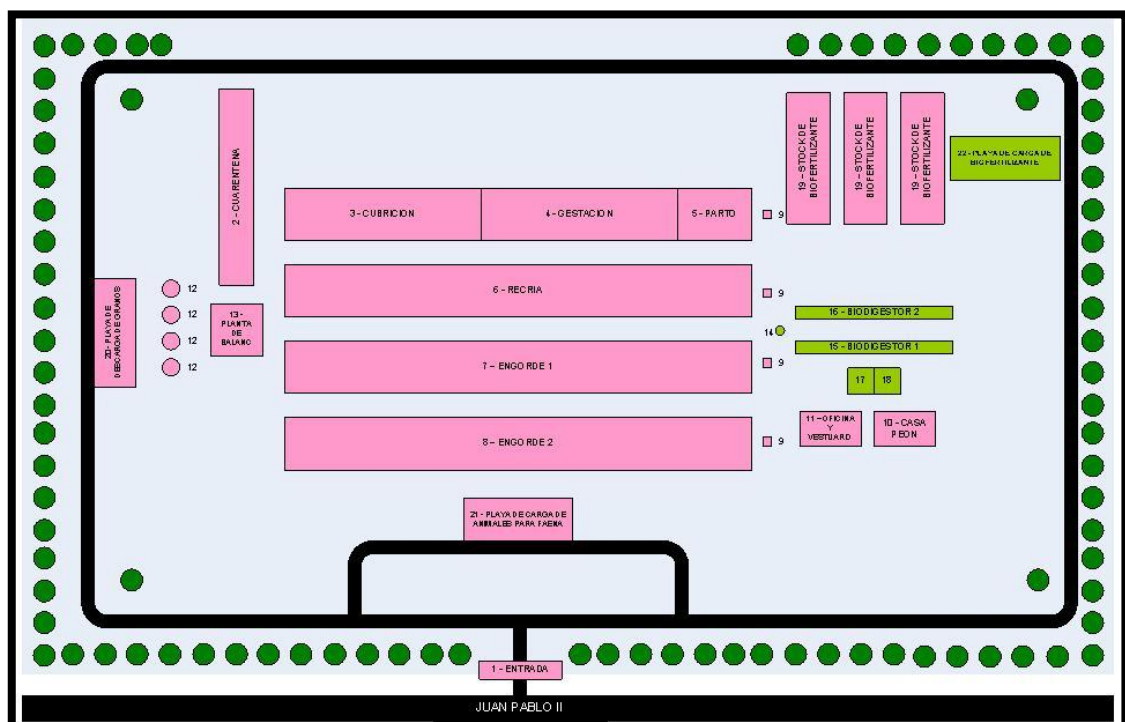


Figura 44: layout del establecimiento (Fuente: propia)

TABLA XI: detalle de las instalaciones presentadas en el layout (Fuente: propia)

DETALLE DE LAS INSTALACIONES DEL LAYOUT		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN
1	Entrada al establecimiento	Existente antes del proyecto
2	Galpón Cuarentena	Existente antes del proyecto
3	Galpón Cubrición	Existente antes del proyecto
4	Galpón Gestación	Existente antes del proyecto
5	Galpón Parto	Existente antes del proyecto
6	Galpón Recría	Existente antes del proyecto
7	Galpón Engorde 1	Existente antes del proyecto
8	Galpón Engorde 2	Existente antes del proyecto
9	Cámaras de deyecciones	Existente antes del proyecto
10	Casa del Peón	Existente antes del proyecto
11	Oficina y vestuarios	Existente antes del proyecto
12	Silos (cantidad 4)	Existente antes del proyecto
13	Planta de balanceado	Existente antes del proyecto
14	Cámara de alimentación	Nueva
15	Biodigestor 1	Nueva
16	Biodigestor 2	Nueva
17	Local con equipamientos para acondicionamiento del biogás	Nueva
18	Local con equipamientos de cogeneración	Nueva
19	Lagunas aeróbica (se utilizará como stock de biofertilizantes)	Existente antes del proyecto - Adaptación
20	Playa de descarga de granos y alimento balanceado	Existente antes del proyecto
21	Playa de carga de animales para faena	Existente antes del proyecto
22	Playa de carga de biofertilizante	Nueva

### 3.3. Potencia instalada y energía demandada por el establecimiento

Al momento de realizar el análisis de la potencia instalada y las energías demandadas por el establecimiento, decidimos dividirlo en 2 grupos (ver Tabla XII): instalaciones civiles e instalaciones de producción. Para la estimación de la potencia instalada se tuvieron en cuenta las potencias de trabajo de cada instalación y cada máquina. Las energías demandas se separaron en energía eléctrica y energía térmica. Esta última a su vez se diferenció en los consumos que serían satisfechos con la combustión directa de biogás y cuales serían satisfechos con el calor residual del proceso de cogeneración.

TABLA XII: potencia instalada y energía demandada antes del proyecto

(Fuente: propia)

POTENCIA INSTALADA Y ENERGÍA DEMANDADA POR EL ESTABLECIMIENTO ANTES DEL PROYECTO					
Cantidad de Madres	250				
Cantidad de animales por año	5500				
<b>TOTAL</b>	<b>5750</b>				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	POTENCIAS	CONSUMOS	
			KW	KWh Eléctrico/año	KWh Térmico/año
<b>1 INSTALACIONES CIVILES</b>					
1.1	Casa peón	1	5,00	2.400,00	-
1.1.1	Agua caliente	-	-	-	20.280,00
1.1.2	Calefacción	-	-	-	30.160,00
1.1.3	Cocina	-	-	-	2.080,00
1.2	Oficina y vestuario	1	10,00	3.600,00	-
1.2.1	Agua caliente	-	-	-	30.420,00
1.2.2	Calefacción	-	-	-	45.240,00
1.2.3	Cocina	-	-	-	3.120,00
<b>2 INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN</b>					
2.1	Lámpara de calor focal para lactancia	1	8,00	37.375,00	-
2.2	Calefacción lactancia	1	-	-	37.375,00
2.3	Calefacción pos destete	1	-	-	35.750,00
2.4	Lámpara de calor focal para pos destete	1	10,00	13.750,00	-
2.5	Ventilación pos destete	1	3,00	5.500,00	-
2.6	Ventilación engorde	1	5,00	35.750,00	-
2.7	Planta de balanceado	1	12,00	7.500,00	-
2.8	Aireador de Silo 1 (37,5 Tn - 5 Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.9	Aireador de Silo 2 (37,5 Tn - 5Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.10	Aireador de Silo 3 (37,5 Tn - 5Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.11	Aireador de Silo 4 (37,5 Tn - 5Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.12	Compresor (1 x 20KW)	1	10,00	6.250,00	-
2.13	Hidrolavadora industrial (1 x 1,5 KW)	1	1,50	2.737,50	-
2.14	Iluminación general de los galpones (4 x 2 KW)	4	8,00	26.280,00	-
2.15	Bomba para alimentación de bebederos (45m3/día - 45.000 l/días)	1	7,50	2.737,50	-
2.16	Chimangos (4 x 1,5 KW)	4	6,00	4.380,00	-
<b>Potencias y consumos energéticos totales antes del proyecto</b>			<b>94,80</b>	<b>186.804,00</b>	<b>204.425,00</b>
	Consumo de energía eléctrica proveniente del proceso de cogeneración				
	Consumo de energía térmica proveniente del proceso de cogeneración				
	Consumo de energía térmica proveniente de la combustión de biogás				

Con la incorporación de la planta de biogás, la potencia instalada y el consumo energético aumentarán (ver Tabla XIII). La planta de biogás consumirá aproximadamente un 30% del biogás que producirá para mantenerse operativa a sí misma.

TABLA XIII: potencia instalada y energía demanda después del proyecto

(Fuente: propia)

POTENCIA INSTALADA Y ENERGÍA DEMANDADA POR EL ESTABLECIMIENTO DESPUÉS DEL PROYECTO					
Cantidad de Madres		250			
Cantidad de Lechones por año		5500			
<b>Total</b>		<b>5750</b>			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	POTENCIAS	CONSUMOS	
			KW	KWh Eléctrico/año	KWh Térmico/año
<b>1</b>	<b>INSTALACIONES CIVILES</b>				
1.1	Casa peón	1	5,00	2.400,00	-
1.1.1	Agua caliente	-	-	-	20.280,00
1.1.2	Calefacción	-	-	-	30.160,00
1.1.3	Cocina	-	-	-	2.080,00
1.2	Oficina y vestuario	1	10,00	3.600,00	-
1.2.1	Agua caliente	-	-	-	30.420,00
1.2.2	Calefacción	-	-	-	45.240,00
1.2.3	Cocina	-	-	-	3.120,00
<b>2</b>	<b>INSTALACIONES DE PRODUCCIÓN</b>				
2.1	Lámpara de calor focal para lactancia	1	8,00	37.375,00	-
2.2	Calefacción lactancia	1	-	-	37.375,00
2.3	Calefacción pos destete	1	-	-	35.750,00
2.4	Lámpara de calor focal para pos destete	1	10,00	13.750,00	-
2.5	Ventilación pos destete	1	3,00	5.500,00	-
2.6	Ventilación engorde	1	5,00	35.750,00	-
2.7	Planta de balanceado	1	12,00	7.500,00	-
2.8	Aireador de Silo 1 (37,5 Tn - 5 Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.9	Aireador de Silo 2 (37,5 Tn - 5Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.10	Aireador de Silo 3 (37,5 Tn - 5Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.11	Aireador de Silo 4 (37,5 Tn - 5Kg/día x 30 días)	1	2,20	9.636,00	-
2.12	Compresor (1 x 20KW)	1	10,00	6.250,00	-
2.13	Hidrolavadora industrial (1 x 1,5 KW)	1	1,50	2.737,50	-
2.14	Iluminación general de los galpones (4 x 2 KW)	4	8,00	26.280,00	-
2.15	Bomba para alimentación de bebederos (45m3/día - 45.000 l/días)	1	7,50	2.737,50	-
2.16	Chimangos (4 x 1,5 KW)	4	6,00	4.380,00	-
<b>3</b>	<b>PLANTA DE BIOGÁS</b>				
3.1	Bomba rototrituradora en cámara de alimentación (1 x 1,5 KW)	1	1,50	6.570,00	-
3.2	Agitador vertical en cámara de alimentación	1	1,50	6.570,00	-
3.3	Bombas para carga de los biodigestores (2 x 1,5 KW)	2	3,00	96,00	-
3.4	Agitadores horizontal para los biodigestores (8 x 0,4KW)	8	3,00	13.140,00	-
3.5	Sistema para calefacción de los biodigestores	2	-	-	211.861,58
3.6	Bombas para descarga de los biodigestores (2 x 1,5 KW)	2	3,00	96,00	-
3.7	Sistema de acondicionamiento de biogás	1	5,00	21.900,00	-
3.8	Bomba de agua caliente para sistema de calefacción (5 x 1,5 KW)	5	7,50	32.850,00	-
<b>Potencias y consumos energéticos totales después del proyecto</b>			<b>104,30</b>	<b>262.026,00</b>	<b>416.286,58</b>
	Consumo de energía eléctrica proveniente del proceso de cogeneración				
	Consumo de energía térmica proveniente del proceso de cogeneración				
	Consumo de energía térmica proveniente de la combustión de biogás				

### 3.4.Planeamiento del proyecto

En el siguiente diagrama de Gantt (Fig.45) se establecerán las distintas tareas a realizar y sus correspondientes días de ejecución.

El proyecto tendrá una duración total de 197 días hábiles aproximadamente para la implementación del mismo, que se iniciará con el análisis preliminar y culminará con la optimización de la planta de producción de biogás.

Cabe aclarar que el tiempo que se empleará para la capacitación técnica del personal del establecimiento, no se ha tenido en cuenta como parte del camino crítico del proyecto ya que no afectará la totalidad de días del mismo.

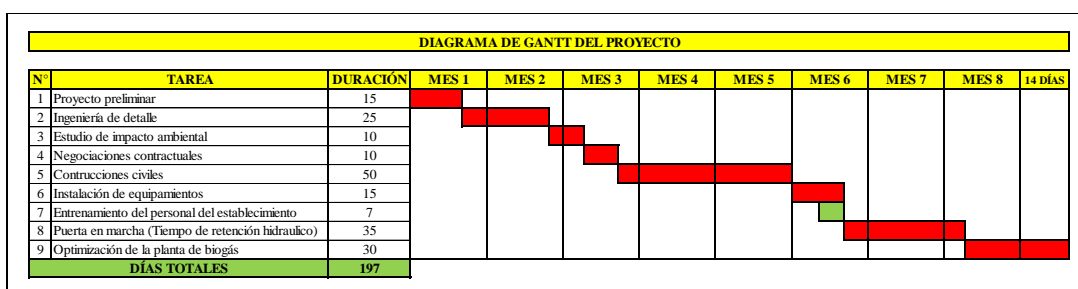


Figura 45: diagrama de Gantt (Fuente: propia)

### 3.5.Recursos humanos

La estructura organizacional del establecimiento para el proyecto estará conformada por un gerente general que es el mismo propietario del establecimiento, 4 recursos que le reportarán en forma directa al gerente general y 3 empresas externas que brindarán el servicio de asesoramiento legal, contable y de cuidados veterinarios (Fig.46).

El peón será el responsable de ejecutar todas las actividades relacionadas con la producción de cerdos, la secretaria llevará adelante las actividades administrativas y de compras, el responsable de ventas deberá comercializar en el mercado los animales para faena, los embutidos y el biofertilizante. Por último el responsable de mantenimiento tendrá a su cargo el mantenimiento integral de todas las instalaciones del establecimiento. Este último deberá ser preferentemente un técnico

electromecánico capacitado al cual se le asignarán 4 horas de su tiempo a labores relacionadas con el mantenimiento de la planta de biogás y las otras 4 horas al mantenimiento del resto del establecimiento. Tanto la secretaria como el responsable de ventas destinarán 30 minutos por día de su tiempo a tareas relacionadas con el proyecto.

Ante una eventual falla crítica en la planta de biogás entre las 18:00 hs y las 9:00 hs del día siguiente, el peón (quien vive en el establecimiento en forma estable), será responsable de identificar las alarmas de falla sonoras de los equipamientos y llamar al técnico electromecánico en los casos donde la situación lo requiera.

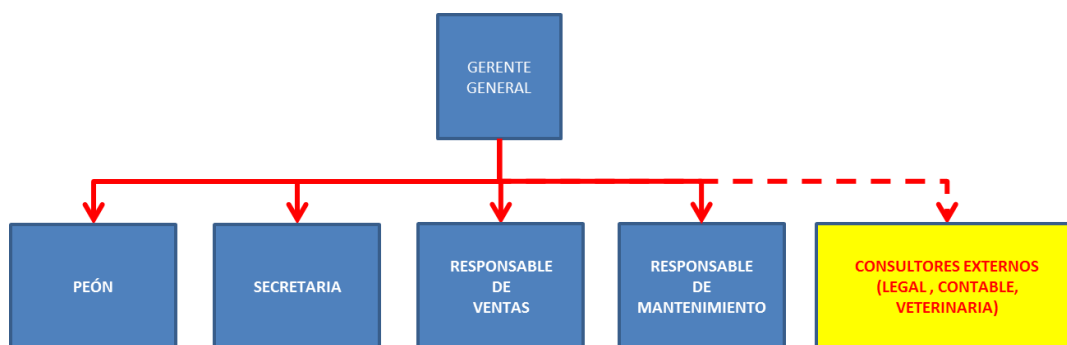


Figura 46: organigrama del establecimiento (Fuente: propia)

### 3.6. Estudio ambiental

Mediante la construcción de la planta de biogás, se buscarán mitigar los pasivos ambientales que producen las heces porcinas tales como la emanación de gas metano a la atmosfera, los malos olores y la presencia de insectos en el establecimiento y zonas aledañas.

El metano es uno de los gases responsables del efecto invernadero (GEI) y contamina entre 21 y 23 veces más que el dióxido de carbono.

Una de las formas que existen para medir el impacto ambiental es a través de la huella de carbono que representa la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, producto o proyecto. La huella de carbono se mide en masa de  $CO_2$  equivalente.



A continuación se detallarán las toneladas de  $CO_2$  equivalentes netas que se dejarán de emitir a la atmósfera luego de la implementación del proyecto (ver Tabla XIV).

TABLA XIV: toneladas de  $CO_2$  equivalentes

(Fuente: propia y [http://www.eureners.com/wp-content/uploads/2012/05/INTIA\\_Huella-Carbono-17mayo12.pdf](http://www.eureners.com/wp-content/uploads/2012/05/INTIA_Huella-Carbono-17mayo12.pdf))

TONELADAS DE CO2 EQUIVALENTES						
	Item	Descripción	Cantidad/año	Unidades	Kg CO2-eq	Tn CO2-eq/año
Emanaciones de CO2-eq evitadas debido al proyecto	1	Emanación de metano a la atmósfera	8.241.511,46	Nm3 (0° y 1 atm)	21,00	124.611,65
	2	Consumo original de gas natural del establecimiento	19.656,25	Nm3 (0° y 1 atm)	2,20	43,24
	3	Consumo original de energía eléctrica del establecimiento	186.804,00	KWh	0,21	38,86
	4	Consumo original de urea como fertilizante industrial	34.675,00	Kg N	4,02	139,32
	5	Consumo original de superfosfato triple como fertilizante industrial	5.201,00	Kg P	1,01	5,27
Emanaciones de CO2-eq generadas debido al proyecto	6	Combustión de metano en equipo de cogeneración	-5.518,52	Tn	2,75	-15.175,92
	7	Consumo de energía eléctrica de la planta de biogás	-81.222,00	KWh	0,21	-16,89
	8	Consumo de energía térmica de la planta de biogás	-20.371,31	Nm3 (0° y 1 atm)	2,20	-44,82
<b>TOTAL TONELADAS DE CO2 EQUIVALENTES</b>						<b>109.600,72</b>

Los ítems 1 al 5 representan la contribución positiva del proyecto sobre el medio ambiente, o sea la masa de  $CO_2$  equivalente que se evitará emanar a la atmósfera. Los ítems 6 al 8 representan la contribución negativa del proyecto sobre el medio ambiente, o sea la masa de  $CO_2$  equivalente que se emanará a la atmósfera por el propio funcionamiento de la planta. Tener en cuenta que la planta de biogás consumirá energía para funcionar y la combustión del biogás en el equipo de cogeneración producirá emanación de  $CO_2$  a la atmósfera.

Para la obtención del ítem 1, se utilizó la siguiente formula:

$$CO_{2;eq} = Q * M * Sp * F$$

$$CO_{2;eq} = CO_{2;equivalentes} [tonCO_{2;eq}]$$

$$Q = cantidad\ de\ biogás [Nm^3]$$

$$M = contenido\ de\ metano [Vol\%]$$

$$Sp = densidad\ del\ metano\ (constante) = 0,72\ Kg / Nm^3$$

$$F = factor\ equivalente\ del\ metano\ (constante) = 21\ ton\ CO_{2;eq} / ton\ CH_4$$

Para la obtención de los ítems 2, 3, 4, 5, 7 y 8 se utilizaron factores de emisión ya definidos por el **IPCC** (Intergovernmental Panel on Climate Change) de la **UN** (United Nations).

El ítem 6 se estimó teniendo en cuenta que la combustión de 1Kg de  $CH_4$  libera 2,75Kg de  $CO_2$  aproximadamente.

Finalmente, podemos concluir que se obtendrá un saldo positivo en lo que respecta a las emanaciones de  $CO_2$  a la atmósfera, logrando de esta forma una contribución beneficiosa para el medio ambiente.

### **3.7. Gestión de la calidad**

Nos hemos asegurado de cumplir con las normas locales e internacionales para el aseguramiento de la calidad en lo que respecta a la construcción de las instalaciones y el cuidado del medio ambiente.

A continuación se detallarán las normas utilizadas:

#### **Instalaciones eléctricas:**

Para la instalación, control y habilitación se aplicarán las reglamentaciones para las instalaciones eléctricas en inmuebles y exteriores, impuesta por la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).

A su vez, todos los elementos que formen parte de la instalación eléctrica, deberán responder a las correspondientes normas aprobadas por el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), o las homólogas que cumplan con las normas internacionales, International Electrotechnical Commission (IEC).

**Norma AEA 90364 – Sección 771:** instalaciones eléctricas en inmuebles

**Norma AEA 95201:** líneas aéreas exteriores de BT

#### **Instalaciones de gas:**

Para la instalación, control y habilitación se aplicarán las reglamentaciones para las instalaciones domiciliarias e industriales de gas (Grupo II), impuesta por el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS).

**Norma NAG-200:** disposiciones y normas mínimas para la ejecución de instalaciones domiciliarias de gas.

**Norma NAG-201:** disposiciones, normas y recomendaciones para el uso de gas natural en instalaciones industriales.

### **Gestión ambiental:**

**Norma ISO 14064:** es una norma internacional utilizada para el cálculo de la huella de carbono, que representa un parámetro que describe la cantidad de emisiones GEI asociadas a una empresa, evento, actividad o al ciclo de vida de un producto/servicio con el fin de determinar su contribución al cambio climático. Se expresa en Tn de CO<sub>2</sub> equivalente.

Esta norma es de suma importancia en la suscripción de un proyecto al mecanismo de desarrollo sustentable (MDL) que se describirá posteriormente en el punto 3.8.5.

## **3.8. Evaluación económica y financiera**

A continuación se detallará la evaluación económica y financiera para dos posibles escenarios:

- **Escenario 1 (E1):** contempla la producción de biogás, la generación de energía eléctrica, energía térmica, la distribución y comercialización de energía eléctrica y biofertilizante.
- **Escenario 2 (E2):** idem E1 con el agregado de suscribir el proyecto al mecanismo de desarrollo sustentable (MDL).

### **3.8.1. Presupuesto de inversión**

A continuación se detallará el presupuesto de inversión correspondiente a los escenarios mencionados en el punto 3.8.

Ambos análisis se dividieron en 3 categorías para una mejor comprensión:

- Servicios de ingeniería.
- Obras civiles/electromecánicas.
- Equipamientos.

**Escenario 1 (E1):** (ver Tabla XV).

**Escenario 2 (E2):** (ver Tabla XVI).

TABLA XV: presupuesto de inversión (E1) (Fuente: propia)

PRESUPUESTO DE INVERSION (ESCENARIO 1)				
ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	IMPORTE	TOTAL(1)
<b>1</b>	<b>SERVICIOS DE INGENIERIA</b>			
1.1	Proyecto (preliminar, definitivo, ejecutivo)			\$ 350.000,00
1.2	Análisis de impacto ambiental			
1.3	Dirección de obra			
1.4	Puerta en marcha y optimización de la planta de biogás			
1.5	Entrenamiento al personal del establecimiento			
1.6	Manuales de procedimientos y operación			
<b>2</b>	<b>OBRAS CIVILES Y ELECTROMECANICAS</b>			
2.1	Movimiento de suelo y estructura de hormigón para la cámara de alimentación	1	\$ 12.902,50	\$ 698.799,70
2.2	Movimiento de suelo, estructura de hormigón y revestimiento aislante para los 2 biodigestores	2	\$ 313.986,00	
2.3	Intercambiadores de calor	2	\$ 20.000,00	
2.4	Gasómetro para almacenamiento de Biogás (Geomembrana de PVC o PEAD)	2	\$ 20.091,20	
2.5	Local y platea de hormigón para equipamientos de acondicionamiento de biogás y cogeneración	1	\$ 118.720,00	
2.6	Cañerías para el transporte de biogás	1	\$ 5.600,00	
2.7	Cañerías para el transporte de sustrato y biofertilizantes	1	\$ 3.900,00	
2.8	Cañerías para el transporte de agua caliente y agua para el sistema de calefacción	1	\$ 600,00	
2.9	Mano de obra instalaciones plomería y gas	1	\$ 55.000,00	
2.10	Mano de obra instalaciones eléctricas	1	\$ 48.000,00	
2.11	Mano de obra instalaciones equipamientos mecánicos	1	\$ 55.000,00	
2.12	Mano de obra instalación de línea de transmisión de energía (postes de madera, tendido de cable, otros)	1	\$ 45.000,00	
<b>3</b>	<b>EQUIPAMIENTOS</b>			
3.1	Bomba rototrituradora (1 principal y 1 de back up)	2	\$ 10.000,00	\$ 833.780,00
3.2	Agitador vertical para cámara de alimentación (1 principal y 1 de backup)	2	\$ 5.194,00	
3.3	Bombas para carga de los biodigestores (2 principales)	2	\$ 8.000,00	
3.4	Agitadores horizontales para los biodigestores (9 en total: 4 por cada digestor + 1 de backup)	9	\$ 23.373,00	
3.5	Válvulas de sobrepresión para los digestores (1 por cada digestor calibrada a 23 mbar)	2	\$ 6.000,00	
3.6	Válvulas rompe-vacio (1 por cada digestor calibrada a 10 mbar)	2	\$ 6.000,00	
3.7	Bombas para descarga de los biodigestores (2 principal y 1 backup)	3	\$ 12.000,00	
3.8	Sistema de acondicionamiento de biogás	1	\$ 42.700,00	
3.9	Equipamientos para cogeneración (Grupo electrógeno, tablero eléctrico principal, PLC)	1	\$ 477.000,00	
3.10	Equipo Estercolero con sistema de 10.000 litros	1	\$ 80.000,00	
3.11	Antorcha de seguridad	1	\$ 3.000,00	
3.12	Cocinas de biogás	2	\$ 513,00	
3.13	Bombas para agua caliente y sistema de calefacción	5	\$ 20.000,00	
3.14	Radiadores para calefacción por agua caliente (Euterna RDV500)	5	\$ 5.000,00	
3.15	Cardera de regeneración	1	\$ 30.000,00	
3.16	Fusibles (63A) , interruptor automático (100A), medidor trifásico, postes de madera, cable preensablado	1	\$ 105.000,00	
<b>Presupuesto de inversión total</b>				<b>\$ 1.882.580</b>

TABLA XVI: presupuesto de inversión (E2) (Fuente: propia)

PRESUPUESTO DE INVERSION (ESCENARIO 2)				
ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	IMPORTE	TOTAL(1)
<b>1 SERVICIOS DE INGENIERIA</b>				
1.1	Proyecto (preliminar, definitivo, ejecutivo)			\$ 960.000,00
1.2	Análisis de impacto ambiental			
1.3	Dirección de obra			
1.4	Puerta en marcha y optimización de la planta de biogás			
1.5	Entrenamiento al personal del establecimiento			
1.6	Manuales de procedimientos y operación			
1.7	Consultoría y certificación proyecto MDL			
<b>2 OBRAS CIVILES Y ELECTROMECHANICAS</b>				
2.1	Movimiento de suelo y estructura de hormigón para la cámara de alimentación	1	\$ 12.902,50	\$ 1.064.799,70
2.2	Movimiento de suelo, estructura de hormigón y revestimiento aislante para los 2 biodigestores	2	\$ 313.986,00	
2.3	Intercambiadores de calor	2	\$ 20.000,00	
2.4	Gasómetro para almacenamiento de Biogás (Geomembrana de PVC o PEAD)	2	\$ 20.091,20	
2.5	Local y platea de hormigón para equipamientos de acondicionamiento de biogás y cogeneración	1	\$ 118.720,00	
2.6	Cañerías para el transporte de biogás	1	\$ 5.600,00	
2.7	Cañerías para el transporte de sustrato y biofertilizantes	1	\$ 3.900,00	
2.8	Cañerías para el transporte de agua caliente y agua para el sistema de calefacción	1	\$ 600,00	
2.9	Mano de obra instalaciones plomería y gas	1	\$ 55.000,00	
2.10	Mano de obra instalaciones eléctricas	1	\$ 48.000,00	
2.11	Mano de obra instalaciones equipamientos mecánicos	1	\$ 55.000,00	
2.12	Mano de obra instalación de línea de transmisión de energía (postes de madera, tendido de cable, otros)	1	\$ 45.000,00	
2.13	Obras Civiles y electromecánicas proyecto MDL (Bonos de carbono)	1	\$ 366.000,00	
<b>3 EQUIPAMIENTOS</b>				
3.1	Bomba rototrituradora (1 principal y 1 de back up)	2	\$ 10.000,00	\$ 1.687.780,00
3.2	Agitador vertical para cámara de alimentación (1 principal y 1 de backup)	2	\$ 5.194,00	
3.3	Bombas para carga de los biodigestores (2 principales)	2	\$ 8.000,00	
3.4	Agitadores horizontales para los biodigestores (9 en total: 4 por cada digestor + 1 de backup)	9	\$ 23.373,00	
3.5	Válvulas de sobrepresión para los digestores (1 por cada digestor calibrada a 23 mbar)	2	\$ 6.000,00	
3.6	Válvulas rompe-vacio (1 por cada digestor calibrada a 10 mbar)	2	\$ 6.000,00	
3.7	Bombas para descarga de los biodigestores (2 principal y 1 backup)	3	\$ 12.000,00	
3.8	Sistema de acondicionamiento de biogás	1	\$ 42.700,00	
3.9	Equipamientos para cogeneración (Grupo electrógeno, tablero eléctrico principal, PLC)	1	\$ 477.000,00	
3.10	Equipo Estercolero con cisterna de 10.000 litros	1	\$ 80.000,00	
3.11	Antorcha de seguridad	1	\$ 3.000,00	
3.12	Cocinas de biogás	2	\$ 513,00	
3.13	Bombas para agua caliente y sistema de calefacción	5	\$ 20.000,00	
3.14	Radiadores para calefacción por agua caliente (Euterna RDV500)	5	\$ 5.000,00	
3.15	Cardera de regeneración	1	\$ 30.000,00	
3.16	Fusibles (63A), interruptor automático (100A), medidor trifásico, postes de madera, cable preensablado	1	\$ 105.000,00	
3.17	Equipamientos proyecto MDL (Bonos de carbono)	1	\$ 854.000,00	
<b>Presupuesto de inversión total</b>				<b>\$ 3.712.580</b>

### 3.8.2. Costos de energía

El costo de la energía eléctrica se calculó en base a un cargo fijo (pico y fuera de pico) relacionado con la potencia solicitada al proveedor de energía eléctrica (en KW) y a un cargo variable (pico y fuera de pico) relacionado con el consumo de energía (en KWh) (ver Tabla XVII). Los valores de referencia unitarios sin subsidios se obtuvieron de la página de Edenor. También se incluyeron los impuestos que representan aproximadamente un 50% del costo anterior.

El costo de energía térmica se calculó tomando como referencia el valor unitario del gas natural de una factura de Metrogas (ver Tabla XVII).

**TABLA XVII: consumo de energía y costos (Fuente: propia)**

COSTO MENSUAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DEL ESTABLECIMIENTO							
CARGO	DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	IMPORTE UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE PARCIAL	IMPORTE TOTAL
FIJO	Potencia eléctrica contratada pico (18 a 23 hs)	50	KW	15,43	\$/KW-MES	\$ 771,50	\$ 1.554,76
	Potencia eléctrica contratada fuera de pico (23 a 18HS)	71	KW	11,11	\$/KW-MES	\$ 783,26	
VARIABLE	Energía eléctrica pico consumida por mes	2.239	KWh	0,379	\$/KWh	\$ 848,61	\$ 5.648,58
	Energía eléctrica fuera de pico consumida por mes	13.115	KWh	0,366	\$/KWh	\$ 4.799,97	
Impuestos (IVA, Contribución Munic y Prov., Impuesto Prov., Fondo Prov., Tasa de Serv Munic., etc.) Aprox. 50%							\$ 3.601,67
<b>Costo total de la energía eléctrica</b>							<b>\$ 10.805,01</b>
<b>Costo del KWh</b>							<b>\$ 0,70</b>
COSTO MENSUAL DE LA ENERGÍA TÉRMICA DEL ESTABLECIMIENTO							
CARGO	DESCRIPCIÓN	CANT	UNIDAD	IMPORTE UNITARIO	UNIDAD	IMPORTE PARCIAL	IMPORTE TOTAL
FIJO	Energía térmica consumida por mes (Inc. Impuestos y Tasas)	17.035,42	KWh	\$ 0,61	\$/KWh	\$ 10.391,60	\$ 10.391,60
<b>Costo total de la energía térmica</b>							<b>\$ 10.391,60</b>

### 3.8.3. Costos operativos

A continuación se detallarán los costos operativos anuales relacionados con el proyecto (ver Tabla XVIII).

Dentro de los costos operativos se incluyeron la mano de obra proporcional del responsable de mantenimiento, la secretaria, el responsable de ventas, el mantenimiento de la planta de biogás y el seguro. Este seguro protegerá a las instalaciones y equipamientos contra daños naturales como ser las inundaciones.

TABLA XVIII: costos operativos anuales (Fuente: propia)

COSTOS OPERATIVOS ANUALES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (1)
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>		
1	Mano de obra (1 técnico mecánico - 4 hs x día)	-\$ 92.820
3	Mantenimiento biodigestores (ordinario y extraordinario)	-\$ 27.600
2	Mantenimiento cogenerador	-\$ 9.700
4	Seguro Instalaciones	-\$ 7.133
<b>Costos de producción totales</b>		<b>-\$ 137.253</b>
<b>COSTOS DE COMERCIALIZACIÓN</b>		
1	Mano de obra (1 vendedor - 0,50 hs x día)	-\$ 11.603
2	Gastos de comercialización	-\$ 3.000
<b>Costos de comercialización totales</b>		<b>-\$ 14.603</b>
<b>COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>		
1	Mano de obra (1 secretaria administrativa - 0,50 hs x día)	-\$ 6.768
2	Gastos administrativos	-\$ 1.000
<b>Costos administrativos totales</b>		<b>-\$ 7.768</b>
<b>Costos operativos anuales totales</b>		<b>-\$ 159.624</b>

### 3.8.4. Subsidios gubernamentales e incentivos fiscales

Se ha identificado la ley nacional 26.190 correspondiente al régimen de fomento para la generación de energía eléctrica con fuentes renovables (Anexo B).

Los beneficios otorgados por este régimen aplican únicamente para los generadores que destinen la energía eléctrica al mercado eléctrico mayorista (MEM) o a la prestación del servicio público de electricidad.

Nuestro proyecto no se vería beneficiado por este régimen debido a que la energía eléctrica generada se consumirá en el mismo establecimiento y se distribuirá a un establecimiento lindero a través de una red interna.

### 3.8.5. Bonos verdes

El cambio climático es un fenómeno que está causando desfavorables consecuencias económicas, sociales y ambientales en el mundo entero. Dicho cambio, motivó a varios países desarrollados a asumir compromisos para disminuir la emisión de gases que producen el efecto invernadero (GEI).

Para lograr el objetivo de limitar las emisiones de GEI y minimizar el impacto económico de los países, se creó un nuevo mercado de carbono. Este mercado es de dimensiones internacionales y se basa en la generación, intercambio y comercialización de unidades de reducción de GEI a través de normativas definidas en el Protocolo de Kioto (PK).

Mediante el PK, puesto en vigencia a partir del 2005, los países desarrollados asumieron el compromiso de reducir sus emisiones de GEI en un 5,2% respecto a las emisiones del año 1990. Esta reducción debía producirse entre el 2008 y 2012 (primer período de compromiso).

Los países que ratificaron el PK se agruparon por su grado de desarrollo: el primer grupo, denominado países Anexo I, son los países desarrollados que han adoptado compromisos de reducción de GEI y el segundo grupo, denominados países Anexo II, son los países en desarrollo que no han asumido compromisos de reducción.

El PK contempla la reducción de 6 tipos de GEI: dióxido de carbono ( $CO_2$ ); metano ( $CH_4$ ); óxido nitroso ( $N_2O$ ); hidrofluorocarbonos ( $HFC$ ); perfluoro carbono ( $PFC$ ) y hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ). A cada uno de estos gases se le asigna un potencial de generación de efecto invernadero permitiendo de esta forma utilizar como unidad de referencia el  $CO_2$  equivalente ( $CO_{2-eq}$ ).

Uno de los 3 mecanismos que introduce el PK para reducir las emisiones de GEI es el mecanismo de desarrollo sustentable (MDL). A través del MDL, se promueven proyectos de reducción de emisiones GEI en países del Anexo II a cambio de reducciones de emisiones certificadas (CER).

Los CER obtenidos de estos proyectos pueden ser comercializados libremente como commodities y utilizados por los países del Anexo I para dar cumplimiento a las obligaciones asumidas en el PK. Cada CER equivale a una tonelada de  $CO_{2-eq}$  que se evita emanar a la atmósfera.

Los proyectos MDL deberán ser aprobados por todas las partes implicadas y ser registrados ante la Junta Ejecutiva del MDL (JE), dependiente de la Conferencia de las Partes del PK.



Los proyectos MDL deberán cumplir un procedimiento regido por estrictas reglas nacionales e internacionales, compuesto por las etapas descriptas a continuación (Fig.47). Los proyectos MDL pueden demorar entre 1 y 2 años desde su diseño hasta la obtención de los CER.

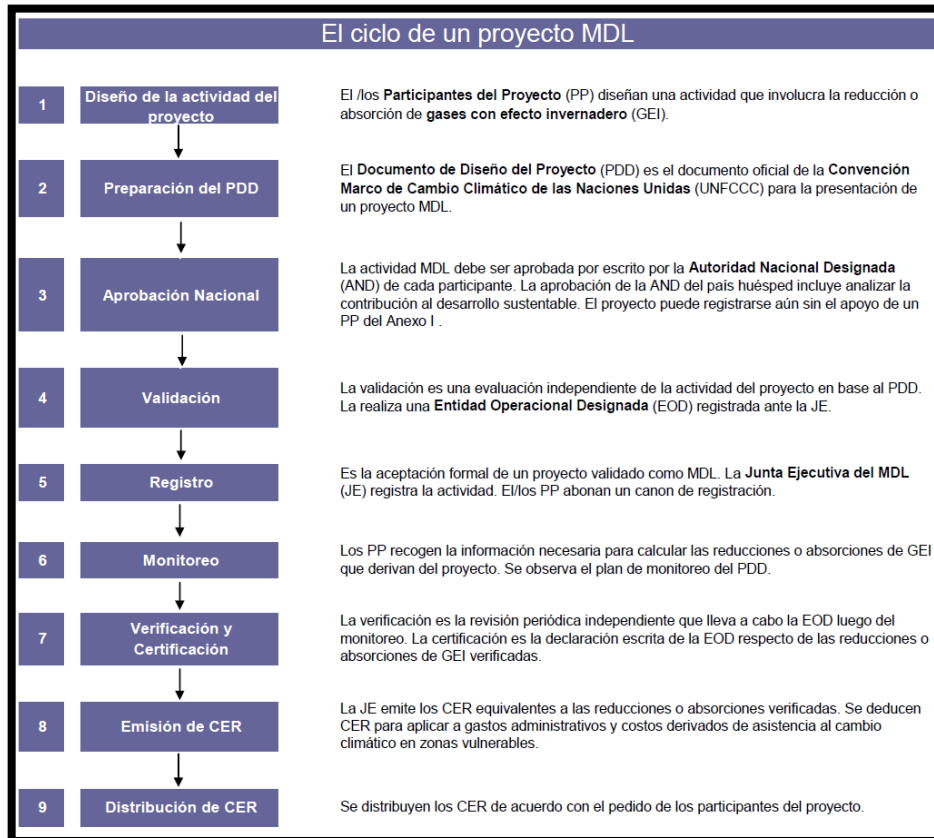


Figura 47: ciclo de proyecto MDL

(Fuente: [http://www.bcba.sba.com.ar/downloads/CARBONO\\_Resumen\\_general.pdf](http://www.bcba.sba.com.ar/downloads/CARBONO_Resumen_general.pdf))

A continuación se mostrará la cotización del CER a lo largo del año 2013 (Fig.48).



Figura 48: cotización del CER

(Fuente: <http://www.eex.com>)

Previamente, en el estudio ambiental del punto 3.6 se calculó que el proyecto evitará emanar a la atmósfera una masa aproximada de 109.600 toneladas de  $CO_{2-eq}$  anuales, a partir de la cual se logrará la obtención de los CER correspondientes.

Más adelante se incluirá un análisis financiero que detalla un escenario del proyecto como un MDL.

### 3.8.6. Valorización económica de la energía y el biofertilizante producido

La valorización económica realizada (ver Tabla XIX) tiene por objetivo cuantificar económicamente la energía y el biofertilizante producido en el establecimiento tomando como referencia los precios de mercado de los productos equivalentes o sustitutos. El biofertilizante se cuantificó tomando como referencia al valor de la urea y el superfosfato triple que son fertilizantes industriales.

**TABLA XIX: valorización económica de la energía y biofertilizante**

(Fuente: propia)

<b>VALORIZACIÓN ECONÓMICA DE ENERGÍA Y BIOFERTILIZANTE PRODUCIDOS ANUALMENTE</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
Cantidad de energía eléctrica total producida x año	353.102,63	KWh Eléctricos/año
Precio de KWh eléctrico	0,70	\$/KWh
<b>Valorización económica de la energía eléctrica producida x año</b>	<b>\$ 247.171,84</b>	<b>\$/año</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
Cantidad de energía térmica total producida x año	611.895,19	KWh Térmicos/año
Precio de KWh térmico	0,61	\$/KWh
<b>Valorización económica de la energía térmica producida x año</b>	<b>\$ 373.256,06</b>	<b>\$/año</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
Volumen de biofertilizante producido x año	8.668,75	m <sup>3</sup> /año
Cantidad de nitrógeno x m <sup>3</sup> de biofertilizante	4,00	Kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de fósforo x m <sup>3</sup> de biofertilizante	0,60	Kg/m <sup>3</sup>
Cantidad total de nitrógeno obtenido del volumen de biofertilizante producido x año	34.675,00	Kg N
Cantidad total de fósforo obtenido del volumen de biofertilizante producido x año	5.201,25	Kg P
Precio de la Tn de nitrógeno a partir de urea	6.911,00	\$/Tn
Precio de la Tn de fósforo a partir de Superfosfato triple	16.817,00	\$/Tn
Precio del m <sup>3</sup> de biofertilizante	37,73	\$/m <sup>3</sup>
<b>Valorización económica del biofertilizante producido x año</b>	<b>\$ 327.108,35</b>	<b>\$/año</b>
<b>Valorización económica total</b>	<b>\$ 947.536,25</b>	<b>\$/año</b>

### 3.8.7. Ahorro/ingresos debido al uso/venta de energía y biofertilizante

Tomando como punto de partida la tabla anterior, se calcularon los ahorros e ingresos debido a la utilización y venta de la energía y el biofertilizante producido en el establecimiento.

A continuación se detallará el ingreso/ahorro correspondiente a los escenarios mencionados en el punto 3.8.

**Escenario 1 (E1):** los ahorros/ingresos contemplados son los representados por los ítems 1.2, 1.3, 2.2, 3.4, 3.5 (ver Tabla XX).

**Escenario 2 (E2):** ídem al E1 con el agregado del ítem 4.1 (ver Tabla XXI).

Por su parte, los costos operativos se reflejaron como un egreso.

Tabla XX: ahorro/ingresos debido al uso/venta de energía y biofertilizante (E1)

(Fuente: propia)

<b>AHORROS/INGRESOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y BIOFERTILIZANTES ANUALMENTE (ESCENARIO 1)</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
1.1	Cantidad de energía eléctrica total consumida x la planta de biogás x año	81.222,00	KWh Eléctricos/año
1.2	Cantidad de energía eléctrica total consumida x el resto del establecimiento x año	186.804,00	KWh Eléctricos/año
1.3	Cantidad de energía eléctrica comercializada x año	49.766,36	KWh Eléctricos/año
1.4	Margen de seguridad	35.310,26	KWh Eléctricos/año
<b>Cantidad de energía eléctrica total producida x año</b>		<b>353.102,63</b>	<b>KWh Eléctricos/año</b>
<b>Ahorros/Ingresos debido al uso/venta de la energía eléctrica producida x año</b>		<b>\$ 165.599,25</b>	<b>\$/año</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
2.1	Cantidad de energía térmica total consumida x la planta de biogás x año	211.861,58	KWh Térmicos/año
2.2	Cantidad de energía térmica total consumida x el resto del establecimiento x año	204.425,00	KWh Térmicos/año
2.3	Cantidad de energía térmica total inutilizada x año	195.608,61	KWh Térmicos/año
<b>Cantidad de energía térmica total producida x año</b>		<b>611.895,19</b>	<b>KWh Térmicos/año</b>
<b>Ahorros/Ingresos debido al uso/venta de la energía térmica producida x año</b>		<b>\$ 124.699,25</b>	<b>\$/año</b>
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
3.1	Volumen de biofertilizante producido x año	8.668,75	m3/año
3.2	Volumen recomendado de biofertilizante a utilizar x Ha (Maíz y Sorgo)	20	m3/Ha
3.3	Cantidad de Ha a biofertilizar propios x año	96,25	Ha
3.4	Volumen de biofertilizante autoconsumido x año	1.925,00	m3/año
3.5	Volumen de biofertilizante vendido x año	6.743,75	m3/año
<b>Ahorro/Ingreso debido al uso/venta de biofertilizante x año</b>		<b>\$ 327.071,94</b>	<b>\$/año</b>
<b>Ahorro/Ingreso total bruto (sin incluir costos operativos) x año</b>		<b>\$ 617.370,44</b>	<b>\$/año</b>
<b>Costos Operativos x año</b>		<b>-\$ 159.623,63</b>	<b>\$/año</b>
<b>Ahorro/Ingreso total neto x año</b>		<b>\$ 457.746,82</b>	<b>\$/año</b>

Tabla XXI: ahorro/ingresos debido al uso/venta de energía y biofertilizante (E2)

(Fuente: propia)

AHORROS/INGRESOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y BIOFERTILIZANTES ANUALMENTE (ESCENARIO 2)			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
1.1	Cantidad de energía eléctrica total consumida x la planta de biogás x año	81.222,00	KWh Eléctricos/año
1.2	Cantidad de energía eléctrica total consumida x el resto del establecimiento x año	186.804,00	KWh Eléctricos/año
1.3	Cantidad de energía eléctrica comercializada x año	49.766,36	KWh Eléctricos/año
1.4	Margen de seguridad	35.310,26	KWh Eléctricos/año
<b>Cantidad de energía eléctrica total producida x año</b>		<b>353.102,63</b>	<b>KWh Eléctricos/año</b>
<b>Ahorros/Ingresos debido al uso/venta de la energía eléctrica producida x año</b>		<b>\$ 165.599,25</b>	<b>\$/año</b>
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
2.1	Cantidad de energía térmica total consumida x la planta de biogás x año	211.861,58	KWh Térmicos/año
2.2	Cantidad de energía térmica total consumida x el resto del establecimiento x año	204.425,00	KWh Térmicos/año
2.3	Cantidad de energía térmica total inutilizada x año	195.608,61	KWh Térmicos/año
<b>Cantidad de energía térmica total producida x año</b>		<b>611.895,19</b>	<b>KWh Térmicos/año</b>
<b>Ahorros/Ingresos debido al uso/venta de la energía térmica producida x año</b>		<b>\$ 124.699,25</b>	<b>\$/año</b>
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
3.1	Volumen de biofertilizante producido x año	8.668,75	m3/año
3.2	Volumen recomendado de biofertilizante a utilizar x Ha (Maíz y Sorgo)	20	m3/Ha
3.3	Cantidad de Ha a biofertilizar propios x año	96,25	Ha
3.4	Volumen de biofertilizante autoconsumido x año	1.925,00	m3/año
3.5	Volumen de biofertilizante vendido x año	6.743,75	m3/año
<b>Ahorro/Ingreso debido al uso/venta de biofertilizante x año</b>		<b>\$ 327.071,94</b>	<b>\$/año</b>
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES
4.1	Obtención de Bonos de carbono (CER)	109.600,72	CER/año
<b>Ingreso debido a venta de bonos de carbono (CER)</b>		<b>\$ 438.402,88</b>	<b>\$/año</b>
<b>Ahorro/Ingreso total bruto (sin incluir costos operativos) x año</b>		<b>\$ 1.055.773,32</b>	<b>\$/año</b>
<b>Costos Operativos x año</b>		<b>-\$ 159.623,63</b>	<b>\$/año</b>
<b>Ahorro/Ingreso total neto x año</b>		<b>\$ 896.149,70</b>	<b>\$/año</b>

### 3.8.8. Financiamiento

El 50% del financiamiento del proyecto se llevará a cabo mediante un préstamo para la inversión productiva del banco de Córdoba (BANCOR). El 50% restante lo aportará el propietario del establecimiento.

El préstamo beneficia a personas físicas o personas jurídicas con actividad comercial y está destinado a la adquisición de bienes de capital y/o construcción de instalaciones para la producción de bienes o servicios. El

mismo posee un sistema de amortización alemán, a devolver en 42 cuotas con una tasa de interés del 17,25 %.

A continuación se detallará el financiamiento correspondiente a los escenarios mencionados en el punto 3.8.

**Escenario 1 (E1):** (ver Tabla XXII).

**Escenario 2 (E2):** (ver Tabla XXIII).

TABLA XXII: proyección préstamo BANCOR (E1) (Fuente: propia)

PROYECCION PRESTAMO BANCOR (SISTEMA ALEMAN)					
V	\$ 941.289,85				
TNA (Tasa nominal anual) + CFT	17,25				
TEM (Tasa Efectiva mensual)	1,4375				
n (Períodos)	42				
PERIODO	AMORTIZACION	INTERES + CFT	CUOTA	SALDO	AMORTIZACION ACUMULADA
1	\$ 22.411,66	\$ 13.531,04	\$ 35.943,70	\$ 918.878,19	\$ 22.411,66
2	\$ 22.411,66	\$ 13.208,87	\$ 35.622,54	\$ 896.466,52	\$ 44.823,33
3	\$ 22.411,66	\$ 12.886,71	\$ 35.301,37	\$ 874.054,86	\$ 67.234,99
4	\$ 22.411,66	\$ 12.564,54	\$ 34.980,20	\$ 851.643,20	\$ 89.646,65
5	\$ 22.411,66	\$ 12.242,37	\$ 34.659,03	\$ 829.231,53	\$ 112.058,32
6	\$ 22.411,66	\$ 11.920,20	\$ 34.337,87	\$ 806.819,87	\$ 134.469,98
7	\$ 22.411,66	\$ 11.598,04	\$ 34.016,70	\$ 784.408,21	\$ 156.881,64
8	\$ 22.411,66	\$ 11.275,87	\$ 33.695,53	\$ 761.996,55	\$ 179.293,30
9	\$ 22.411,66	\$ 10.953,70	\$ 33.374,36	\$ 739.584,88	\$ 201.704,97
10	\$ 22.411,66	\$ 10.631,53	\$ 33.053,20	\$ 717.173,22	\$ 224.116,63
11	\$ 22.411,66	\$ 10.309,37	\$ 32.732,03	\$ 694.761,56	\$ 246.528,29
12	\$ 22.411,66	\$ 9.987,20	\$ 32.410,86	\$ 672.349,89	\$ 268.939,96
13	\$ 22.411,66	\$ 9.665,03	\$ 32.089,69	\$ 649.938,23	\$ 291.351,62
14	\$ 22.411,66	\$ 9.342,86	\$ 31.768,53	\$ 627.526,57	\$ 313.763,28
15	\$ 22.411,66	\$ 9.020,69	\$ 31.447,36	\$ 605.114,90	\$ 336.174,95
16	\$ 22.411,66	\$ 8.698,53	\$ 31.126,19	\$ 582.703,24	\$ 358.586,61
17	\$ 22.411,66	\$ 8.376,36	\$ 30.805,02	\$ 560.291,58	\$ 380.998,27
18	\$ 22.411,66	\$ 8.054,19	\$ 30.483,85	\$ 537.879,91	\$ 403.409,94
19	\$ 22.411,66	\$ 7.732,02	\$ 30.162,69	\$ 515.468,25	\$ 425.821,60
20	\$ 22.411,66	\$ 7.409,86	\$ 29.841,52	\$ 493.056,59	\$ 448.233,26
21	\$ 22.411,66	\$ 7.087,69	\$ 29.520,35	\$ 470.644,92	\$ 470.644,92
22	\$ 22.411,66	\$ 6.765,52	\$ 29.199,18	\$ 448.233,26	\$ 493.056,59
23	\$ 22.411,66	\$ 6.443,35	\$ 28.878,02	\$ 425.821,60	\$ 515.468,25
24	\$ 22.411,66	\$ 6.121,19	\$ 28.556,85	\$ 403.409,94	\$ 537.879,91
25	\$ 22.411,66	\$ 5.799,02	\$ 28.235,68	\$ 380.998,27	\$ 560.291,58
26	\$ 22.411,66	\$ 5.476,85	\$ 27.914,51	\$ 358.586,61	\$ 582.703,24
27	\$ 22.411,66	\$ 5.154,68	\$ 27.593,35	\$ 336.174,95	\$ 605.114,90
28	\$ 22.411,66	\$ 4.832,51	\$ 27.272,18	\$ 313.763,28	\$ 627.526,57
29	\$ 22.411,66	\$ 4.510,35	\$ 26.951,01	\$ 291.351,62	\$ 649.938,23
30	\$ 22.411,66	\$ 4.188,18	\$ 26.629,84	\$ 268.939,96	\$ 672.349,89
31	\$ 22.411,66	\$ 3.866,01	\$ 26.308,67	\$ 246.528,29	\$ 694.761,56
32	\$ 22.411,66	\$ 3.543,84	\$ 25.987,51	\$ 224.116,63	\$ 717.173,22
33	\$ 22.411,66	\$ 3.221,68	\$ 25.666,34	\$ 201.704,97	\$ 739.584,88
34	\$ 22.411,66	\$ 2.899,51	\$ 25.345,17	\$ 179.293,30	\$ 761.996,55
35	\$ 22.411,66	\$ 2.577,34	\$ 25.024,00	\$ 156.881,64	\$ 784.408,21
36	\$ 22.411,66	\$ 2.255,17	\$ 24.702,84	\$ 134.469,98	\$ 806.819,87
37	\$ 22.411,66	\$ 1.933,01	\$ 24.381,67	\$ 112.058,32	\$ 829.231,53
38	\$ 22.411,66	\$ 1.610,84	\$ 24.060,50	\$ 89.646,65	\$ 851.643,20
39	\$ 22.411,66	\$ 1.288,67	\$ 23.739,33	\$ 67.234,99	\$ 874.054,86
40	\$ 22.411,66	\$ 966,50	\$ 23.418,17	\$ 44.823,33	\$ 896.466,52
41	\$ 22.411,66	\$ 644,34	\$ 23.097,00	\$ 22.411,66	\$ 918.878,19
42	\$ 22.411,66	\$ 322,17	\$ 22.775,83	\$ 0,00	\$ 941.289,85
	<b>\$ 941.289,85</b>	<b>\$ 290.917,39</b>	<b>\$ 1.233.110,24</b>		

TABLA XXIII: proyección préstamo BANCOR (E2) (Fuente: propia)

PROYECCION PRESTAMO BANCOR (SISTEMA ALEMAN)					
V	\$ 1.856.289,85				
TNA (Tasa nominal anual) + CFT	17,25				
TEM (Tasa Efectiva mensual)	1,4375				
n (Períodos)	42				
PERIODO	AMORTIZACION	INTERES + CFT	CUOTA	SALDO	AMORTIZACION ACUMULADA
1	\$ 44.197,38	\$ 26.684,17	\$ 70.882,54	\$ 1.812.092,47	\$ 44.197,38
2	\$ 44.197,38	\$ 26.048,83	\$ 70.248,21	\$ 1.767.895,10	\$ 88.394,75
3	\$ 44.197,38	\$ 25.413,49	\$ 69.613,87	\$ 1.723.697,72	\$ 132.592,13
4	\$ 44.197,38	\$ 24.778,15	\$ 68.979,53	\$ 1.679.500,34	\$ 176.789,51
5	\$ 44.197,38	\$ 24.142,82	\$ 68.345,19	\$ 1.635.302,96	\$ 220.986,89
6	\$ 44.197,38	\$ 23.507,48	\$ 67.710,86	\$ 1.591.105,59	\$ 265.184,26
7	\$ 44.197,38	\$ 22.872,14	\$ 67.076,52	\$ 1.546.908,21	\$ 309.381,64
8	\$ 44.197,38	\$ 22.236,81	\$ 66.442,18	\$ 1.502.710,83	\$ 353.579,02
9	\$ 44.197,38	\$ 21.601,47	\$ 65.807,85	\$ 1.458.513,45	\$ 397.776,40
10	\$ 44.197,38	\$ 20.966,13	\$ 65.173,51	\$ 1.414.316,08	\$ 441.973,77
11	\$ 44.197,38	\$ 20.330,79	\$ 64.539,17	\$ 1.370.118,70	\$ 486.171,15
12	\$ 44.197,38	\$ 19.695,46	\$ 63.904,83	\$ 1.325.921,32	\$ 530.368,53
13	\$ 44.197,38	\$ 19.060,12	\$ 63.270,50	\$ 1.281.723,94	\$ 574.565,91
14	\$ 44.197,38	\$ 18.424,78	\$ 62.636,16	\$ 1.237.526,57	\$ 618.763,28
15	\$ 44.197,38	\$ 17.789,44	\$ 62.001,82	\$ 1.193.329,19	\$ 662.960,66
16	\$ 44.197,38	\$ 17.154,11	\$ 61.367,48	\$ 1.149.131,81	\$ 707.158,04
17	\$ 44.197,38	\$ 16.518,77	\$ 60.733,15	\$ 1.104.934,43	\$ 751.355,42
18	\$ 44.197,38	\$ 15.883,43	\$ 60.098,81	\$ 1.060.737,06	\$ 795.552,79
19	\$ 44.197,38	\$ 15.248,10	\$ 59.464,47	\$ 1.016.539,68	\$ 839.750,17
20	\$ 44.197,38	\$ 14.612,76	\$ 58.830,14	\$ 972.342,30	\$ 883.947,55
21	\$ 44.197,38	\$ 13.977,42	\$ 58.195,80	\$ 928.144,92	\$ 928.144,93
22	\$ 44.197,38	\$ 13.342,08	\$ 57.561,46	\$ 883.947,55	\$ 972.342,30
23	\$ 44.197,38	\$ 12.706,75	\$ 56.927,12	\$ 839.750,17	\$ 1.016.539,68
24	\$ 44.197,38	\$ 12.071,41	\$ 56.292,79	\$ 795.552,79	\$ 1.060.737,06
25	\$ 44.197,38	\$ 11.436,07	\$ 55.658,45	\$ 751.355,42	\$ 1.104.934,43
26	\$ 44.197,38	\$ 10.800,73	\$ 55.024,11	\$ 707.158,04	\$ 1.149.131,81
27	\$ 44.197,38	\$ 10.165,40	\$ 54.389,77	\$ 662.960,66	\$ 1.193.329,19
28	\$ 44.197,38	\$ 9.530,06	\$ 53.755,44	\$ 618.763,28	\$ 1.237.526,57
29	\$ 44.197,38	\$ 8.894,72	\$ 53.121,10	\$ 574.565,91	\$ 1.281.723,94
30	\$ 44.197,38	\$ 8.259,38	\$ 52.486,76	\$ 530.368,53	\$ 1.325.921,32
31	\$ 44.197,38	\$ 7.624,05	\$ 51.852,42	\$ 486.171,15	\$ 1.370.118,70
32	\$ 44.197,38	\$ 6.988,71	\$ 51.218,09	\$ 441.973,77	\$ 1.414.316,08
33	\$ 44.197,38	\$ 6.353,37	\$ 50.583,75	\$ 397.776,40	\$ 1.458.513,45
34	\$ 44.197,38	\$ 5.718,04	\$ 49.949,41	\$ 353.579,02	\$ 1.502.710,83
35	\$ 44.197,38	\$ 5.082,70	\$ 49.315,08	\$ 309.381,64	\$ 1.546.908,21
36	\$ 44.197,38	\$ 4.447,36	\$ 48.680,74	\$ 265.184,26	\$ 1.591.105,59
37	\$ 44.197,38	\$ 3.812,02	\$ 48.046,40	\$ 220.986,89	\$ 1.635.302,96
38	\$ 44.197,38	\$ 3.176,69	\$ 47.412,06	\$ 176.789,51	\$ 1.679.500,34
39	\$ 44.197,38	\$ 2.541,35	\$ 46.777,73	\$ 132.592,13	\$ 1.723.697,72
40	\$ 44.197,38	\$ 1.906,01	\$ 46.143,39	\$ 88.394,75	\$ 1.767.895,10
41	\$ 44.197,38	\$ 1.270,67	\$ 45.509,05	\$ 44.197,38	\$ 1.812.092,47
42	\$ 44.197,38	\$ 635,34	\$ 44.874,71	\$ 0,00	\$ 1.856.289,85
	<b>\$ 1.856.289,85</b>	<b>\$ 573.709,58</b>	<b>\$ 2.430.902,43</b>		

### 3.8.9. Presupuesto económico, flujo de fondos, VAN, TIR y Payback

A continuación se detallará el análisis económico y financiero correspondiente a los escenarios mencionados en el punto 3.8.

**Escenario 1 (E1):** (ver Tabla XXIV).

**Escenario 2 (E2):** (ver Tabla XXV).

Los análisis económicos y financieros que se muestran a continuación proveen una visibilidad del presupuesto económico y el flujo de fondos a 10 años debido a que es el tiempo considerado por el fisco para amortizar los bienes durables.

La tasa real de rendimiento deseada solicitada por el inversionista fue del 39,00 % para el E1 y 49,00 % para el E2 respectivamente. La tasa deseada para el E2 es mayor debido a que el mismo contempla la suscripción del proyecto al mecanismo de desarrollo sustentable (MDL) por lo que deberá pasar por un proceso de selección y aprobación que implica mayor riesgo.

Los ingresos en el E1 corresponden al ahorro obtenido por el establecimiento debido al autoabastecimiento de energía eléctrica, térmica y uso de biofertilizante. También se incluyeron en los ingresos, la venta de energía eléctrica y biofertilizante a los establecimientos aledaños.

Los ingresos en el E2 son los mismos que en E1 con el agregado de los ingresos debido a la comercialización de los CER (reducciones de emisiones certificadas).

Los costos en ambos escenarios corresponden principalmente al mantenimiento de la planta de biogás (mano de obra, repuestos y seguro).

Los gastos de estructura en ambos escenarios corresponden a todos los gastos administrativos relacionados con el proyecto (proporcional limpieza, teléfono, liquidación de sueldos, papelería, secretaría, etc.).

Los gastos de comercialización corresponden a las gestiones comerciales llevadas a cabo para vender la energía, el biofertilizante y los CER (aplicando este último solo al E2). Esta gestión incluye también los costos de confección de contratos.

El análisis para ambos escenarios se realizó mediante el método de moneda fija. El mismo contempla la utilización de tasas reales y la no indexación por inflación.

Las amortizaciones de los bienes de uso (maquinarias y equipamientos) se prorratearon durante los primeros 5 años de proyecto y las amortizaciones de



los bienes durables (obras civiles) se prorrataron durante los primeros 10 años de proyecto. Las amortizaciones no se reflejaron en el flujo de fondo ya que no corresponden a erogaciones realizadas.

En el presupuesto económico solo se contempló el interés del crédito. Por su parte, en el flujo de fondo se contempló el interés y el capital.

Por último se calcularon los indicadores para ambos escenarios:

**E1:** el valor actual neto descontado (VAN descontado) arrojó un valor de - \$ 575.211, una tasa interna de retorno (TIR) del 17% y un payback de 6,0 años.

**E2:** el valor actual neto descontado (VAN descontado) arrojó un valor de - \$ 1.345.195, una tasa interna de retorno (TIR) del 17% y un payback de 6,1 años.

TABLA XXIV: presupuesto económico, FF, VAN, TIR y PB (E1) (Fuente: propia)

ESCENARIO 1											
TASA REAL de COSTO DE CAPITAL	6,20%										
TASA DE RIESGO	30,00%										
TASA REAL de RENDIMIENTO DESEADO	39,00%										
PRESUPUESTO ECONÓMICO											
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ingresos	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	
Costos	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	
<b>Resultado bruto</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	<b>\$ 480.117</b>	
Gastos de estructura	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	
Gastos de comercialización	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	
<b>Resultado de las operaciones ordinarias</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	<b>\$ 457.747</b>	
Amortizaciones	-\$ 271.636	-\$ 271.636	-\$ 271.636	-\$ 271.636	-\$ 271.636	-\$ 104.880	-\$ 104.880	-\$ 104.880	-\$ 104.880	-\$ 104.880	
Gastos financiero (Crédito - Intereses)	-\$ 141.109	-\$ 94.717	-\$ 48.325	-\$ 6.766	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
<b>Resultado antes de impuesto a las ganancias</b>	<b>\$ 45.001</b>	<b>\$ 91.394</b>	<b>\$ 137.786</b>	<b>\$ 179.345</b>	<b>\$ 186.111</b>	<b>\$ 352.867</b>	<b>\$ 352.867</b>	<b>\$ 352.867</b>	<b>\$ 352.867</b>	<b>\$ 352.867</b>	
Impuesto a las Ganancias	-\$ 15.750	-\$ 31.988	-\$ 48.225	-\$ 62.771	-\$ 65.139	-\$ 123.503	-\$ 123.503	-\$ 123.503	-\$ 123.503	-\$ 123.503	
<b>Resultado neto</b>	<b>\$ 29.251</b>	<b>\$ 59.406</b>	<b>\$ 89.561</b>	<b>\$ 116.574</b>	<b>\$ 120.972</b>	<b>\$ 229.363</b>	<b>\$ 229.363</b>	<b>\$ 229.363</b>	<b>\$ 229.363</b>	<b>\$ 229.363</b>	
FLUJO DE FONDOS											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Inversión Fija</b>	<b>-\$ 1.882.580</b>										
<b>Préstamo</b>	<b>\$ 941.290</b>										
Ingresos/Ahorros		\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370	\$ 617.370
Egresos (Costos de producción)		-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253
Egresos (Gastos de estructura)		-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768
Egresos (Gastos de comercialización)		-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603
Egresos (Crédito - Capital + Intereses)		-\$ 410.127	-\$ 363.879	-\$ 317.631	-\$ 141.472	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Impuestos		-\$ 15.750	-\$ 31.988	-\$ 48.225	-\$ 62.771	-\$ 65.139	-\$ 123.503	-\$ 123.503	-\$ 123.503	-\$ 123.503	-\$ 123.503
<b>FF Neto nominal</b>	<b>-\$ 941.290</b>	<b>\$ 31.869</b>	<b>\$ 61.880</b>	<b>\$ 91.891</b>	<b>\$ 253.503</b>	<b>\$ 392.608</b>	<b>\$ 334.243</b>	<b>\$ 334.243</b>	<b>\$ 334.243</b>	<b>\$ 334.243</b>	<b>\$ 334.243</b>
<b>FF Neto descontado</b>	<b>-\$ 941.290</b>	<b>\$ 22.927</b>	<b>\$ 32.027</b>	<b>\$ 34.216</b>	<b>\$ 67.909</b>	<b>\$ 75.663</b>	<b>\$ 46.342</b>	<b>\$ 33.340</b>	<b>\$ 23.985</b>	<b>\$ 17.256</b>	<b>\$ 12.414</b>
<b>Payback</b>	<b>-\$ 941.290</b>	<b>\$ 30.008</b>	<b>\$ 54.866</b>	<b>\$ 76.718</b>	<b>\$ 199.290</b>	<b>\$ 290.627</b>	<b>\$ 232.978</b>	<b>\$ 219.377</b>	<b>\$ 206.570</b>	<b>\$ 194.510</b>	<b>\$ 183.155</b>
<b>VAN descontado</b>	<b>-\$ 575.211</b>										
<b>TIR</b>	<b>17%</b>										
<b>Payback (años)</b>	<b>6,0</b>										

TABLA XXV: presupuesto económico, FF, VAN, TIR y PB (E2) (Fuente: propia)

ESCENARIO 2											
TASA REAL de COSTO DE CAPITAL	6,20%										
TASA DE RIESGO	40,00%										
TASA REAL de RENDIMIENTO DESEADO	49,00%										
PRESUPUESTO ECONÓMICO											
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ingresos	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	
Costos	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	
<b>Resultado bruto</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	<b>\$ 918.520</b>	
Gastos de estructura	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	
Gastos de comercialización	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	
<b>Resultado de las operaciones ordinarias</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	<b>\$ 896.150</b>	
Amortizaciones	-\$ 540.036	-\$ 540.036	-\$ 540.036	-\$ 540.036	-\$ 540.036	-\$ 202.480	-\$ 202.480	-\$ 202.480	-\$ 202.480	-\$ 202.480	
Gastos financiero (Crédito - Intereses)	-\$ 278.278	-\$ 186.789	-\$ 95.301	-\$ 13.342	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	
<b>Resultado antes de impuesto a las ganancias</b>	<b>\$ 77.836</b>	<b>\$ 169.325</b>	<b>\$ 260.813</b>	<b>\$ 342.772</b>	<b>\$ 356.114</b>	<b>\$ 693.670</b>	<b>\$ 693.670</b>	<b>\$ 693.670</b>	<b>\$ 693.670</b>	<b>\$ 693.670</b>	
Impuesto a las Ganancias	-\$ 27.243	-\$ 59.264	-\$ 91.285	-\$ 119.970	-\$ 124.640	-\$ 242.784	-\$ 242.784	-\$ 242.784	-\$ 242.784	-\$ 242.784	
<b>Resultado neto</b>	<b>\$ 50.593</b>	<b>\$ 110.061</b>	<b>\$ 169.529</b>	<b>\$ 222.802</b>	<b>\$ 231.474</b>	<b>\$ 450.885</b>	<b>\$ 450.885</b>	<b>\$ 450.885</b>	<b>\$ 450.885</b>	<b>\$ 450.885</b>	
FLUJO DE FONDOS											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Fija	-\$ 3.712.580										
<b>Préstamo</b>	<b>\$ 1.856.290</b>										
Ingresos/Ahorros		\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773	\$ 1.055.773
Egresos (Costos de producción)		-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253	-\$ 137.253
Egresos (Gastos de estructura)		-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768	-\$ 7.768
Egresos (Gastos de comercialización)		-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603	-\$ 14.603
Egresos (Crédito - Capital + Intereses)		-\$ 808.724	-\$ 717.380	-\$ 626.035	-\$ 278.763	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Impuestos		-\$ 27.243	-\$ 59.264	-\$ 91.285	-\$ 119.970	-\$ 124.640	-\$ 242.784	-\$ 242.784	-\$ 242.784	-\$ 242.784	-\$ 242.784
<b>FF Neto nominal</b>	<b>-\$ 1.856.290</b>	<b>\$ 60.183</b>	<b>\$ 119.506</b>	<b>\$ 178.830</b>	<b>\$ 497.416</b>	<b>\$ 771.510</b>	<b>\$ 653.365</b>	<b>\$ 653.365</b>	<b>\$ 653.365</b>	<b>\$ 653.365</b>	<b>\$ 653.365</b>
<b>FF Neto descontado</b>	<b>-\$ 1.856.290</b>	<b>\$ 40.391</b>	<b>\$ 53.829</b>	<b>\$ 54.061</b>	<b>\$ 100.919</b>	<b>\$ 105.053</b>	<b>\$ 59.709</b>	<b>\$ 40.073</b>	<b>\$ 26.895</b>	<b>\$ 18.050</b>	<b>\$ 12.114</b>
Payback	-\$ 1.856.290	\$ 56.669	\$ 105.960	\$ 149.302	\$ 391.041	\$ 571.109	\$ 455.417	\$ 428.829	\$ 403.794	\$ 380.220	\$ 358.023
<b>VAN descontado</b>	<b>-\$ 1.345.195</b>										
<b>TIR</b>	<b>17%</b>										
<b>Payback (años)</b>	<b>6,1</b>										

### 3.8.10. Análisis de indicadores

Desde el punto de vista del VAN descontado, (- \$ 575.211) y (- \$ 1.345.195), podemos comentar que el proyecto no trae beneficios al establecimiento en ninguno de los dos escenarios debido a que ambos arrojaron un valor negativo.

Por su parte, la TIR del 17% que se obtuvo en cada escenario, es menor a la tasa real de rendimiento esperada, siendo esta última de 39% y 49%, respectivamente para el E1 y E2.

Debido a que el VAN descontado resultó negativo y la TIR dio menor a la tasa real de rendimiento deseada, se concluye que el proyecto planteado para los dos escenarios no es viable.

Por último, el período de recupero obtenido de 6,0 y 6,1 años respectivamente para el E1 y E2, resultaron ser menores al horizonte de tiempo del proyecto que es de 10 a 15 años.

### 3.9. Convenios con entidades, empresas públicas y privadas

Se establecieron relaciones de intercambio profesional principalmente con la fundación Energizar y el Grupo IFES.

Como parte de los trabajos conjuntos, participamos en la construcción de un biodigestor experimental en la facultad de agronomía (UBA) pudiendo aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del curso de biodigestores al cual asistimos.

Adicionalmente el ing. Jorge Hilbert del INTA Castelar con el cual nos entrevistamos, mostró mucho interés por el proyecto y acordamos compartirle este PFI una vez concluida.

### 3.10. Conocimientos aplicados de la carrera

En el desarrollo de la presente tesis, hemos aplicado distintos conocimientos enseñados a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial (ver Tabla XXVI).

A continuación detallamos los años, las materias y los temas para brindar visibilidad de los aportes brindados.

TABLA XXVI: conocimientos aplicados de la carrera (Fuente: propia)

CONOCIMIENTOS APLICADOS DE LA CARRERA		
AÑO	MATERIA	TEMA
2do	Costos Industriales	Costos de personal, insumos y materias primas
3ro	Programación y Control de la producción	Diagrama de Gantt
4to	Administración Financiera	Presupuesto económico
		Flujo de Fondo
		VAN, TIR, PAYBACK
		Tasa de corte, tasa nominal
		Sistema de amortización de préstamos (alemán)
	Higiene, Seguridad y Medio Ambiente	Gases de efecto invernadero (Metano)
		Calderas de cogeneración
	Termodinámica / Maquinas térmicas	Intercambiadores de calor
		Daños en máquinas debido al azufre
		Motores de combustión interna ciclo otto
Máquinas eléctricas	Potencia y energía eléctrica en instalaciones	
Logística Industrial	Diseño de Lay out de planta	
5to	Instalaciones Electromecánicas / Proyectos industriales	Teoría de bombas
		Instalaciones de gas
		Instalaciones cloacales
	Planeamiento y Control de Gestión / Desarrollo Gerencial	FODA / FODA ponderado

## 4. Conclusión

Podemos concluir que la producción de biogás genera un desarrollo sustentable a través del autoabastecimiento de energía renovable y biofertilizante. También mejora las condiciones sociales desde el punto de vista sanitario y reduce los pasivos ambientales que producen el efecto invernadero.

El proyecto resultó técnicamente viable, gracias a que pudimos plasmar exitosamente el know-how necesario para el diseño, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de la planta, empleando las tecnologías y equipamientos disponibles en el mercado.

Desde el punto de vista económico y financiero, el proyecto no resultó viable, debido a los bajos precios de la energía en el mercado, la ausencia de incentivos fiscales orientados a proyectos que no suben la energía cogenerada a la red pública y la baja cotización de los bonos de carbono (CER).

El proyecto podría ser rentable si alguna de las variables enumeradas arriba se viera modificada individualmente o en conjunto. Algunos de los ejemplos serían el aumento del 215% en el precio de la energía, la obtención de incentivos fiscales al igual que hoy ocurre para proyectos que suben la energía eléctrica cogenerada a la red pública o el aumento en la cotización de los bonos de carbono por arriba de € 1,7.

## 5. Bibliografía

### Libros

- BAJO, Justo Lobato, CAMACHO, José V., MARTINEZ, de Lucas Martínez. *Termotecnia básica aplicada para ingenieros químicos: bases de Termodinámica aplicada*. Universidad de Castilla-La Mancha, 2004. Pág.101 a 103 ISBN 84-8427-331-8
- CAMPOS Elena, XAVIER Elías, XAVIER Flotats. *Tratamiento y valorización energética de residuos*, Ediciones Díaz de Santos. Madrid: 2005. 1228 p. ISBN 978-84-9969-133-6
- CRESPO Gemma Vicente, CUESTA Santianes Maria Jose, VILLAR Fernandez Susana, SANCHEZ Francisco Martín. *Situación actual de la producción de biogás y su aprovechamiento*. ed. Fundación madri+d para el Conocimiento Velázquez, 76. E-28001 Madrid. ISBN 978-84-612-9487-9
- GUTIERREZ Martínez, Pilar. *Manual práctico de porcino cultura intensiva*, Edita: Servicio de Formación Agraria e Iniciativas. Junta de Castilla y León.
- GIL Espinoza, Eugenio C., *Biogás: energía y biofertilización: manual de producción y utilización*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 52 p. 1983
- HERRERO, J. Martí. *Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación*. Bolivia, 2008. 81 p. ISBN 978-99954-0-339-3
- HILBERT, J.A. *Manual para la producción de biogás*. Instituto de Ingeniería Rural, INTA Castelar, Morón, Argentina. 2003. 54p.
- MONCAYO, G. *Dimensionamiento, diseño y construcción de biodigestores y plantas de biogás*. Beratende Ingenieure, Germany. 2011. 685p.

- VARNERO, Moreno María Teresa. *Manual de biogás*. ed. Proyecto CHI/00/G32 ISBN 978-95-306892-0

### Artículos y revistas electrónicas

- PETROTECNIA, *Revista del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas, La importancia y el futuro del biogás en la Argentina*. Año LIV, Abril 2013 [en línea][consulta 10 abr. 2013].

<[http://www.petrotecnica.com.ar/febrero13/Petro\\_2-13.pdf](http://www.petrotecnica.com.ar/febrero13/Petro_2-13.pdf)> ISSN 0031-6598

- REVISTA INFOCAMPO, Semanario agropecuario de circulación nacional. *Valor Agregado: Del grano al consumidor al consumidor*. Año 8, Nro.469.Pág.8 a 9 [en línea][consulta 10 mar. 2013]

<<http://infocampo.com.ar/application/output/documentos/1146b15ef1fa99ebdf1cb69f629cdf4d.pdf>> ISSN 1852-9911

### Sitios web

- Agencia nacional de promoción científica y tecnológica. [en línea] [consulta 22 may. 2012].

<<http://www.agencia.mincyt.gob.ar>>

- Asociación de generadores de energía eléctrica de la República Argentina. [en línea] [consulta 19 jun. 2012].

<<http://www.ageera.com.ar/default.aspx>>

- Clarín, Suplemento Rural. *Energía limpia y más sustentable*. [en línea] [consulta 30 sep.2012]

<[http://www.clarin.com/rural/Energia-limpia-sustentable\\_0\\_761923882.html](http://www.clarin.com/rural/Energia-limpia-sustentable_0_761923882.html)>

- Consejo Argentino para la información y el Desarrollo de la Biotecnología, *Los Biocombustibles*. Lic. Silvia Ledesma FCEyN – UBA [en línea] [consulta 10 abr. 2013]  
<<http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/biocombustibles.pdf>>
- Fabricación de plantas de biogás. [en línea] [consulta 3 mar. 2012].  
<<http://www.aczia-biogas.es>>
- Fundación Energizar [en línea] [consulta 26 mar. 2012].  
<<http://www.energizar.org.ar>>
- Fundación Proteger. [en línea] [consulta 19 jun. 2012]  
<<http://www.proteger.org.ar>>
- Historia del Biogás. Bautista Lobera Lossel. [en línea] [consulta 15 abr. 2012].  
<[http://www.metabioresor.eu/upmedios/image/Historia%20del%20Biog%C3%A1s\(1\).pdf](http://www.metabioresor.eu/upmedios/image/Historia%20del%20Biog%C3%A1s(1).pdf)>
- Información Legislativa y Documental [en línea] [consulta 8 jun. 2012].  
<<http://infoleg.gov.ar>>
- Ministerio de Agua, Ambiente y Energía del Gobierno de la Provincia de Córdoba. *Programa Provincial Energía Eficiente (ProPEE)*. [en línea] [consulta 20 may. 2012].  
<<http://www.cba.gov.ar/programa-provincial-energia-eficiente>>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, *Manual de Biogas*. [en línea] [consulta 8 jun. 2012]

<<http://www.rlc.fao.org/es/prensa/noticias/biogas-una-opcion-para-diversificar-la-matriz-energetica-y-generar-abonos-naturales-a-partir-de-desechos-organicos>>

- Pisos slots [en línea] [consulta 12 ene. 2012].

<<http://www.pretol.com.ar>>

- Plantas de Biogás. [en línea] [consulta 8 mar. 2012].

<<http://www.energrecol.com/biomasa/biogas/index.htm>>

- Plataforma escenarios energéticos 2030 / [en línea] [consulta 8 jun. 2012].

<<http://www.escenariosenergeticos.org>>

- Secretaria de energía de la nación. [en línea] [consulta 23 mar. 2012].

<<http://www.energia.gov.ar/home/>>

- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. [en línea] [consulta 23 mar. 2012].

<<http://www.senasa.gov.ar>>

### Otros soportes

- YOUTUBE, *Como trabaja una planta de biogas* [video]. [en línea] [consulta 20 mar.2012].

<<http://www.youtube.com/watch?v=3UafRz3QeO8>>

- YOUTUBE, *Generación Eléctrica con Biogas - Energía Renovable subiendo a la red pública.* [video] [en línea] [consulta 12 feb. 2012]

<<https://www.youtube.com/watch?v=YqBg4YKNCrI>>



## 6. Entidades consultadas

### **Grupo IFES:**

Sitio Web: <http://www.grupoifes.com/>

Email: [info@grupoifes.com](mailto:info@grupoifes.com)

Teléfono: +54 (011) 47837941

Contacto: Ing. Francisco Della Vecchia e Ing. Guido Casanovas

### **Fundación Energizar:**

Sitio Web: <http://www.energizar.org.ar/>

Email: [info@energizar.org.ar](mailto:info@energizar.org.ar)

Twitter: [@energizarONG](https://twitter.com/energizarONG)

Facebook: [fundacionenergizar](https://www.facebook.com/fundacionenergizar)

Teléfono: +54 (011)

Contacto: Ing. Diego Musolino

### **Cooperativa Taller Integral:**

Sitio Web: <http://tallerintegralcoop.blogspot.com.ar/>

Email: [tallerintegralcoop@yahoo.com.ar](mailto:tallerintegralcoop@yahoo.com.ar)

Teléfono: +54 (0351) 155519337

Contacto: Miguel Grynblat

### **INTA Castelar:**

Sitio Web: <http://inta.gob.ar/>

Email: [jorgeantoniohilbert@gmail.com](mailto:jorgeantoniohilbert@gmail.com)

Teléfono: +54 (911) 4143 4394

Contacto: Ing. Jorge Hilber

## **7. Cursos realizados**

Tema: Introducción a los Biodigestores

Fecha: 4-8 de Febrero 2013

Dictado por: Fundación Energizar

Asistentes: Adolfo Moscovitz y Pablo Graño

## 8. Anexo A

### BIOCOMBUSTIBLES

#### Ley 26.093

**Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles. Autoridad de aplicación. Funciones. Comisión Nacional Asesora. Habilitación de plantas productoras. Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles. Sujetos beneficiarios del Régimen Promocional. Infracciones y sanciones.**

**Sancionada: Abril 19 de 2006**

**Promulgada de Hecho: Mayo 12 de 2006**

El Senado y Cámara de Diputados

de la Nación Argentina

reunidos en Congreso, etc.

sancionan con fuerza de Ley:

REGIMEN DE REGULACION Y PROMOCION PARA LA PRODUCCION Y USO  
SUSTENTABLES DE BIOCOMBUSTIBLES

#### CAPITULO I

**ARTICULO 1.** — Dispónese el siguiente Régimen de Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles en el territorio de la Nación Argentina, actividades que se regirán por la presente ley.

El régimen mencionado en el párrafo precedente tendrá una vigencia de quince (15) años a partir de su aprobación.

El Poder Ejecutivo nacional podrá extender el plazo precedente computando los quince (15) años de vigencia a partir de los términos establecidos en los artículos 7° y 8° de la presente ley.

#### Autoridad de Aplicación

**ARTICULO 2.** — La autoridad de aplicación de la presente ley será determinada por el Poder Ejecutivo nacional, conforme a las respectivas competencias dispuestas por la Ley N° 22.520 de Ministerios y sus normas reglamentarias y complementarias.

#### Comisión Nacional Asesora

**ARTICULO 3.** — Créase la Comisión Nacional Asesora para la Promoción de la Producción y Uso Sustentables de los Biocombustibles, cuya función será la de asistir y asesorar a la autoridad de aplicación. Dicha Comisión estará integrada por un representante de cada uno de los siguientes organismos nacionales: Secretaría de Energía, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Secretaría de Hacienda, Secretaría de Política Económica, Secretaría de Comercio, Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, y Administración Federal de Ingresos Públicos y todo otro organismo o instituciones públicas o privadas —incluidos los Consejos Federales con competencia en las áreas señaladas— que pueda asegurar el mejor cumplimiento de las funciones asignadas a la autoridad de aplicación y que se determine en la reglamentación de la presente ley.

#### Funciones de la Autoridad de Aplicación

**ARTICULO 4.** — Serán funciones de la autoridad de aplicación:

- a) Promover y controlar la producción y uso sustentables de biocombustibles.
- b) Establecer las normas de calidad a las que deben ajustarse los biocombustibles.

- c) Establecer los requisitos y condiciones necesarios para la habilitación de las plantas de producción y mezcla de biocombustibles, resolver sobre su calificación y aprobación, y certificar la fecha de su puesta en marcha.
- d) Establecer los requisitos y criterios de selección para la presentación de los proyectos que tengan por objeto acogerse a los beneficios establecidos por la presente ley, resolver sobre su aprobación y fijar su duración.
- e) Realizar auditorías e inspecciones a las plantas habilitadas para la producción de biocombustibles a fin de controlar su correcto funcionamiento y su ajuste a la normativa vigente.
- f) Realizar auditorías e inspecciones a los beneficiarios del régimen de promoción establecido en esta ley, a fin de controlar su correcto funcionamiento, su ajuste a la normativa vigente y la permanencia de las condiciones establecidas para mantener los beneficios que se les haya otorgado.
- g) También ejercerá las atribuciones que la Ley N° 17.319 especifica en su Título V, artículos 76 al 78.
- h) Aplicar las sanciones que correspondan de acuerdo a la gravedad de las acciones penadas.
- i) Solicitar con carácter de declaración jurada, las estimaciones de demanda de biocombustible previstas por las compañías que posean destilerías o refinerías de petróleo, fraccionadores y distribuidores mayoristas o minoristas de combustibles, obligados a utilizar los mismos, según lo previsto en los artículos 7° y 8°.
- j) Administrar los subsidios que eventualmente otorgue el Honorable Congreso de la Nación.
- k) Determinar y modificar los porcentajes de participación de los biocombustibles en cortes con gasoil o nafta, en los términos de los artículos 7° y 8°.

- l) En su caso, determinar las cuotas de distribución de la oferta de biocombustibles, según lo previsto en el último párrafo del artículo 14 de la presente ley.
- m) Asumir las funciones de fiscalización que le corresponden en cumplimiento de la presente ley.
- n) Determinar la tasa de fiscalización y control que anualmente pagarán los agentes alcanzados por esta ley, así como su metodología de pago y recaudación.
- o) Crear y llevar actualizado un registro público de las plantas habilitadas para la producción y mezcla de biocombustibles, así como un detalle de aquellas a las cuales se les otorguen los beneficios promocionales establecidos en el presente régimen.
- p) Firmar convenios de cooperación con distintos organismos públicos, privados, mixtos y organizaciones no gubernamentales.
- q) Comunicar en tiempo y forma a la Administración Federal de Ingresos Públicos y a otros organismos del Poder Ejecutivo nacional que tengan competencia, las altas y bajas del registro al que se refiere el inciso o) del presente artículo, así como todo otro hecho o acontecimiento que revista la categoría de relevantes para el cumplimiento de las previsiones de esta ley.
- r) Publicar periódicamente precios de referencia de los biocombustibles.
- s) Ejercer toda otra atribución que surja de la reglamentación de la presente ley a los efectos de su mejor cumplimiento.
- t) Publicar en la página de Internet el Registro de las Empresas beneficiarias del presente régimen, así como los montos de beneficio fiscal otorgados a cada empresa.

#### Definición de Biocombustibles

**ARTICULO 5.** — A los fines de la presente ley, se entiende por biocombustibles al bioetanol, biodiesel y biogás, que se produzcan a partir de materias primas de origen

agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, que cumplan los requisitos de calidad que establezca la autoridad de aplicación.

#### Habilitación de Plantas Productoras

**ARTICULO 6.** — Sólo podrán producir biocombustibles las plantas habilitadas a dichos efectos por la autoridad de aplicación.

La habilitación correspondiente se otorgará, únicamente, a las plantas que cumplan con los requerimientos que establezca la autoridad de aplicación en cuanto a la calidad de biocombustibles y su producción sustentable, para lo cual deberá someter los diferentes proyectos presentados a un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) que incluya el tratamiento de efluentes y la gestión de residuos.

#### Mezclado de Biocombustibles con Combustibles Fósiles

**ARTICULO 7.** — Establécese que todo combustible líquido caracterizado como gasoil o diesel oil —en los términos del artículo 4° de la Ley N° 23.966, Título III, de Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural, texto ordenado en 1998 y sus modificaciones, o en el que pueda prever la legislación nacional que en el futuro lo reemplace— que se comercialice dentro del territorio nacional, deberá ser mezclado por aquellas instalaciones que hayan sido aprobadas por la autoridad de aplicación para el fin específico de realizar esta mezcla con la especie de biocombustible denominada "biodiesel", en un porcentaje del CINCO POR CIENTO (5%) como mínimo de este último, medido sobre la cantidad total del producto final. Esta obligación tendrá vigencia a partir del primer día del cuarto año calendario siguiente al de promulgación de la presente ley.

La Autoridad de Aplicación tendrá la atribución de aumentar el citado porcentaje, cuando lo considere conveniente en función de la evolución de las variables de mercado interno, o bien disminuir el mismo ante situaciones de escasez fehacientemente comprobadas.

**ARTICULO 8.** — Establécese que todo combustible líquido caracterizado como nafta —en los términos del artículo 4° de la Ley N° 23.966, Titulo III, de Impuesto sobre los

Combustibles Líquidos y el Gas Natural, texto ordenado en 1998 y sus modificaciones, o en el que prevea la legislación nacional que en el futuro lo reemplace— que se comercialice dentro del territorio nacional, deberá ser mezclado por aquellas instalaciones que hayan sido aprobadas por la autoridad de aplicación para el fin específico de realizar esta mezcla, con la especie de biocombustible denominada "bioetanol", en un porcentaje del CINCO POR CIENTO (5%) como mínimo de este último, medido sobre la cantidad total del producto final. Esta obligación tendrá vigencia a partir del primer día del cuarto año calendario siguiente al de promulgación de la presente ley.

La autoridad de aplicación tendrá la atribución de aumentar el citado porcentaje, cuando lo considere conveniente en función de la evolución de las variables de mercado interno, o bien disminuir el mismo ante situaciones de escasez fehacientemente comprobadas.

**ARTICULO 9.** — Aquellas instalaciones que hayan sido aprobadas por la autoridad de aplicación para el fin específico de realizar las mezclas, deberán adquirir los productos definidos en el artículo 5º, exclusivamente a las plantas habilitadas a ese efecto por la autoridad de aplicación. Asimismo deberán cumplir con lo establecido en el artículo 15, inciso 4.

La violación de estas obligaciones dará lugar a las sanciones que establezca la referida autoridad de aplicación.

**ARTICULO 10.** — La autoridad de aplicación establecerá los requisitos y condiciones para el autoconsumo, distribución y comercialización de biodiesel y bioetanol en estado puro (B100 y E100), así como de sus diferentes mezclas.

**ARTICULO 11.** — El biocombustible gaseoso denominado biogás se utilizará en sistemas, líneas de transporte y distribución de acuerdo a lo que establezca la autoridad de aplicación.

#### Consumo de Biocombustibles por el Estado nacional

**ARTICULO 12.** — El Estado nacional, ya se trate de la administración central o de organismos descentralizados o autárquicos, así como también aquellos emprendimientos



privados que se encuentren ubicados sobre las vías fluviales, lagos, lagunas, y en especial dentro de las jurisdicciones de Parques Nacionales o Reservas Ecológicas, deberán utilizar biodiesel o bioetanol, en los porcentajes que determine la autoridad de aplicación, y biogás sin corte o mezcla. Esta obligación tendrá vigencia a partir del primer día del cuarto año calendario siguiente al de promulgación de la presente ley, y su no cumplimiento por parte de los directores o responsables del área respectiva, dará lugar a las penalidades que establezca el Poder Ejecutivo nacional.

La autoridad de aplicación deberá tomar los recaudos necesarios para garantizar la provisión de dichos combustibles en cantidades suficientes y con flujo permanente.

## CAPITULO II

### Régimen Promocional

#### Sujetos Beneficiarios de la Promoción

**ARTICULO 13.** — Todos los proyectos de radicación de industrias de biocombustibles, gozarán de los beneficios que se prevén en la presente ley, en tanto y en cuanto:

- a) Se instalen en el territorio de la Nación Argentina.
- b) Sean propiedad de sociedades comerciales, privadas, públicas o mixtas, o cooperativas, constituidas en la Argentina y habilitadas con exclusividad para el desarrollo de la actividad promocionada por esta ley, pudiendo integrar todas o algunas de las etapas industriales necesarias para la obtención de las materias primas renovables correspondientes. La autoridad de aplicación establecerá los requisitos para que las mismas se encuadren en las previsiones del presente artículo.
- c) Su capital social mayoritario sea aportado por el Estado nacional, por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, los Estados Provinciales, los Municipios o las personas físicas o jurídicas, dedicadas mayoritariamente a la producción agropecuaria, de acuerdo a los criterios que establezca el decreto reglamentario de la presente ley.

d) Estén en condiciones de producir biocombustibles cumpliendo las definiciones y normas de calidad establecidas y con todos los demás requisitos fijados por la autoridad de aplicación, previos a la aprobación del proyecto por parte de ésta y durante la vigencia del beneficio.

e) Hayan accedido al cupo fiscal establecido en el artículo 14 de la presente ley y en las condiciones que disponga la reglamentación.

**ARTICULO 14.** — El cupo fiscal total de los beneficios promocionales se fijará anualmente en la respectiva ley de Presupuesto para la Administración Nacional y será distribuido por el Poder Ejecutivo nacional, priorizando los proyectos en función de los siguientes criterios:

- Promoción de las pequeñas y medianas empresas.
- Promoción de productores agropecuarios.
- Promoción de las economías regionales.

Déjase establecido que a partir del segundo año de vigencia del presente régimen, se deberá incluir también en el cupo total, los que fueran otorgados en el año inmediato anterior y que resulten necesarios para la continuidad o finalización de los proyectos respectivos.

A los efectos de favorecer el desarrollo de las economías regionales, la autoridad de aplicación podrá establecer cuotas de distribución entre los distintos proyectos presentados por pequeñas y medianas empresas, aprobados según lo previsto en los artículos 6° y 13, con una concurrencia no inferior al veinte por ciento (20%) de la demanda total de biocombustibles generada por las destilerías, refinerías de petróleo o aquellas instalaciones que hayan sido debidamente aprobadas por la Autoridad de Aplicación para el fin específico de realizar la mezcla con derivados de petróleo previstas para un año.

**ARTICULO 15.** — Los sujetos mencionados en el artículo 13, que cumplan las condiciones establecidas en el artículo 14, gozarán durante la vigencia establecida en el artículo 1° de la presente ley de los siguientes beneficios promocionales:

1.- En lo referente al Impuesto al Valor Agregado y al Impuesto a las Ganancias, será de aplicación el tratamiento dispensado por la Ley N° 25.924 y sus normas reglamentarias, a la adquisición de bienes de capital o la realización de obras de infraestructura correspondientes al proyecto respectivo, por el tiempo de vigencia del presente régimen.

2.- Los bienes afectados a los proyectos aprobados por la autoridad de aplicación, no integrarán la base de imposición del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta establecido por la Ley N° 25.063, o el que en el futuro lo complemente, modifique o sustituya, a partir de la fecha de aprobación del proyecto respectivo y hasta el tercer ejercicio cerrado, inclusive, con posterioridad a la fecha de puesta en marcha.

3.- El biodiesel y el bioetanol producidos por los sujetos titulares de los proyectos aprobados por la autoridad de aplicación, para satisfacer las cantidades previstas en los artículos 7°, 8° y 12 de la presente ley, no estarán alcanzados por la tasa de Infraestructura Hídrica establecida por el Decreto N° 1381/01, por el Impuesto sobre los Combustibles Líquidos y el Gas Natural establecido en el Capítulo I, Título III de la Ley N° 23.966, texto ordenado en 1998 y sus modificaciones, por el impuesto denominado "Sobre la transferencia a título oneroso o gratuito, o sobre la importación de gasoil", establecido en la Ley N° 26.028, así como tampoco por los tributos que en el futuro puedan sustituir o complementar a los mismos.

4.- La autoridad de aplicación garantizará que aquellas instalaciones que hayan sido aprobadas para el fin específico de realizar las mezclas, deberán adquirir los productos definidos en el artículo 5° a los sujetos promovidos en esta ley hasta agotar su producción disponible a los precios que establezca la mencionada autoridad.

5.- La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, promoverá aquellos cultivos destinados a la producción de biocombustibles que favorezcan la diversificación

productiva del sector agropecuario. A tal fin, dicha Secretaría podrá elaborar programas específicos y prever los recursos presupuestarios correspondientes.

6.- La Subsecretaría de Pequeña y Mediana Empresa promoverá la adquisición de bienes de capital por parte de las pequeñas y medianas empresas destinados a la producción de biocombustibles. A tal fin elaborará programas específicos que contemplen el equilibrio regional y preverá los recursos presupuestarios correspondientes.

7.- La Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva promoverá la investigación, cooperación y transferencia de tecnología, entre las pequeñas y medianas empresas y las instituciones pertinentes del Sistema Público Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. A tal fin elaborará programas específicos y preverá los recursos presupuestarios correspondientes.

#### Infracciones y Sanciones

**ARTICULO 16.** — El incumplimiento de las normas de la presente ley y de las disposiciones y resoluciones de la autoridad de aplicación, dará lugar a la aplicación por parte de ésta de algunas o todas las sanciones que se detallan a continuación:

1.- Para las plantas habilitadas:

- a) Inhabilitación para desarrollar dicha actividad;
- b) Las multas que pudieran corresponder;
- c) Inhabilitación para inscribirse nuevamente en el registro de productores.

2.- Para los sujetos beneficiarios de los cupos otorgados conforme el artículo 15:

- a) Revocación de la inscripción en el registro de beneficiarios;
- b) Revocación de los beneficios otorgados;

c) Pago de los tributos no ingresados, con más los intereses, multas y/o recargos que establezca la Administración Federal de Ingresos Públicos;

d) Inhabilitación para inscribirse nuevamente en el registro de beneficiarios.

3.- Para las instalaciones de mezcla a las que se refiere el artículo 9°:

a) Las multas que disponga la autoridad de aplicación;

b) Inhabilitación para desarrollar dicha actividad.

4.- Para los sujetos mencionados en el artículo 13:

a) Las multas que disponga la Autoridad de Aplicación.

**ARTICULO 17.** — Todos los proyectos calificados y aprobados por la Autoridad de Aplicación serán alcanzados por los beneficios que prevén los mecanismos —sean Derechos de Reducción de Emisiones; Créditos de Carbono y cualquier otro título de similares características— del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1997, ratificado por Argentina mediante Ley N° 25.438 y los efectos que de la futura ley reglamentaria de los mecanismos de desarrollo limpio dimanen.

**ARTICULO 18.** — Establécese que las penalidades con que pueden ser sancionadas las plantas habilitadas y las instalaciones de mezcla serán:

a) Las faltas muy graves, sancionables por la autoridad de aplicación con multas equivalentes al precio de venta al público de hasta CIEN MIL (100.000) litros de nafta súper.

b) Las faltas graves, sancionables por la autoridad de aplicación con multas equivalentes al precio de venta al público de hasta CINCUENTA MIL (50.000) litros de nafta súper.

c) Las faltas leves, sancionables por la autoridad de aplicación con multas equivalentes al precio de venta al público de hasta DIEZ MIL (10.000) litros de nafta súper.

d) La reincidencia en infracciones por parte de un mismo operador, dará lugar a la aplicación de sanciones sucesivas de mayor gravedad hasta su duplicación respecto de la anterior.

e) En el caso de reincidencia:

1. En una falta leve, se podrán aplicar las sanciones previstas para faltas graves.
2. En una falta grave, se podrán aplicar las sanciones previstas para faltas muy graves.
3. En una falta muy grave, sin perjuicio de las sanciones establecidas en el punto a) del presente artículo, la autoridad de aplicación podrá disponer la suspensión del infractor de los respectivos registros con inhabilitación para inscribirse nuevamente en el registro de productores.

**ARTICULO 19.** — A los efectos de la actuación administrativa de la autoridad de aplicación, será de aplicación la Ley Nacional de Procedimientos Administrativos y sus normas reglamentarias.

Agotada la vía administrativa procederá el recurso en sede judicial directamente ante la Cámara Federal de Apelaciones con competencia en materia contencioso-administrativa con jurisdicción en el lugar del hecho. Los recursos que se interpongan contra la aplicación de las sanciones previstas en la presente ley tendrán efecto devolutivo.

**ARTICULO 20.** — Invítase a las Legislaturas provinciales y de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a que adhieran al presente régimen sancionando leyes dentro de su jurisdicción que tengan un objeto principal similar al de la presente ley.

**ARTICULO 21.** — Comuníquese al Poder Ejecutivo.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONGRESO ARGENTINO, EN BUENOS AIRES, A LOS DIECINUEVE DIAS DEL MES DE ABRIL DEL AÑO DOS MIL SEIS.

— REGISTRADA BAJO EL N° 26.093—

## **Anexo B**

### **ENERGIA ELECTRICA**

#### **Ley 26.190**

**Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. Objeto. Alcance. Ámbito de aplicación. Autoridad de aplicación. Políticas. Régimen de inversiones. Beneficiarios. Beneficios. Sanciones. Fondo Fiduciario de Energías Renovables.**

**Sancionada: Diciembre 6 de 2006.**

**Promulgada de Hecho: Diciembre 27 de 2006.**

El Senado y Cámara de Diputados

de la Nación Argentina reunidos en Congreso,

etc.

sancionan con fuerza de

Ley:

**REGIMEN DE FOMENTO NACIONAL PARA EL USO DE FUENTES  
RENOVABLES DE ENERGIA DESTINADA A LA PRODUCCION DE ENERGIA  
ELECTRICA**

**ARTICULO 1º** — Objeto - Declárase de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación de servicio público como así también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esa finalidad.

**ARTICULO 2º** — Alcance - Se establece como objetivo del presente régimen lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar el OCHO POR CIENTO (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, en el plazo de DIEZ (10) años a partir de la puesta en vigencia del presente régimen.

**ARTICULO 3º** — Ambito de aplicación - La presente ley promueve la realización de nuevas inversiones en emprendimientos de producción de energía eléctrica, a partir del uso de fuentes renovables de energía en todo el territorio nacional, entendiéndose por tales la construcción de las obras civiles, electromecánicas y de montaje, la fabricación y/o importación de componentes para su integración a equipos fabricados localmente y la explotación comercial.

**ARTICULO 4º** — Definiciones - A efectos de la presente norma se aplicarán las siguientes definiciones:

a) Fuentes de Energía Renovables: son las fuentes de energía renovables no fósiles: energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás, con excepción de los usos previstos en la Ley 26.093.

b) El límite de potencia establecido por la presente ley para los proyectos de centrales hidroeléctricas, será de hasta TREINTA MEGAVATIOS (30 MW).

c) Energía eléctrica generada a partir de fuentes de energía renovables: es la electricidad generada por centrales que utilicen exclusivamente fuentes de energía renovables, así como la parte de energía generada a partir de dichas fuentes en centrales híbridas que también utilicen fuentes de energía convencionales.

d) Equipos para generación: son aquellos destinados a la transformación de la energía disponible en su forma primaria (eólica, hidráulica, solar, entre otras) a energía eléctrica.

**ARTICULO 5º** — Autoridad de Aplicación – La autoridad de aplicación de la presente ley será determinada por el Poder Ejecutivo nacional, conforme a las respectivas



competencias dispuestas por la Ley 22.520 de Ministerios y sus normas reglamentarias y complementarias.

**ARTICULO 6º** — Políticas - El Poder Ejecutivo nacional, a través de la autoridad de aplicación, instrumentará entre otras, las siguientes políticas públicas destinadas a promover la inversión en el campo de las energías renovables:

a) Elaborar, en coordinación con las jurisdicciones provinciales, un Programa Federal para el Desarrollo de las Energías Renovables el que tendrá en consideración todos los aspectos tecnológicos, productivos, económicos y financieros necesarios para la administración y el cumplimiento de las metas de participación futura en el mercado de dichos energéticos.

b) Coordinar con las universidades e institutos de investigación el desarrollo de tecnologías aplicables al aprovechamiento de las fuentes de energía renovables, en el marco de lo dispuesto por la Ley 25.467 de Ciencia, Tecnología e Innovación.

c) Identificar y canalizar apoyos con destino a la investigación aplicada, a la fabricación nacional de equipos, al fortalecimiento del mercado y aplicaciones a nivel masivo de las energías renovables.

d) Celebrar acuerdos de cooperación internacional con organismos e institutos especializados en la investigación y desarrollo de tecnologías aplicadas al uso de las energías renovables.

e) Definir acciones de difusión a fin de lograr un mayor nivel de aceptación en la sociedad sobre los beneficios de una mayor utilización de las energías renovables en la matriz energética nacional.

f) Promover la capacitación y formación de recursos humanos en todos los campos de aplicación de las energías renovables.

**ARTICULO 7º** — Régimen de Inversiones - Institúyese, por un período de DIEZ (10) años, un Régimen de Inversiones para la construcción de obras nuevas destinadas a la

producción de energía eléctrica generada a partir de fuentes de energía renovables, que regirá con los alcances y limitaciones establecidas en la presente ley.

**ARTICULO 8°** — Beneficiarios - Serán beneficiarios del régimen instituido por el artículo 7°, las personas físicas y/o jurídicas que sean titulares de inversiones y concesionarios de obras nuevas de producción de energía eléctrica generada a partir de fuentes de energía renovables, aprobados por la autoridad de aplicación y comprendidas dentro del alcance fijado en el artículo 2°, con radicación en el territorio nacional, cuya producción esté destinada al Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) o la prestación de servicios públicos.

**ARTICULO 9°** — Beneficios - Los beneficiarios mencionados en el artículo 8° que se dediquen a la realización de emprendimientos de producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables de energía en los términos de la presente ley y que cumplan las condiciones establecidas en la misma, gozarán a partir de la aprobación del proyecto respectivo y durante la vigencia establecida en el artículo 7°, de los siguientes beneficios promocionales:

1.- En lo referente al Impuesto al Valor Agregado y al Impuesto a las Ganancias, será de aplicación el tratamiento dispensado por la Ley 25.924 y sus normas reglamentarias, a la adquisición de bienes de capital y/o la realización de obras que se correspondan con los objetivos del presente régimen.

2.- Los bienes afectados por las actividades promovidas por la presente ley, no integrarán la base de imposición del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta establecido por la Ley 25.063, o el que en el futuro lo complemente, modifique o sustituya, hasta el tercer ejercicio cerrado, inclusive, con posterioridad a la fecha de puesta en marcha del proyecto respectivo.

**ARTICULO 10.** — Sanciones - El incumplimiento del emprendimiento dará lugar a la caída de los beneficios acordados por la presente y al reclamo de los tributos dejados de abonar, más sus intereses y actualizaciones.

**ARTICULO 11.** — No podrán acogerse al presente régimen quienes se hallen en alguna de las siguientes situaciones:

a) Declarados en estado de quiebra, respecto de los cuales no se haya dispuesto la continuidad de la explotación, conforme a lo establecido en las Leyes 19.551 y sus modificaciones, o 24.522, según corresponda.

b) Querellados o denunciados penalmente por la entonces Dirección General Impositiva, dependiente de la ex Secretaría de Hacienda del entonces Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, o la Administración Federal de Ingresos Públicos, entidad autárquica en el ámbito del Ministerio de Economía y Producción, con fundamento en las Leyes 23.771 y sus modificaciones o 24.769 y sus modificaciones, según corresponda, a cuyo respecto se haya formulado el correspondiente requerimiento fiscal de elevación a juicio con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente ley y se encuentren procesados.

c) Denunciados formalmente o querellados penalmente por delitos comunes que tengan conexión con el incumplimiento de sus obligaciones tributarias o la de terceros, a cuyo respecto se haya formulado el correspondiente requerimiento fiscal de elevación a juicio con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente ley y se encuentren procesados.

d) Las personas jurídicas, —incluidas las cooperativas — en las que, según corresponda, sus socios, administradores, directores, síndicos, miembros de consejos de vigilancia, o quienes ocupen cargos equivalentes en las mismas, hayan sido denunciados formalmente o querellados penalmente por delitos comunes que tengan conexión con el incumplimiento de sus obligaciones tributarias o la de terceros, a cuyo respecto se haya formulado el correspondiente requerimiento fiscal de elevación a juicio con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente ley y se encuentren procesados.

El acaecimiento de cualquiera de las circunstancias mencionadas en los incisos precedentes, producido con posterioridad al acogimiento al presente régimen, será causa de caducidad total del tratamiento acordado en el mismo.

Los sujetos que resulten beneficiarios del presente régimen deberán previamente renunciar a la promoción de cualquier procedimiento judicial o administrativo con relación a las disposiciones del decreto 1043 de fecha 30 de abril de 2003 o para reclamar con fines impositivos la aplicación de procedimientos de actualización cuya utilización se encuentra vedada conforme a lo dispuesto por la Ley 23.928 y sus modificaciones y el artículo 39 de la Ley 24.073 y sus modificaciones. Aquellos que a la fecha de entrada en vigencia de la presente ley ya hubieran promovido tales procesos, deberán desistir de las acciones y derechos invocados en los mismos. En ese caso, el pago de las costas y gastos causídicos se impondrán en el orden causado, renunciando el fisco, al cobro de las respectivas multas.

**ARTICULO 12.** — Se dará especial prioridad, en el marco del presente régimen, a todos aquellos emprendimientos que favorezcan, cualitativa y cuantitativamente, la creación de empleo y a los que se integren en su totalidad con bienes de capital de origen nacional. La autoridad de aplicación podrá autorizar la integración con bienes de capital de origen extranjero, cuando se acredite fehacientemente, que no existe oferta tecnológica competitiva a nivel local.

**ARTICULO 13.** — Complementariedad - El presente régimen es complementario del establecido por la Ley 25.019 y sus normas reglamentarias, siendo extensivos a todas las demás fuentes definidas en la presente ley los beneficios previstos en los artículos 4° y 5° de dicha ley, con las limitaciones indicadas en el artículo 5° de la Ley 25.019.

**ARTICULO 14.** — Fondo Fiduciario de Energías Renovables Sustitúyese el artículo 5° de la Ley 25.019, el que quedará redactado de la siguiente forma:

Artículo 5°: La Secretaría de Energía de la Nación en virtud de lo dispuesto en el artículo 70 de la Ley 24.065 incrementará el gravamen dentro de los márgenes fijados por el mismo hasta 0,3 \$/MWh, destinado a conformar el FONDO FIDUCIARIO DE ENERGIAS RENOVABLES, que será administrado y asignado por el Consejo Federal de la Energía Eléctrica y se destinará a:

I. Remunerar en hasta UNO COMA CINCO CENTAVOS POR KILOVATIO HORA (0,015 \$/kWh) efectivamente generados por sistemas eólicos instalados y a instalarse, que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos.

II. Remunerar en hasta CERO COMA NUEVE PESOS POR KILOVATIO HORA (0,9 \$/kWh) puesto a disposición del usuario con generadores fotovoltaicos solares instalados y a instalarse, que estén destinados a la prestación de servicios públicos.

III. Remunerar en hasta UNO COMA CINCO CENTAVOS POR KILOVATIO HORA (0,015 \$/kWh) efectivamente generados por sistemas de energía geotérmica, mareomotriz, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás, a instalarse que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos. Están exceptuadas de la presente remuneración, las consideradas en la Ley 26.093.

IV. Remunerar en hasta UNO COMA CINCO CENTAVOS POR KILOVATIO HORA (0,015 \$/kWh) efectivamente generados, por sistemas hidroeléctricos a instalarse de hasta TREINTA MEGAVATIOS (30 MW) de potencia, que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos.

El valor del Fondo como la remuneración establecida, se adecuarán por el Coeficiente de Adecuación Trimestral (CAT) referido a los períodos estacionales y contenido en la Ley 25.957.

Los equipos a instalarse gozarán de esta remuneración por un período de QUINCE (15) años, a contarse a partir de la solicitud de inicio del período de beneficio.

Los equipos instalados correspondientes a generadores ólicos y generadores fotovoltaicos solares, gozarán de esta remuneración por un período de QUINCE (15) años a partir de la efectiva fecha de instalación.

**ARTICULO 15.** — Invitación - Invítase a las provincias y a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires a adherir a la presente ley y a dictar, en sus respectivas jurisdicciones, su

propia legislación destinada a promover la producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables.

**ARTICULO 16.** — Plazo para la reglamentación – El Poder Ejecutivo nacional, dentro de los NOVENTA (90) días de promulgada la presente ley, deberá proceder a dictar su reglamentación y elaborará y pondrá en marcha el programa de desarrollo de las energías renovables, dentro de los SESENTA (60) días siguientes.

**ARTICULO 17.** — Comuníquese al Poder Ejecutivo.

DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL CONGRESO ARGENTINO, EN BUENOS AIRES, A LOS SEIS DIAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO DOS MIL SEIS.

—REGISTRADA BAJO EL N° 26.190—

## Anexo C

LEY N° 9229

FECHA DE SANCIÓN: 13.04.05.

PUBLICACIÓN: B.O. 27.04.05

CANTIDAD DE ARTÍCULOS: 02.

CANTIDAD DE ANEXOS: -.I

INFORMACION COMPLEMENTARIA:

OBSERVACION: POR RESOLUCION N° 50/07 (B.O. 16.04.07) DEL MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, SE CREA LA UNIDAD EJECUTORA PROVINCIAL PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE ENERGIAS RENOVALBES EN MERCADOS RURALES (PERMER), APROBADO POR ESTA LEY.

FÓRMULA DE SANCIÓN:

La Legislatura de la Provincia de Córdoba

Sanciona con fuerza de

Ley: 9229

Artículo 1°.- APRUÉBASE la Ampliación del Acuerdo de Participación en el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales - PERMER, suscripto entre la Secretaría de Energía de la Nación y el Gobierno de la Provincia de Córdoba, compuesto de dos (2) fojas dobles y su Anexo I de dos (2) fojas, una de ellas doble, formando parte integrante de la presente Ley como ANEXO ÚNICO, por el cual se establecen los términos y condiciones para implementar el Proyecto de Energías Renovables (PERMER)

en escuelas rurales y servicios públicos de la Provincia de Córdoba, como así también para el poblador rural no abastecido por los medios convencionales.

Artículo 2º.- COMUNÍQUESE al Poder Ejecutivo Provincial.

ARIAS - FERNÁNDEZ

TITULAR DEL PODER EJECUTIVO: DE LA SOTA.

DECRETO DE PROMULGACIÓN N° 301/05.

-----  
ANEXO ÚNICO

AMPLIACIÓN DEL ACUERDO DE PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO DE  
ENERGÍAS RENOVABLES EN MERCADOS ELÉCTRICOS RURALES - PERMER

ENTRE LA SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN  
Y EL GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

Entre la Entre la SECRETARÍA DE ENERGÍA, representada en este acto por el Señor Secretario de Energía, Ing. Daniel CAMERON, en adelante LA SECRETARÍA, y la PROVINCIA DE CÓRDOBA, representada por el Señor Gobernador Dr. JOSE MANUEL de la SOTA, en adelante LA PROVINCIA, y

CONSIDERANDO:

Que LA SECRETARÍA y LA PROVINCIA con fecha 22 de Octubre de 1999 firmaron el Acuerdo de Participación en el PERMER de la PROVINCIA DE CORDOBA restringido a los aspectos relacionados a la asistencia técnica.

Que tanto LA SECRETARÍA como la PROVINCIA comparten la preocupación por la preservación del medio ambiente y coinciden en la necesidad de divulgar el uso de las energías renovables.



Que en ese sentido, LA PROVINCIA , mediante la Ley 8810 - ENERGIAS RENOVABLES - USO RACIONAL DE LA ENERGIA, declaró de Interés Provincial la generación de energías mediante fuentes renovables, con los objetivos de reducir las emisiones contaminantes, utilizar racional y eficientemente los recursos naturales y fomentar las inversiones en infraestructura a fin de contribuir al desarrollo de las regiones menos favorecidas.

Que el abastecimiento eléctrico a las escuelas rurales alejadas de las redes de suministro, es objetivo prioritario para LA PROVINCIA por sus beneficios, pero se torna muy dificultoso por razones de costos, accesibilidad, etc., incorporarlas al sistema de distribución eléctrica convencional.

Que por ello, LA PROVINCIA ha realizado un considerable esfuerzo implementado con singular éxito, un programa denominado "Escuelas Rurales 2.000", mediante el cual ya ha equipado con recursos propios a 156 (ciento cincuenta y seis) escuelas rurales aisladas, con sistemas de generación solar fotovoltaica y/o eólica, con sus instalaciones complementarias, dotándolas de esta manera con energía eléctrica, lo que permite a más de 2.500 alumnos y docentes, estudiar y trabajar iluminados por lámparas eléctricas de bajo consumo, posibilitándoles escuchar radio, ver televisión y video, trabajar con computadoras, alimentar equipos de radiocomunicaciones y hasta contar con agua en los sanitarios mediante el bombeo desde las cisternas a nivel de piso hasta los tanques elevados de las escuelas.

Que la totalidad de las instalaciones descriptas en el párrafo anterior son mantenidas en funcionamiento por LA PROVINCIA con total normalidad, en virtud de contar con calificados recursos humanos y técnicos propios afectados al desarrollo e implementación de proyectos de energías renovables.

Que, por otro lado LA PROVINCIA dentro del Programa "Escuelas Rurales 2.000" lleva adelante un proyecto de capacitación destinado a alumnos de Escuelas Técnicas de Nivel Secundario, dictando cursos áulicos de Energías Alternativas y posteriormente con los alumnos capacitados se realiza el equipamiento y montaje del sistema generador solar y

sus instalaciones complementarias como trabajo práctico, pudiendo hacer realidad para dichos alumnos, la constatación de que la energía solar se transforma en electricidad.

Que aún cumplidos los objetivos enunciados, quedan en el territorio de LA PROVINCIA aproximadamente 85 escuelas rurales sin energía, las que son uno de los objetivos del presente convenio.

Que de la misma manera, existen otros servicios de carácter público en zonas rurales y dependientes del Estado Provincial dentro de las órbitas de Salud, Policía, puestos de guardaparques, puestos de vigía para alerta temprana en la previsión y lucha contra los incendios forestales, estaciones de monitoreo meteorológico y de crecidas de ríos, etc., que no tienen energía eléctrica y cuya solución deberá atenderse de forma similar.

Que LA SECRETARÍA desea contribuir y sumarse al esfuerzo Provincial dentro de un esquema de responsabilidades compartidas entre Nación y Provincia.

Que tal como se expresara en el Acuerdo de Participación ya suscripto y mencionado anteriormente, para mejor financiar el aporte nacional, LA SECRETARÍA gestionó un préstamo ante el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) del Banco Mundial (BM), que se sumará a un aporte no reembolsable del Fondo Global del Medio Ambiente (GEF) y que es destinado sin cargo para las provincias que lo soliciten, con el objetivo de mejorar las condiciones de vida del habitante rural a través de un abastecimiento eléctrico sostenible en el tiempo y sin contaminación del medio ambiente.

Que los fondos provenientes de los citados organismos internacionales se enmarcan dentro del "Proyecto de Energías Renovables en Mercados Eléctricos Rurales" (PERMER), creado por acuerdos entre la Nación Argentina y los organismos de préstamo y donación.

Que en oportunidad de la visita de los representantes del Banco Mundial a Córdoba en Junio del año 2003, LA PROVINCIA solicitó modificaciones de la operatoria del proyecto PERMER que permitan realizar, a través de la Dirección de Infraestructura y

---

Programas del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, el equipamiento mediante sistemas. de generación solar fotovoltaica de las dependencias de los servicios públicos ubicadas en zonas rurales, prescindiendo de la figura del concesionario prevista en el programa.

Que asimismo, en dicha oportunidad, LA PROVINCIA solicitó una ampliación de los aportes económicos a realizar desde la Nación mediante el proyecto PERMER, para cofinanciar la provisión e instalación de equipamientos de generación solar fotovoltaica.

Que por otro lado existen pobladores rurales a los que, por su ubicación geográfica, es antieconómico abastecer por los medios convencionales con el servicio eléctrico y que pueden ser incluidos en el programa PERMER, con una operatoria distinta a la de los servicios públicos.

Que debido a la gran asimetría entre el desembolso de los costos del equipamiento de generación descentralizado y la capacidad de recuperación en el tiempo de las inversiones para emprendimientos de esta naturaleza, es necesario subsidiar estos proyectos, a fin de hacer factible la realización de los programas, utilizando la mejor solución tecnológica actual disponible, tanto desde el punto de vista de los costos como del medio ambiente.

Que en respuesta al requerimiento de LA PROVINCIA, formalizado a través de las solicitudes del Gobierno Argentino del 07 y 30 de Julio del 2.003, el Banco Mundial resuelve enmendar el Acuerdo de Préstamo del BIRF y de Aporte No Reembolsable del GEF, para permitir a LA PROVINCIA adquirir e instalar sistemas solares para instituciones públicas en áreas rurales e incrementar el aporte para el financiamiento de dichos sistemas.

Que en este marco, LA PROVINCIA ha decidido su participación en el proyecto PERMER y contar, de esta manera, con los aportes nacionales destinados a complementar el esfuerzo que actualmente está realizando, en la búsqueda de continuar brindando soluciones a necesidades en las órbitas de educación, de otros servicios públicos y de los pobladores rurales no abastecidos.

Que para desembolsar estos fondos los organismos de préstamo y donación establecen condiciones que las partes convienen en considerar en el presente convenio.

Por ello, las partes

ACUERDAN

Ampliar el Acuerdo oportunamente suscripto, estableciendo los términos y condiciones para Implementar el Proyecto de Energías Renovables - PERMER - en Escuelas Rurales y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba, como así también para el Poblador Rural no abastecido por los medios convencionales, detallados en el Anexo 1 que compuesto de DOS (2) fojas integra la presente.

En prueba de conformidad, se firman tres (3) ejemplares de un mismo tenor y a un sólo efecto, en la Ciudad de...Buenos Aires., a los...12....días del mes de.....Noviembre....del año 2004.

DE LA SOTA – CAMERON – ARIAS

ANEXO 1

Términos y Condiciones del Presente Convenio de Participación.

I. Aspectos Generales

LA SECRETARIA asistirá técnica y económicamente a la implementación del Proyecto PERMER en LA PROVINCIA , contando para ello con recursos del Préstamo NACION - BIRF Nro. 4454 AR y de la Donación del GEF asociada a éste, cuyos aspectos principales se especifican a continuación.

i) LA SECRETARÍA, a través de la Unidad Coordinadora del Proyecto (UCP), se compromete a proveer sin cargo a LA PROVINCIA toda la asistencia técnico - financiera

que se requiera para los estudios necesarios destinados a la implementación de la provisión de energía eléctrica a usuarios en mercados rurales dispersos, cuyo resultado final permitirá a LA PROVINCIA conocer con mayor precisión las necesidades de subsidio, y poder así actualizar el compromiso de fondos propios requerido para el cierre económico del servicio.

ii) LA SECRETARÍA transferirá los fondos, imputable al préstamo BIRF y a la donación del Fondo Fiduciario GEF, destinado a cubrir parcialmente la provisión e instalación de los equipos, cuyo valor total completará LA PROVINCIA como contraparte necesaria para hacer uso del aporte nacional citado.

iii) LA SECRETARÍA proveerá asistencia técnico-financiera tanto en la contratación de los servicios de consultoría que LA PROVINCIA pudiera solicitar a la UCP, para resolver problemas que se presenten en la implementación, como en los aspectos generales de divulgación y promoción para el uso de sistemas de generación eléctrica que usen energías renovables, garantizando el acceso a todos los resultados que se obtengan de los diversos estudios contemplados en el proyecto.

iv) LA SECRETARÍA proveerá también asistencia técnico-financiera al Ente Regulador de los Servicios Públicos de LA PROVINCIA, orientada al fortalecimiento en materia regulatoria general del sector eléctrico y en particular en el tema de energías renovables, así como para el suministro del equipamiento eventual asociado.

## II. Condiciones y plazos

a) La Nación Argentina a través de LA SECRETARÍA transferirá los fondos en forma de una donación a LA PROVINCIA, para el financiamiento del 80% del monto total de la provisión e instalación de los sistemas de generación solar fotovoltaica y sus instalaciones complementarias en las dependencias de servicios públicos ubicadas en zonas rurales, según el convenio de préstamo y donación vigente con el BIRF y el GEF. Para el caso de los servicios domiciliarios el monto a transferir será de u\$s 4,9 por Watt-pico más el monto de la donación del GEF establecido en el convenio con el Banco Mundial.

b) LA PROVINCIA llevará a cabo el Proyecto, de acuerdo al apartado d) de este anexo, con la debida diligencia y eficiencia, de conformidad con las prácticas técnicas, administrativas, financieras y ambientales apropiadas y suministrará, oportunamente, los fondos complementarios al aporte de la Nación Argentina para completar el financiamiento de la provisión e instalación de los sistemas de generación solar fotovoltaica y sus instalaciones complementarias.

c) LA PROVINCIA se compromete a proveer el presupuesto adecuado para la operación y mantenimiento de los establecimientos de servicios públicos rurales dispersos de la provincia alcanzados por el beneficio del presente convenio, durante un período mínimo de 10 años. Por otro lado y para el caso de los sistemas destinados a viviendas rurales que se implementen, LA PROVINCIA acordará con el Distribuidor elegible, las condiciones que aseguren la sustentabilidad del servicio y un adecuado control de la prestación, a satisfacción del Banco Mundial.

d) La provisión de energía eléctrica a los servicios públicos y a los pobladores rurales dispersos, motivo del presente acuerdo, se realizará mediante sistemas de generación con energía solar. Las características de las instalaciones y el proyecto técnico será definido por LA PROVINCIA, teniendo en cuenta que es necesario mantener la tipología ya adoptada en los sistemas en servicio, lo que permitirá facilitar el mantenimiento y reducir sus costos emergentes. Toda la operatoria relativa a la adquisición e instalación de los equipos deberá cumplir con los procedimientos para adquisiciones de bienes de acuerdo con las normas del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y ser aprobada por éste, tal como lo establece el convenio de Préstamo firmado por la Nación Argentina y el Banco Mundial.

e) LA PROVINCIA conformará y elevará a la UCP la documentación de respaldo para desembolso del subsidio por parte de la Nación destinado a cubrir una porción del costo de adquisición e instalación del sistema de generación solar fotovoltaica y sus instalaciones complementarias, en las condiciones explicadas en el apartado d) de este anexo.

f) LA PROVINCIA conformará y sostendrá, durante el transcurso de la implementación del Proyecto, la Unidad Ejecutora Provincial (UEP) con funciones y responsabilidades a satisfacción del Banco, las que deberán incluir, entre otras, la responsabilidad de prestar asistencia en el monitoreo, administración y supervisión del Proyecto en el ámbito provincial.

g) LA PROVINCIA asegurará que, durante el transcurso del Proyecto, la Unidad Ejecutora del Proyecto esté dirigida por un Coordinador Provincial, designado por LA PROVINCIA. El personal de la UEP que colaborará en la ejecución de las actividades afines al Proyecto estará a cargo de LA PROVINCIA.

h) LA PROVINCIA suministrará a la UCP la información necesaria acerca de los progresos realizados, en la ejecución de la instalación de los sistemas descriptos en el apartado d) del presente anexo y mantendrá registros y cuentas independientes respecto de sus actividades relativas al Proyecto y permitirá o efectuará auditorias de los mismos a fin de permitir el cumplimiento puntual de los compromisos asumidos por la Secretaría de Energía.

i) LA PROVINCIA durante el transcurso de la implementación del Proyecto, proporcionará plena asistencia a LA SECRETARIA a fin de que la misma pueda llevar a cabo conjuntamente con LA PROVINCIA, la campaña de promoción y educación pública relacionada al Proyecto, en el territorio provincial.

j) LA PROVINCIA asegurará que la Dirección de Infraestructura y Programas del Ministerio de Obras y Servicios Públicos opere y mantenga por si o por terceros, sin solución de continuidad, los equipos asignados a servicios públicos rurales alcanzados por el beneficio del presente convenio, de conformidad con las normas y procedimientos ambientales establecidos en el convenio de préstamo. Del mismo modo LA PROVINCIA se compromete a fiscalizar que el accionar de los distribuidores elegibles (cooperativas, etc.) que presten el servicio a pobladores rurales se ajuste a las normas y procedimientos citados.

k) LA SECRETARÍA supedita el cumplimiento de los compromisos asumidos, a la vigencia del PROYECTO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN MERCADOS RURALES (PERMER) y a la existencia de financiamiento para el mismo del BANCO MUNDIAL.