

Universidad Siglo 21



Lic. en Administración Agraria

Trabajo Final de Grado

"TAMBO AUTOSUSTENTABLE ENERGÉTICAMENTE. CASO:

ESTABLECIMIENTO DON LORENZO"

Autor: Campana, Maximiliano W.

Tutor: Hoyos, Hernán C.

Legajo: AAG00564

“Evaluación económica – financiera sobre tambo autosustentable energéticamente a través de desechos bovinos en establecimiento Don Lorenzo”



Autor: Maximiliano W. Campana

Resumen

En el siguiente Trabajo Final de Grado se realiza la formulación y evaluación de un proyecto sobre la instalación de un biodigestor para generación de energía eléctrica en un establecimiento lácteo en funcionamiento. Ubicado en zona rural perteneciente a la localidad de Ucache, departamento Juárez Celman de la Provincia de Córdoba, Argentina.

Para poder realizar el trabajo se utilizó información bibliográfica de libros y manuales, artículos técnicos específicos de biodigestores, biogás, energía y evaluación de proyectos. Además se consultó por medio de entrevistas a profesionales del tema y a personal responsable de la empresa.

Se realizó estudios de diferentes viabilidades: administrativa u organizacional, legal, ambiental, comercial, técnica y por ultimo económica – financiera con el objetivo de ayudar al inversor a tomar la mejor decisiones al momento de invertir.

Palabras claves: Proyecto de inversión, Bioenergía, Biodigestor, agregado de valor en origen.

Abstract

The present final paper presents a formulation and assessment of a project about the installation of a biodigester to produce electric energy in a dairy establishment. This is located in a rural area in the town of Ucatcha, Juarez Celman department, Córdoba province, Argentina.

In order to carry out this project, bibliography from books and manuals, and specific technical articles about biodigestors, biogas, energy and evaluations of projects were consulted. In addition, interviews with professionals of the subject and responsible personnel of the company were carried out.

Studies of different viabilities were conducted: administrative or organizational, legal, environmental, business oriented, technical, and financial with the objective of aiding the investor to make decisions at the time of investing.

Keywords: investment project, bioenergy, biodigester, value added at source.

Índice

Capítulo 1. Planteamiento del problema.....	12
Introducción	12
Antecedentes y Justificación	14
Objetivos.....	17
Objetivo general:	17
Objetivos específicos:.....	17
Capítulo 2. Marco Teórico	18
Proyecto de inversión	18
Viabilidad Administrativa u Organizacional	19
Viabilidad Legal.....	19
Viabilidad ambiental	20
Viabilidad Comercial.....	20
Viabilidad Técnica	21
Viabilidad económica y financiero	22
La bioenergía y la forma de obtención	25
El Tambo y los efluentes	25
Energía Sustentable	26
Biomasa y Bioenergía.....	26
Principios de los biodigestores.....	28

Tipo de biodigestor a utilizar	33
El biogás y la producción de energía.....	33
Actualidad de los Biodigestores y energía generada en Argentina	34
Capítulo 3. Metodología	36
Viabilidad Administrativa u organizacional	36
Viabilidad legal	37
Viabilidad Ambiental	38
Viabilidad Comercial.....	38
Viabilidad Técnica.....	39
Viabilidad económica - financiera	39
Capítulo 4. Desarrollo.....	43
Diagnostico	43
Análisis F.O.D.A.....	46
Conclusión de análisis F.O.D.A.....	48
Viabilidad administrativa u organizacional	49
Organigrama de la empresa	49
Conclusión parcial de Viabilidad administrativa u organizacional.....	51
Viabilidad legal	52
Ley 26.190 y 27.191 de energía renovable	52
Generación distribuida.....	54
Normas de seguridad	54

Impuesto al valor agregado	55
Conclusión parcial de viabilidad legal	56
Viabilidad Ambiental	57
Conclusión parcial de viabilidad ambiental.....	59
Viabilidad Comercial.....	59
Actores del Sistema Eléctrico Argentino.....	60
La Generación	62
Potencia Instalada.....	64
Transporte	64
Distribución.....	66
Tarifas de la electricidad.....	66
La electricidad en el establecimiento	69
Fertilizantes.....	72
Materia Prima.....	73
Conclusión parcial de viabilidad económica	74
Viabilidad Técnica.....	75
Generación de biogás, etapas intervinientes	75
Energía necesaria, tamaño de biodigestor	77
Componentes del Sistema.....	82
Operación diaria de la planta de biogás.....	86
Localización, Inversión inicial y costos del proyecto	88

Conclusión parcial de viabilidad técnica	91
Viabilidad Económica-Financiera	92
Ingreso por ahorro de costo	92
Inversiones, costos y capital de trabajo	92
Flujo de fondo escenario base.....	93
Flujo de fondo con 20% más de energía consumida.....	95
Flujo de fondo con financiamiento.....	96
Análisis de Sensibilidad.....	97
Conclusión parcial de viabilidad económica-financiera.....	98
Bibliografía	99
Anexo.....	105
Anexo 1: Entrevistas.....	105
1.1 Entrevista a Edgardo Campana Socio – Gerente.....	105
1.2 Entrevista a Silvia Hermeninto Personal de INTI.....	105
1.3 Entrevista a Gerardo Bordese Contador	106
1.4 Entrevista a Alberto Guendulain Titular INTA.....	106
1.5 Entrevista a Ing. Gustavo Bernardi, Gerente CESPU	106
1.6 Entrevista a Faustino Abitbol IMOP AGRO	107
1.7 Entrevista Ing. Horacio Pinesco.....	107
Anexo 2: Cálculo ponderado de tarifa	109
Anexo 3: Energía consumida por establecimiento.....	110

Año 2015	110
Año 2016	110
Anexo 4: Cálculo de Ingreso por Fertilizantes.....	111
Anexo 5: Cálculo de ensilaje.....	112
Anexo 6: Porcentaje de solidos totales.	113
Anexo 7: Inversión Inicial	113
Anexo 8: Costos de mantenimiento preventivo de cogenerador.....	115
Anexo 9: Operario	115
Anexo 10: Crédito mipyme.....	116

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Generación de Biomasa	27
Ilustración 2: Digestor Anaeróbico	29
Ilustración 3: Grafico de hectáreas destinadas a cada actividad.....	43
Ilustración 4: Sala de ordeño espina pescado	45
Ilustración 5: Organigrama.....	50
Ilustración 6: Organigrama con Proyecto.....	51
Ilustración 7: Sistema de tres lagunas	58
Ilustración 8: Mercado Energético Argentino	61
Ilustración 9: Generación eléctrica	63
Ilustración 10: Generación de energía en 2016	63
Ilustración 11: Transporte de Alta Tensión.	65

Ilustración 12: Precio Estabilizado y SPOT horario.	67
Ilustración 13: Precio Monómico vs PEST	69
Ilustración 14: Reducción gradual de subsidio en generación	69
Ilustración 15: Etapas de producción de metano	77
Ilustración 16: Sistema de Alimentación.....	82
Ilustración 17: Cámara de digestión.....	83
Ilustración 18: Mezclador mecánico	84
Ilustración 19: Cúpula de gas	84
Ilustración 20: Antorcha.....	85
Ilustración 21: Generación de electricidad y proceso de biodigestor.	88
Ilustración 22: Localización del Biodigestor.....	88
Ilustración 23: Inversión Fija.....	89

Índice de Tablas

Tabla 1: Maquinarias.....	46
Tabla 2: Análisis Interno	47
Tabla 3: Análisis externo.....	48
Tabla 4: Análisis F.O.D.A.....	48
Tabla 5: Tarifa Eléctrica.....	71
Tabla 6: Reducción de Subsidios.....	71
Tabla 7: Tarifa eléctrica proyectada (\$/kWh).....	71
Tabla 8: Consumo diario de energía en establecimiento (kWh).....	72
Tabla 9: Ingreso por Ahorro en costo de electricidad.....	72
Tabla 10: Aumento de 20% en consumo eléctrico	72
Tabla 11: Disminución de 20% en consumo eléctrico.....	72

Tabla 12: Costo de Ensilaje 2016	74
Tabla 13: Cantidad de biogás necesario.	79
Tabla 14: Producción de biogás con desecho bovino	79
Tabla 15: Ensilaje de maíz	80
Tabla 16: Cantidad de agua en el sustrato	81
Tabla 17: Volumen Diario	81
Tabla 18: Volumen mínimo del biodigestor.....	81
Tabla 19: Costos variables.....	90
Tabla 20: Costos Fijos.....	91
Tabla 21: Ingresos.....	92
Tabla 22: Inversión inicial, Depreciación y valor residual	93
Tabla 23: Flujo de fondos base	94
Tabla 24: Flujo de fondos 20% más de energía.....	95
Tabla 25: Flujo de fondo con financiación.....	97
Tabla 26: Kg de Nutrientes.....	111
Tabla 27: Ahorro por sustitución de fertilizante.....	111
Tabla 28: Mantenimiento preventivo cogenerador	115
Tabla 29: Costo Operativo.....	115
Tabla 30: Amortización.....	118

Capítulo 1. Planteamiento del problema

Introducción

A través del tiempo, la producción primaria de la lechería argentina se ha ido transformando. Según Taverna & Fariña (2013) la producción primaria láctea ha ido sufriendo modificaciones en las últimas décadas (1988 a 2012). La cantidad de tambos se ha reducido un 2,6% anual pero la cantidad de vacas totales y la producción no se han modificado de la misma manera, -0,5% y 12% anual, respectivamente. Es por ello que se puede decir que cada vez existen menos establecimientos tamberos, pero cada uno con más carga animal por hectárea y con mayor producción por establecimiento, obteniendo además una mayor concentración de efluentes en los tambos.

Además por otra parte, la matriz primaria energética de Argentina está compuesta mayoritariamente por energías fósiles (no renovables) en un 86,5% para el año 2014 donde queda claro la falta de una reestructuración de la matriz energética (Mendéz, Sosa, Bragachini, & Mathier, 2016), es por eso que las bioenergías podrán cumplir un papel fundamental para este cambio necesario en el país. Argentina cuenta con gran cantidad de biomásas potencialmente aprovechables para generar biocombustibles, los cuales se pueden transformar en bioenergía.

Unas de las formas (entre tantas) de generar bioenergía, es a través de la biodegradación de la materia orgánica mediante microorganismos para convertirla en biogás que puede ser aprovechado para generar energía eléctrica además de otras alternativas que se puede dar uso para este gas. En Argentina según Goicoa, V (2016) existen más de 105 plantas de biogás operativas en las cuales la mayoría de ellas solo es utilizado para tratamiento de efluentes o educativos y solo el 6% es con fines energéticos. Además la mayoría de estas instalaciones no trabajan de manera eficaz y

eficiente por lo que se realiza un desaprovechamiento de recursos y una mayor dificultad operativa.

El presente trabajo tiene por objetivo observar la evaluación económica financiera, sobre la posibilidad de instalar un biodigestor y generador de electricidad en un establecimiento que se encuentra en Ucacha, localidad perteneciente a la Provincia de Córdoba, cerca de las ciudades de Villa María y Río Cuarto.

El mismo consiste en utilizar bioenergía de manera tal que se genere energía suficiente para el autoabastecimiento energético del establecimiento tambero. El proyecto apunta a utilizar desechos bovino (estiércol) para generar biogás. Este será utilizado para alimentar motores cogeneradores de electricidad que abastecerán los requerimientos de energía en el establecimiento.

El proyecto buscara indagar sobre la viabilidad de este proyecto, a través de herramientas como el VAN y la TIR, los cuales a través de una comparación ente la situación actual y la situación a estudiar se podrá concluir si el proyecto será factible y obtendrá ahorros de costos a la empresa como así también una mejora en el tratamiento de los efluentes originados por la producción láctea.

|Antecedentes y Justificación

El comienzo del Establecimiento “Don Lorenzo se da con la división de la estancia “La Ensenada” alrededor del año 1970, en donde la familia Campana es beneficiaria de una porción de tierra (200 Hectáreas aproximadamente). La familia compuesta por el padre Lorenzo Campana, madre Teresa Giordano de Campana y 7 hijos: 4 varones y 3 mujeres radicaban anteriormente cerca de la Localidad de Serrano, provincia de Córdoba, en un establecimiento de 70 hectáreas. En el año 1973, deciden trasladarse a su nuevo establecimiento cercano a la localidad de Uchacha. En estos años (1970), la actividad que realizaban era de lechería, tanto en Uchacha como así también en Serrano, actividad que al día de hoy (2 de septiembre de 2016) se encuentra vigente.

En el año 1976, fallece el Señor Lorenzo Campana, quedando a cargo de la empresa la segunda generación. Cabe destacar que de los 7 hermanos, solo 3 de ellos continuaron con la empresa: Reinaldo Campana, Norberto Campana y Edgardo Campana, quienes en el año 1980 conforman la sociedad “Campana Agropecuaria S.R.L”. En el mismo año, deciden vender las 70 hectáreas que tenían en Serrano y comprar 150 hectáreas (105 hectáreas utilizables) a 10 km al sur del establecimiento “Don Lorenzo”. Además, compran las partes pertenecientes a los restantes sucesores que no siguen en la empresa. En el año 1989, transforman el tipo de asociación de sociedad de responsabilidad limitada (S.R.L) a sociedad comercial colectiva (S.C.C).

Alrededor del año 2000, la empresa comienza a realizar agricultura con la incorporación de una sembradora directa. Anteriormente, se realizaba lechería y ganadería en menor proporción. En el año 2003, deciden explotar el tambo con un tambero asociado a través de la ley 25.169 y dedicarse ellos mismos a la realización de las tareas en agricultura y ganadería.

Actualmente, en la empresa se encuentra trabajando la tercera generación de la familia y se siguen realizando las 3 actividades (Lechería, Agricultura y Ganadería), donde además de las hectáreas propias (300 hectáreas aproximadamente) se arrendan otras 200 hectáreas aproximadamente, destinadas en su mayoría a la agricultura.

Como se ha mencionado anteriormente la empresa se dedica desde hace 6 décadas a la actividad láctea, y esta misma ha ido sufriendo transformaciones dentro de la empresa, en un principio solamente se obtenían 100 litros por día y se ordeñaban 30 vacas de manera manual. Hoy en día se realiza de manera mecanizada, y se ordeñan en promedio anual 200 vacas por día en doble turno. Obteniendo una producción promedio de 4300 litros por día.

Debido a la mayor concentración de animales en la salas de ordeño (lugar donde se realiza la extracción de leche a las vacas) y la pista de espera (lugar donde esperan las vacas antes de entrar a la sala de ordeño) es que se generan grandes cantidad de excremento y orines de los animales (también llamados purines). Estos efluentes son removidos a través de agua a presión y almacenados en fosas cercanas al tambo sin realizar ningún tratamiento. Solo son devueltas al lote más cercano por medio un servicio contratado con maquinaria especializada para la extracción de estos.

Los propietarios del establecimiento manifiestan estar informados sobre biodigestores que utilizan estos efluentes para generar gas. El cual puede ser utilizado para obtener energía eléctrica y donde además pueden utilizar estos desechos orgánicos como posibles biofertilizantes para sus tierras. Es que deciden realizar una formulación y evaluación de proyecto para poder observar la factibilidad de este proyecto. Así poder agregar valor a su producción y obtener energía eléctrica de producción propia y

además manifiestan, una obtención de biofertilizantes que se devolverán a los lotes afectados a la actividad láctea.

Objetivos

Objetivo general:

- ✓ Evaluar financiera y económicamente proyecto sobre bioenergía generada a través de la utilización del estiércol bovino producido en un tambo de la localidad de Ucache.

Objetivos específicos:

- ✓ Observar la posibilidad de instalar un biodigestor con la organización actual de la empresa.
- ✓ Indagar sobre la existencia de Normas o procedimientos que regulen la actividad y leyes tributarias que puedan influir en la empresa al instalar un biodigestor.
- ✓ Analizar posibles cambios en el ambiente causado por la instalación de un biodigestor en la empresa.
- ✓ Indagar sobre el mercado eléctrico argentino y el posible ahorro que enfrentara la empresa.
- ✓ Determinar la cantidad de gas metano necesario para poder producir la energía necesaria por el establecimiento y el tamaño óptimo de planta procesadora para poder contener toda la materia prima que producirá el biogás.
- ✓ Analizar la conveniencia financiera y económica de instalar un biodigestor con generación de electricidad para el establecimiento.

Capítulo 2. Marco Teórico

Proyecto de inversión

Un proyecto de inversión según diversos autores (Baca Urbina, 2001, 2010; Lira Briceño, 2015; Sapag Chaín, 2007; Sapag Chaín & Sapag Chaín, 2008; Daniel Semyraz, 2006, 2014) es aquel plan al que se asigna un monto de capital y distintos insumos necesarios para la creación de bienes y/o servicios útiles para satisfacer las necesidades demandas por la sociedad. Es decir se estará generando agregado de valor. A su vez la evaluación de un proyecto de inversión permitirá conocer la rentabilidad económica y social del proyecto que tendrá una vez realizada una investigación previa de cómo asignar los recursos económicos escasos de la mejor manera posible. Al mismo tiempo también evitar el mal uso de los recursos o la mala asignación de ellos.

El siguiente trabajo trata sobre una empresa que ya se encuentra en marcha y se realizará la evaluación de un proyecto de internalización de servicios. Hay que tomar algunas consideraciones especiales diferentes a cuando es un proyecto de creación de nuevos negocios. Porque en estos casos se debe comparar los beneficios que tendrán entre la situación actual y la nueva situación proyectada. Se puede optar por seguir con las condiciones actuales. (Sapag Chaín, 2007)

Para poder realizar un correcto estudio, que luego servirán para ayudar en la toma de decisiones y en la aprobación del proyecto. Los Distintos autores (Baca Urbina, 2001, 2010; Lira Briceño, 2015; Sapag Chaín, 2007) recomiendan realizar estudios de viabilidades. Estos sin embargo en sus bibliografías difieren que estudios realizar pero entre ellos siguen unos criterios básicos, estas viabilidades básicas que son de suma importancia para evaluar un proyecto son:

- Viabilidad Comercial
- Viabilidad Técnica
- Viabilidad Económica – Financiera.

Pero además para tener mejores parámetros de decisión es importante además estudiar otras viabilidades que enriquecerán posiblemente la toma de decisión. (Lira Briceño, 2015)

- Viabilidad Administrativa u Organizacional
- Viabilidad Legal
- Viabilidad Ambiental.

Viabilidad Administrativa u Organizacional

En esta viabilidad se busca observar si dentro de la empresa existen las capacidades gerenciales internas para poder obtener una correcta implementación y eficiente administración del nuevo proyecto. En caso de no contar con personal suficiente se debe evaluar la posibilidad de contratar personal con las habilidades, capacidades o tiempo necesarios para llevar a cabo el proyecto. Muchas veces al internalizar un servicio influye directamente en los costos por la mayor cantidad de personal que pudiera necesitarse, la mayor inversión en oficinas y equipamiento y el mayor costo en materiales y otros insumos. (Sapag Chaín, 2007; Sapag Chaín & Sapag Chaín, 2008)

Viabilidad Legal

En esta viabilidad se determinara la posibilidad de existencias o inexistencias de trabas legales para poder realizar la instalación y operación normal del proyecto, o la existencia de normas que regulen la actividad. Además otro aspecto importante en esta viabilidad son los aspectos tributarios, ya que puede llegar a existir tasas arancelarias diferenciadas dependiendo la actividad que se realice o el producto que se obtenga como así también las existencias de leyes que dispongan reducciones de las cargas tributarias. (Sapag Chaín & Sapag Chaín, 2008)

Viabilidad ambiental

Este estudio tiene como fin poder determinar cuál será el impacto ambiental que tendrá el proyecto en el lugar donde será instalado sobre las variables del entorno ambiental, en ella influyen aspecto técnicos, legales y sociales, en este estudio se deben incorporar los costos necesarios para cumplir con normas sobre emisión de gases o contaminación de agua, etc. (Sapag Chaín, 2007).

Viabilidad Comercial

En esta viabilidad se observara el mercado donde está inmerso el proyecto. En donde en una primera evaluación se deberá revelar las características principales que tienen el mercado del producto obtenido por el proyecto. Las cuales son la demanda, oferta, y análisis de precios. Pero para poder realizar un estudio más completo y funcional a la hora de completar el flujo de fondo del proyecto se deberá tener en cuenta otros factores como lo es el mercado proveedor. (Baca Urbina, 2010; Sapag Chaín & Sapag Chaín, 2008)

La demanda será influenciada por varios factores, no solo por la cantidad necesaria del producto y el precio, sino que también por el nivel de ingresos y las

preferencias que tengan los consumidores como también si existen o no bienes sustitutos o complementarios. (Baca Urbina, 2010)

La oferta al igual que la demanda está influenciada por varios factores, no solamente por el precio y el nivel de cantidad ofrecida en el mercado, sino que además hay que tener en cuenta el costo de producción, el grado de flexibilidad en la producción, la cantidad de empresas en el sector y el nivel de barreras de entrada y la capacidad adquisitiva de los consumidores, etc. (Baca Urbina, 2010)

Existen diferentes tipos de ofertas la oferta competitiva, la oferta oligopólica y la oferta monopolística. El tipo de oferta competitivo es aquel en cual existen varios oferentes y tienen libre competencia, y no hay productor que domine el mercado, sus productos se diferencian a través de precio, calidad o servicio. La oferta oligopólica es aquella donde el mercado se encuentra dominado por solo algunos productores, generalmente estos determinan el precio, la oferta y tienen absorbido la gran cantidad de la materia prima. Es un tipo de mercado difícil de penetrar. Por ultimo tenemos la oferta monopolística en donde solo existe un oferente y domina totalmente el mercado donde impone la calidad del producto su precio y cantidad. Es un mercado donde es prácticamente imposible penetrar debido a las altas barreras de entradas que este posee. (Baca Urbina, 2010)

Viabilidad Técnica

En esta viabilidad lo importante será ver cuál es la inversión inicial, los costos de producción necesaria para poder hacer posible el proyecto, al igual que también se deberá determinar los distintos aspectos técnicos del proyecto. Para ello el estudio se realizara en dos partes, el análisis del tamaño de planta y el análisis del proceso

productivo por un lado, y la inversión necesaria para realizar el proyecto por otro lado (Sapag Chaín, 2011)

El tamaño de planta está afectado por varios factores entre ellos se puede mencionar la demanda esperada, la disponibilidad de la materia prima, la localización del proyecto y el valor de todos los materiales, maquinarias e insumos. En estos apartados se podrá observar el monto necesario a invertir. (Baca Urbina, 2010; Sapag Chaín, 2011).

Viabilidad económica y financiero

En este estudio se analizará la factibilidad de uno de los más probables escenarios existentes que pueda llegar a tener el proyecto. En esta sección se encontrarán los montos a invertir calculados, los ingresos proyectados, los costos estimados y otras erogaciones necesarias para el desenvolvimiento del proyecto calculados con anterioridad donde éstos se expondrán en un flujo de caja (es una estructura de varias columnas donde se observan los movimientos de caja ocurridos en un periodo y desembolsos que debe realizar la empresa), para determinar la conveniencia de invertir se realizara mediante la proyección de dos flujos de caja uno con la situación actual sin proyecto y otro para la situación con proyecto. Éstos serán analizados por instrumentos financieros que permitirán al inversionista observar si este flujo de caja permite obtener la rentabilidad deseada, estas herramientas que se expondrán a continuación son: Valor actual neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR) y Periodo de recuperación de la inversión (PRI).

Valor actual neto

“El VAN es el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Baca Urbina, 2001, pág. 213).

En otras palabras, el VAN es simplemente el resultado de la suma de cada uno de los flujos de cada periodo con un valor descontado menos la inversión inicial, estos periodos con valor descontados implica que se quiere pasar montos de dineros del futuro en el presente (Valor del dinero en el tiempo). Para poder realizar este cálculo además de tener los flujos de cada periodo se debe contar con una tasa de corte, esta tasa será la que el inversionista pida como mínimo tenga la inversión, todo el valor monetario obtenido por encima de esta tasa será ganancia de la inversión, en cambio si el valor monetario obtenido por el resultado del VAN llegase a ser negativo se estará en frente de una inversión donde no se obtiene una rentabilidad necesaria para el inversionista, si el resultado del VAN es igual a cero significa que la inversión rindió justo lo que el inversionista pedía que obtuviese el proyecto (Baca Urbina, 2001) (Sapag Chaín, Proyectos de inversión: Formulación y evaluación, 2007).

Tasa interna de retorno

La TIR “es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial” (Baca Urbina, 2001, pág. 216).

Esta tasa es donde todos los flujos descontados se van a hacer igual a la inversión inicial. En otras palabras, es la tasa de descuento necesaria para que el VAN sea igual a cero. Esta tasa representa cual va a ser la rentabilidad propia del proyecto, si esta tasa es mayor que el rendimiento requerido por el inversionista se dice que es una inversión aceptable y si por el contrario es menor que el rendimiento requerido, es una inversión que debe rechazarse, el cálculo de la TIR se realiza por tanteos ósea a prueba y error hasta encontrar que el VAN sea igual a cero, pero este cálculo tiene

algunos inconvenientes cuando los distintos flujos son negativos, ya que da más de una TIR y por lo tanto se convierte en un estimador no muy confiable cuando se presentan estos casos (Ross, Westerfield, & Jordan, 2006; Baca Urbina, 2010)

Periodo de recupero de la inversión

El PRI “es el tiempo requerido para que la suma de los flujos de efectivo descontados de un proyecto sean iguales a la inversión” (Ross, et al, 2006, pág. 269).

Esta herramienta va a servir para poder calcular cuánto tiempo le llevará al proyecto en recuperar la inversión inicial y para calcularlo es necesario descontar los flujos de efectivos de cada año con la tasa de corte requerida por el inversionista e ir acumulando los flujos hasta encontrar el valor de la inversión inicial (Ross et al. 2006).

Análisis de sensibilidad

Como ya se ha mencionado anteriormente una vez realizado una evaluación del proyecto, esto no indica que realmente esa será la rentabilidad del proyecto sino que será uno de los posibles escenarios, con suerte el más cercano al caso posible, es por eso que es necesario hacer un análisis de sensibilidad para poder anticipar cuáles serán los impactos que puedan ocasionar las variaciones en los resultados del proyecto, se deberá establecer cuáles son las variables más críticas y en donde se debe realizar las variaciones para poder sensibilizar el proyecto. Para realizar esta sensibilización se puede utilizar un modelo simplificado del modelo de la sensibilización de Hertz, que consiste en seleccionar dos escenarios posibles uno optimista y otro pesimista donde se analizara que pasara con el VAN si se modifica el valor de una o más variable que se consideran con alta probabilidad de variar en el proyecto y se realiza una nueva evaluación con estos dos nuevos escenarios. Otro análisis que se puede realizar es el

análisis unidimensional donde se toma una sola variable y se estima cuanto puede alcanzar la variación hasta que el VAN sea igual a cero. (Sapag Chaín, 2007)

La bioenergía y la forma de obtención

El Tambo y los efluentes

Según Taverna & Fariña (2013) la producción primaria láctea ha ido sufriendo modificaciones en las últimas décadas (1988 a 2012). La cantidad de tambos se ha reducido un 2,6% anual pero la cantidad de vacas totales y la producción no se han modificado de la misma manera, -0,5% y 12% anual, respectivamente. Es por ello que se puede decir que cada vez existen menos establecimientos tamberos, pero cada uno con más carga animal por hectárea y con mayor producción por establecimiento, obteniendo además una mayor concentración de efluentes en los tambos.

Estos efluentes por lo general son tratados con lagunas abiertas y en menor medida con lagunas en serie para el tratamiento donde cuenta con lagunas aeróbicas, facultativas y anaeróbicas (Charlon, 2007). Las lagunas abiertas son altamente contaminantes y en las mayorías de los establecimientos tamberos no son tenidos en cuenta, esto trae consecuencias al medio ambiente en general por la emanación de gases de efecto invernadero al ambiente y además de la posibilidad de afectar las aguas subterráneas contaminando las propias perforaciones del establecimiento.

Debido a lo mencionado anteriormente una de las mejores soluciones es la utilización de biodigestores para el correcto tratamiento de los efluentes, donde no solo se realiza un correcto procedimiento con los efluentes si no que existe la posibilidad de utilizarlo para obtener energía para el establecimiento tambero y convertirlo en un establecimiento autosustentable.

Energía Sustentable

Se utilizará el término de energías sustentables en todas aquellas energías que son renovables. Estas fuentes de energía como el sol, el agua y el viento se renuevan constantemente. Al contrario las energías no renovables son energías limitadas por el hecho de tener un tiempo de renovación extremadamente lenta como los hidrocarburos y el carbón mineral. (Badii, Guillen, & Abreu, 2016)

La mayoría de las energías renovables se derivan directamente o indirectamente del sol. La energía solar se puede utilizar de manera directa para calentar e iluminar y de forma indirecta para generar electricidad a través de paneles solares. Pero también el calor del sol dinamiza los vientos, los cuales pueden aprovecharse con generadores eólicos (molinos de vientos) para obtener electricidad. El viento y el calor del sol ocasionan la evaporación del agua. Cuando éste vapor se convierte en la lluvia y fluye hacia abajo en los ríos o corrientes de agua, se puede capturar su energía por medio de energía hidroeléctrica. (Badii, Guillen, & Abreu, 2016)

Otra forma de la utilización en forma indirecta de la energía solar es cuando conjuntamente con el agua causa el crecimiento de las plantas, y la materia orgánica es la denominada *biomasa* que puede utilizarse para generar combustibles, productos químicos o electricidad. El uso de la biomasa para crear cualquiera de estas energías se denomina *bioenergía*. (Badii, Guillen, & Abreu, 2016)

Biomasa y Bioenergía

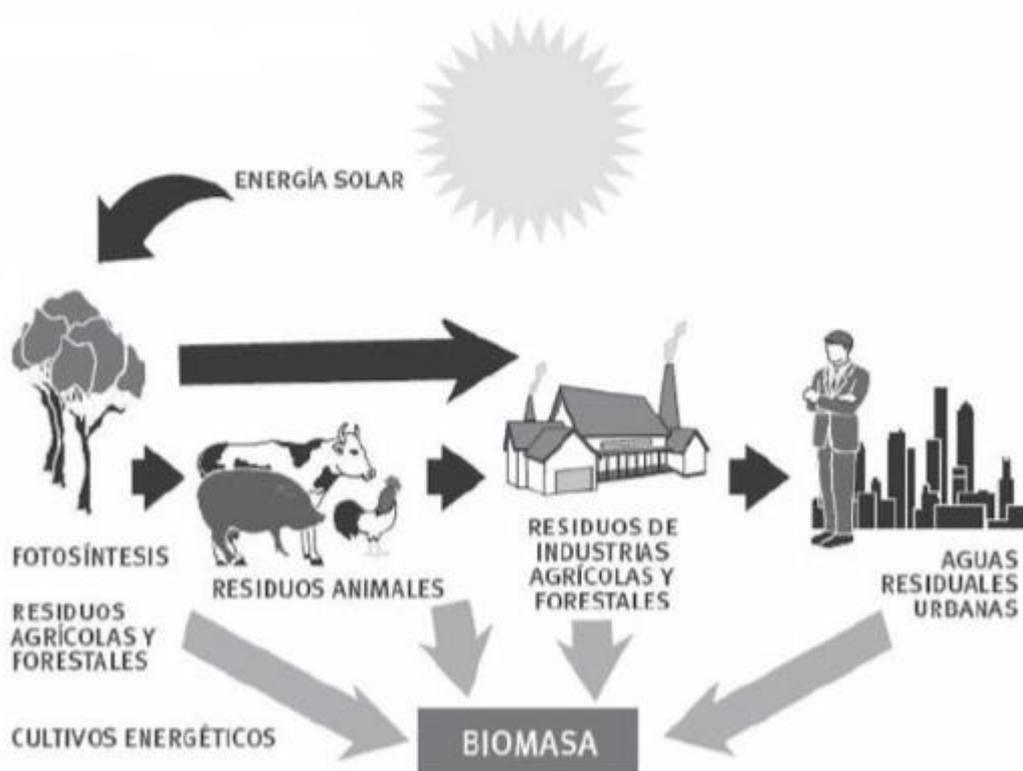
Según Elías Castells & Bordas Alsina (2011) las fuentes de biomasa pueden provenir de

- Residuos agrícolas de cultivos y agroindustrias,

- Residuos de explotación ganadera,
- Residuos de biomasa presentes en los residuos sólidos urbanos
- Residuos forestales de actividades silvícola e industrias transformadora de la madera.

Pero además se debe sumar los cultivos destinados exclusivamente para su aprovechamiento con fines energéticos y ellos en conjunto dan la disponibilidad de biomasa utilizable para generar bioenergías (Ilustración 1: Generación de Biomasa).

Ilustración 1: Generación de Biomasa



Fuente: (Elías Castells & Bordas Alsina, 2011, pág. 751)

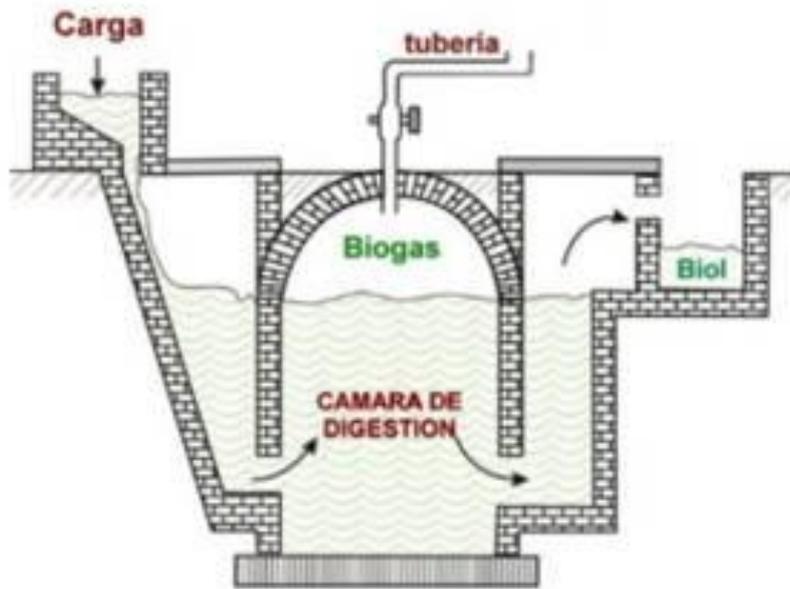
Cada una de estas fuentes de biomasa puede convertirse en distintos tipos de bioenergía como pueden ser biocombustibles, biogás o electricidad. Para el caso a tratar en este proyecto se estudiara la transformación de la biomasa, en este caso particular,

de residuos animales y cultivos energéticos en biogás para la posterior obtención de energía eléctrica y térmica a través de la utilización de biodigestores.

Principios de los biodigestores

La descomposición de la materia orgánica para funcionar necesita de microorganismos (bacterias) y de un ambiente propicio para la proliferación de estas bacterias. Para ello se utiliza el principio de la digestión anaeróbica la cual es un proceso biológico complejo que consiste en descomponer la materia orgánica (pueden ser residuos vegetales o animales) en distintos productos que son de gran utilidad para la actividades del hombre. Esta descomposición es llevada a cabo por un conjunto de bacterias anaeróbicas dentro de un reactor o biodigestor (ver ilustración 2), que es el encargado de brindar el ambiente ideal para los microorganismos, en las cuales dentro de estos reactores se encuentran las bacterias metanogénicas que son las encargadas de producir el metano a través de la materia orgánica. (Hilbert, 2011) (Varnero Moreno, 2011)

Ilustración 2: Digestor Anaeróbico



Fuente: (Lara, 2014)

Los principales productos que se obtiene de la digestión anaeróbica son:

Biogás compuesto principalmente por:

- Metano (CH_4) en un 55 – 75%;
- Dióxido de carbono (CO_2) en un 30 – 45%;
- Sulfuro de hidrogeno (H_2S) en un 1%
- otros gases como Hidrogeno (H) y Nitrógeno (N) en un 3%

Biofertilizante compuesto principalmente por:

- Materia Orgánica (MO)
- Nitrógeno (N_2)
- Fósforo (P_2O_5)
- Potasio (K_2O)

- Otros

La cantidad de estos va a depender del sustrato que se le incorpore al biodigestor ósea del tipo de animal, alimentación, raza, manejo que puede llegar a tener el establecimiento. (Hilbert, 2011) (Varnero Moreno, 2011)

Según Hilbert (2011), los principales factores que determinan la eficiencia de los biodigestores en la producción de gas son:

- Tipo de materia prima
- Temperatura del sustrato
- Velocidad de carga volumétrica
- Tiempos de retención hidráulica (TRH)
- Valor de acidez
- Contenido de solidos
- Presencia de inhibidores.

El tipo de materia prima está determinada por el sustrato que se utilizara en el biodigestor, estas serán en este caso de origen animal (bovino) y por origen vegetal que podrá estar compuesta por forraje de maíz o sorgo. Estas materias primas por lo general están compuesta en proporciones adecuadas de carbono y nitrógeno y además con un equilibrio necesario para la biodigestión de otras sales minerales necesarias (azufre, fósforo, potasio, calcio, entre otras). (Varnero Moreno, 2011)

Existen muchos factores que intervienen en el rendimiento y producción de gas, pero se puede tomar como una referencia los siguientes valores: un animal bovino de

500 kg de peso vivo se puede llegar a recolectar 10 kg de estiércol/día (en sistema pastoril) que equivale a 0.400 m³/día de biogás y el forraje de maíz con 1 tonelada puede llegar a generar 190 m³/Tn de biogás. (Varnero Moreno, 2011) (Hilbert, 2011)

La temperatura es uno de los factores más importantes a la hora de diagramar el biodigestor, debido que a medida que aumenta la temperatura los microorganismos aumentan su velocidad de crecimiento y acelerando el proceso de digestión. Estos microorganismos, comienzan su funcionamiento a una temperatura de 4° C (centígrados) y dejan de trabajar a una temperatura de 70° C, y entre estas temperaturas existen 3 rangos donde trabajan las bacterias;

- Psicrófilos (debajo de 25°)
- Mesófilos (entre 25° y 45°)
- Termófilos (entre 45° y 70°)

A medida que aumenta la temperatura presentan mayor inestabilidad a las variaciones de temperaturas, por lo general el rango más óptimo es el Mesófilos debido al mayor crecimiento de bacterias y a una más fácil operación que es menos inestable a las variaciones que pueda sufrir en temperaturas. (Hilbert, 2011) (Varnero Moreno, 2011)

La velocidad de carga volumétrica está determinado por el volumen de sustrato que se cargara diariamente al digestor, este sustrato que en este caso está dado por el estiércol de animal bovino más agua. Este no debe superar el 10% de materia seca (MS) para la optimización del reactor, es por eso que se debe diluir el estiércol en agua antes de ser incorporado al reactor. (Varnero Moreno, 2011)

El tiempo de retención hidráulica (TRH) junto a la velocidad de carga son los principales factores que determinan el diseño del digestor. Además, también se deberá tener en cuenta la temperatura a utilizar para determinar el TRH ósea el tiempo para que las bacterias tengan el tiempo suficiente para la descomposición del sustrato y la obtención de biogás. Para un sistema de carga diaria, la fórmula que determina el volumen del biodigestor está dado por el TRH y la velocidad de carga diaria. (Varnero Moreno, 2011)

$$\text{Volumen del digestor (m}^3\text{)} = \text{Volumen de carga diaria m}^3\text{/día} \times \text{TRH}$$

El valor de acidez debe ser controlado debido que un ambiente no muy propicio para estas bacterias causan una cesación de la actividad. Estos microorganismos se deben encontrar siempre en torno a la neutralidad, lo ideal es un pH de 6,8 y 7,4. Por lo cual para una correcta operación los niveles de pH se deben controlar y no deben bajar de 6 y pasarse de 8. (Varnero Moreno, 2011)

El contenido de sólidos afecta la movilidad de bacterias dentro del sustrato afectando directamente la eficiencia en la producción de gas, es por eso que la cantidad de sólidos como se menciona anteriormente en la velocidad de carga no debe ser mayor a un 10% por la cual debe ser disuelto en agua y removido diariamente para evitar la formación de costra superficial.

La presencia de inhibidores como pueden ser metales pesados, antibióticos o detergentes pueden llegar a cesar el proceso fermentativo, causando una disminución en la flora bacteriana interrumpiendo por completo la formación de biogás, es por ello que se debe tener cuidado con la concentración de estos materiales dentro del reactor. (Hilbert, 2011)

Tipo de biodigestor a utilizar

Según Hilbert (2011) existen diferentes tipos de digestores que se pueden utilizar, esto va a depender entre varias variables por ejemplo la carga a realizar, la intensidad de la mezcla, el manejo del sustrato y el manejo bioquímico. Para el siguiente trabajo debido a las características necesarias por la actividad se trabajara con digestores de carga semicontinua, mezcla completa, y de una etapa. Esto es:

Carga semicontinua: estos digestores reciben una carga diariamente y solo son descargados pocas veces al año, época en la cual se hace coincidir con la siembra para obtener las características del biofertilizante.

Mezcla completa: con ello se busca que el material se distribuya de manera uniforme y al trabajarse con bacterias mesófilicas se busca que este material tenga la temperatura adecuada en todo el reactor para garantizar una mayor producción de biogás.

Una etapa: En estos tipos de biodigestores se encuentran todas las etapas en un solo reactor (Etapa acidogénica, etapa acetogénica y etapa metanogénica).

El biogás y la producción de energía

El biogás es un gas constituido principalmente por metano (55%-70%) y además tiene trazos de otros gases entre ellos el dióxido de carbono y el sulfuro de hidrogeno (H_2S), este último muy corrosivo. Cuenta con un valor calórico de 5140 Kcal/m^3 en comparación al gas natural que tiene 8300 Kcal/m^3 .

Puede darse diferentes usos pero en este trabajo el principal uso que tiene destinado es para la producción de electricidad a partir de un motor de combustión interna de cogeneración, estos motores son sistemas combinados que generan calor y

electricidad, el calor generado se reutiliza para mantener a los digestores a la temperatura requerida para las bacterias mesófilas y la electricidad para el uso local en el establecimiento. Para poder utilizar en estos motores primero se debe asegurar la remoción de sulfuro de hidrogeno (H_2S) debido a que es un gas altamente corrosivo y que acorta considerablemente la vida útil del motor y cañerías. El sulfuro de hidrogeno puede retirarse antes de la llegada del motor con la utilización de membranas o tamices moleculares, en las cuales se separan por diferentes presiones, por la cual resulta necesario la utilización de compresores adaptados para biogás. (Varnero Moreno, 2011)

Actualidad de los Biodigestores y energía generada en Argentina

En el trabajo de relevamiento realizado por Goicoa (2016) se puede observar que existe alrededor de 105 instalaciones de biogás en Argentina, donde el 53,1% son de origen privado y un 37,5% publico, además de cooperativas y ONG. En el sector privado alrededor de un 85% utilizan los sistemas de biodigestor como un sistema para el tratamiento de efluentes o desechos pero solo el 6% de todos los biodigestores instalados lo utilizan para la obtención de algún tipo de energía. Por lo expuesto anteriormente se puede decir que en Argentina se utilizan los biodigestores como una herramienta de saneamiento y no para la posibilidad de generación de energías renovables (Biogás o electricidad). No se encuentra a la fecha información disponible que confirme la existencia en Argentina de un establecimiento tambero que utiliza los desechos orgánicos para generar su propia energía necesaria para operar, pero si existen establecimientos que utilizan biodigestores para el saneamiento de sus efluentes y establecimientos ganaderos y avícolas que utilizan los desechos para generar energía.

Además cabe destacar que la generación de energía eléctrica por medio de efluentes es totalmente posible como ha sido demostrado ampliamente en Alemania con alrededor de 9000 plantas instaladas hasta el año 2017 en donde generan en conjunto 4000 MW de energía y abastecen a 9 millones de hogares generada a través de cultivos energéticos, maíz principalmente, como también por efluentes bovinos, porcinos o de aves. (Fachverband Biogas, 2017).

Capítulo 3. Metodología

Para la elaboración del presente trabajo y para un correcto estudio de los objetivos propuestos. Se realizó y utilizó las siguientes técnicas descritas a continuación:

Viabilidad Administrativa u organizacional

En este estudio se realizó una entrevista semidirigida a uno de los socios de la firma Campana Agropecuaria S.C.C. quien además también es Gerente de la empresa. Para ello se siguió una guía de pautas (Ver anexo 1: 1.1 Entrevista a Edgardo Campana Socio – Gerente). Además también se realizó una observación no sistemática sobre distintos componentes del establecimiento. Se utilizaron estas técnicas de investigación debido a que dan una visión más amplia y no se focaliza solo en algunos criterios, pudiendo obtener muchas veces una visión más general de la empresa.

Esta información se reúne y se realiza un diagnóstico de la empresa en donde se utiliza como herramienta un organigrama. Estos son representaciones gráficas de la estructura de una organización donde se puede observar las relaciones existentes entre las diversas unidades que integran la empresa, sus principales funciones y autoridades relativas a cada cargo. Para el caso de la empresa en cuestión se realiza un *organigrama vertical*. En estos cada puesto subordinado se encuentra en un nivel inferior, ligados al nivel superior por líneas que representan la responsabilidad y autoridad. Cuando se encuentran líneas punteadas representa que dependen del nivel superior pero son departamentos externos a la empresa. (Semyraz, 2006)

Además se realiza un análisis FODA que se utiliza como herramienta la matriz F.O.D.A., también en ingles denominada S.W.O.T por las siglas de strengths (fortaleza), weaknesses (debilidades), opportunity (oportunidad) y threats (amenazas).

En donde se analiza el ambiente interno de la empresa (fortalezas y debilidades) y se analiza el ambiente externo de la empresa (oportunidades y amenazas), estas alternativas permiten confeccionar un cuadro en donde habrá fortalezas y debilidades por un lado y oportunidades y amenazas por el otro, en combinación se obtendrá 4 estrategias diferenciadas, las cuales son “estrategia FO” (maxi-maxi) son aquellas que se basa en la utilización de las fortalezas de la empresa para poder aprovechar las oportunidades que se dan en el ambiente externo, siguiendo las oportunidades podemos obtener “estrategia DO” (mini-maxi) se basa en reducir al mínimo las debilidades y optimizar las oportunidades, por otro lado están la “estrategia FA” (maxi-mini) que está basada en fortalezas de la empresa para afrontar sus amenazas exteriores, y por último la “estrategia DA” (mini-mini) la cual se basa en la reducción de las debilidades y amenazas de la empresa. (Koontz & Weihrich, 2007)

Viabilidad legal

Para la realización de este estudio en primer lugar, se realizó una entrevista dirigida a Silvia Hermeninto perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) (ver Anexo 1: 1.2 Entrevista a Silvia Hermeninto) para obtener información sobre posibles normas a seguir para el correcto y seguro funcionamiento de la planta generadora de biogás. Además se consultó a la página web de INTI www.inti.gob.ar. Por otro lado se utiliza el sistema www.infoleg.gob.ar para realizar búsqueda del marco legal al cual están sujetos las energías renovables. En última instancia se realizó una entrevista semidirigida al Contador Gerardo Bordese (Ver anexo 1: 1.3 Entrevista a Gerardo Bordese Contador) para constatar la existencia de algún régimen tributario especial para energías renovables o Saneamiento ambiental.

Viabilidad Ambiental

En cuanto al estudio ambiental se realizó entrevista semidirigida al titular de la agencia de extensión rural Ucacha perteneciente al Instituto nacional de tecnología agropecuaria (INTA), Médico Veterinario Alberto Guendulain (Ver Anexo 1: 1.4 Alberto Guendulain Titular INTA). Con el objetivo de indagar acerca de las problemáticas ambientales que traen los efluentes en tambo, como también acerca de las medidas que está tomando INTA para la mitigación de las mismas. También se utiliza datos de INTA que se encuentra en la web de la institución www.inta.gov.ar. Toda esta información se recolecta y se realiza un informe cualitativo sobre los posibles impactos ambientales de la instalación de un biodigestor en la empresa.

Viabilidad Comercial

Para este estudio se realizó una entrevista al Ingeniero Gustavo Bernardi (Ver anexo 1: 1.5 Entrevista a Ing. Gustavo Bernardi, Gerente CESPÚ), Gerente de la cooperativa eléctrica y de servicios públicos Ucacha (CESPÚ) quien es la prestadora del servicio eléctrico que actualmente tiene contratado el establecimiento. Además se utilizó información de la página web del ministerio de energía y minería (www.minem.gob.ar), de la Fundación para el desarrollo eléctrico (FUNDELEC, www.fundelec.com.ar) y del sitio web de la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima (CAMMESA, <http://portalweb.cammesa.com>)

En esta viabilidad se estudia en forma cualitativa el mercado eléctrico argentino para poder tener una idea de la composición del mercado y como está conformada la tarifa eléctrica.

Además se estudia los fertilizantes debido a que es otro producto que se va a obtener en los biodigestores, para ellos se realiza una entrevista al Ingeniero Agrónomo

Faustino Abitbol quien es representante de la empresa IMOP Agro proveedor del establecimiento (Ver Anexo 1:1.6 Entrevista a Faustino Abitbol IMOP AGRO) y se obtendrá información de Cooperativa de Tamberos Ucacha quien se encarga de prestar el servicio de ensilaje al establecimiento.

Viabilidad Técnica

En este estudio se realizó entrevista semidirigida a Ing. Horacio Pinesco de Tecnoled (Ver Anexo 1: 1.7 Entrevista Ing. Horacio Pinesco) empresa dedicada al diseño, construcción y puesta en marcha de plantas de biogás.

En esta viabilidad se tendrá en cuenta la determinación de la cantidad de gas metano o biogás necesaria para poder abastecer el establecimiento. Para ello se tendrá en cuenta la relación que existe entre la cantidad de electricidad necesaria para mantener el funcionamiento normal del establecimiento y la cantidad de gas necesaria para poder generar 1 kilovatio hora (kWh).

Una vez obtenido la cantidad de biogás necesaria para el establecimiento se observara el tamaño de planta necesaria para procesar la materia prima que dé como resultado el gas necesario. Para ello se tendrá en cuenta los valores indicados por Varnero Moreno (2011) y Hilbert (2011):

- 1 bovino de 500 kg peso vivo se pueden recolectar 10 kg/día de estiércol equivalente a 0,400 m³ de biogás.
- 1 tonelada de maíz equivale a 190 m³ de biogás.

Para el cálculo se tendrá en cuenta la fórmula utilizada por Varnero Moreno (2011)

Volumen del digestor (m³) = Volumen de carga diaria m³/día x TRH.

Viabilidad económica - financiera

Se solicitó a Tecnored un presupuesto para la instalación de la planta generadora de biogás en el establecimiento. Además, se calcula el mantenimiento que tendrá el biodigestor y su costo.

En este estudio se utilizarán toda la información recopilada en los estudios anteriores y se realizarán una evaluación económica del proyecto a través de las herramientas como el VAN, la TIR y PRI (valor actual neto, la tasa interna de retorno y el periodo recupero de la inversión, respectivamente)

La fórmula del VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FNE_t}{(1 + K)^t} - I_0$$

Dónde:

n = total de periodos considerados

t = periodo

FNE = flujos netos de efectivo

k = tasa de corte

I₀ = inversión inicial

Para la tasa de corte (k) se tiene en cuenta el costo promedio ponderado de capital (CPPC o WACC en inglés) (Ross. et al. 2006).

$$CPPC = Re * \left(\frac{E}{E + D} \right) + Rd * \left(\frac{D}{E + D} \right) * (1 - Tc)$$

Donde:

E = (equity) Fondo Propios

D= Deuda a largo plazo

Rd = Costo del endeudamiento

Tc = Tasa del Impuesto a las ganancias.

Re = Costo de capital propio = CAPM

Donde el CAPM (Capital Asset Pricing Model, modelo para la valoración de los activos de capital)

$$Re = Rf + \beta(Rm - Rf)$$

Donde:

Rf = Tasa libre de riesgo

Rm = Tasa de retorno del mercado

β = El riesgo sistemático del activo en relación con el promedio.

Formula de la TIR:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FNE_t}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

Dónde:

n = total de periodos considerados

t = periodo

FNE = flujos netos de efectivo

TIR = tasa interna de retorno

I0 = inversión inicial

Además para un estudio financiero también se realizara una consulta a Banco de la Nación Argentina sucursal Ucache por líneas de créditos para el sector lácteo y se realiza un nuevo estudio del proyecto con financiación externa.

Capítulo 4. Desarrollo

Diagnostico

En la actualidad, la empresa “Campana Agropecuaria S.C.C” cuenta con un total de 290 hectáreas (ha) propias, de las cuales, 263 ha son utilizables. Además, alquila aproximadamente unas 207 ha en lotes lindantes al establecimiento agropecuario.

Es de interés resaltar que de estas cantidades se utilizan aproximadamente 230 ha para explotación tampera (verdeos, alfa-alfa, maíz y sorgo), unas 45 ha para ganadería y 195 ha para agricultura, trigo, maíz y soja. Se puede decir que la actividad principal (en cuanto a hectáreas utilizadas del establecimiento) es la explotación tampera (Ver ilustración 3: Gráfico de Hectáreas destinadas a cada actividad). Dicho rubro se realiza a lo largo del tiempo por generaciones anteriores y se sigue manteniendo a través de los tiempos como una política de la empresa.

Ilustración 3: Gráfico de hectáreas destinadas a cada actividad



Fuente: Elaboración Propia a través de entrevista a Edgardo Campana Socio - Gerente

Hoy en día, el tambo se explota a través de contratos asociativos a terceros (Ley 25.169). En el mismo se encuentran 3 personas a cargo: 2 personas se encargan del

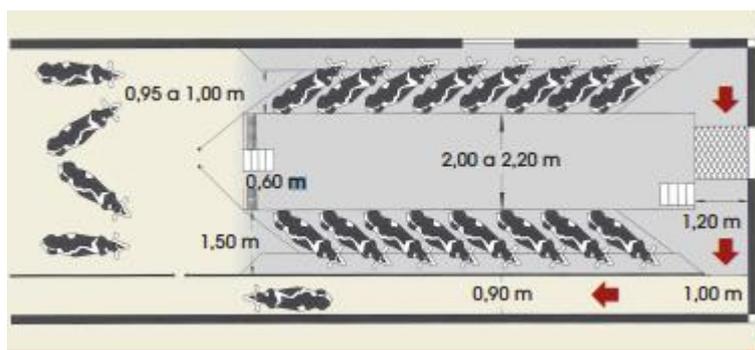
ordeño diario y 1 persona de la alimentación diaria de los animales. Al resto de las actividades las realizan 3 personas quienes se encargan de la agricultura, mantención de estructuras, maquinarias y cuidado del rodeo ganadero (recría y engorde) de terneros holandos.

El plantel existente de animales en ordeño diario se mantiene durante los últimos 5 años en unos 190 a 220 animales, contando con una producción total de litros de leche que oscila entre 3000 y 5000 litros diarios. La cantidad de cabezas existentes en la actualidad (Agosto de 2016), con las vacas de ordeño incluidas, es de 660.

El sistema de ordeño está compuesto por una máquina de ordeño marca Westfalia de 10 bajadas con masajeador y corte automático. El tipo de sala de ordeño es de espina de pescado con salida para un solo lado (ver Ilustración 4: Sala de ordeño espina pescado). Además, cuenta con un tanque enfriador de leche horizontal, marca Bauducco de 10.000 litros de capacidad con 2 termos calentadores de agua a través de la recuperación de calor.

En cuanto la salida de los desechos, el establecimiento cuenta con 1 represa de 30 metros por 10 metros cercana al tambo que se llena por desnivel del terreno, y una segunda represa de 50 metros por 6 metros. Otra se encuentra en construcción y contiene las mismas dimensiones. Todas las represas son abastecidas por una estercolera que levanta los desechos de un pozo donde se desagotan las salas del tambo y los arroja hasta una distancia de 60 metros (con capacidad de arrojarlo hasta 100 metros lineales) donde se encuentran las lagunas. (Ver ilustración 5: Imagen satelital tambo)

Ilustración 4: Sala de ordeño espina pescado



Fuente: (Callejo Ramos & Majano Gamarra, pág. 124)

Ilustración 5: Imagen satelital tambo



Fuente: (Earth, 2016)

La maquinaria presente en el establecimiento es la siguiente:

Tabla 1: Maquinarias

AUTOPROPULSADAS	ARRASTRE
✓ Tractor Deutz 65 con pala (Año 1964)	✓ Rastra doble acción
✓ Tractor Deutz 100 (Año 1992)	✓ Niveladora
✓ Tractor Massey 290 auto reverse con pala (Año 2005)	✓ Mixer Horizontal de 10 mts ³
✓ Tractor Agco Allis 6.110 (Año 2008)	✓ 2 Porta rollos de 8
✓ Tractor Agco Allis 6.175 (Año 2012)	✓ Esparcidora de estiércol solido
✓ Tractor Case Farmall 130 (Año 2016)	✓ Tolva Auto descargable de 10 toneladas
✓ Pulverizadora Metalfor 2750 (Año 1999 reacondicionada)	✓ Extractora de granos
	✓ Tolva de 5 toneladas
	✓ Tolva para semilla de 8 toneladas
	✓ Sembradora Agrometal para grano fino de 37 cuerpos a 17,5 cm
	✓ Sembradora Tedeschi de grano grueso de 14 cuerpos a 0,52 cm
	✓ Segadora acondicionadora Mainero 6070
	✓ Roto Enfardadora Mainero 5886
	✓ Rastrillo Balina de 15 estrellas
	✓ Pala de arrastre Junco.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a través de observación no sistemática

Análisis F.O.D.A.

Análisis Interno.

En la siguiente tabla (Tabla 2: análisis Interno) se desarrollan de manera ordenada, para obtener una fácil lectura, los puntos fuertes (Fortalezas) y débiles (Debilidades) que se han observado internamente en la empresa.

Tabla 2: Análisis Interno

FORTALEZAS	DEBILIDADES
✓ Experiencia de los recursos humanos.	✓ Falta de controles de producción.
✓ Recursos humanos motivados.	✓ Falta de controles financieros y administrativos.
✓ Posibilidad de acceder a créditos.	✓ Capacidad ociosa en algunas actividades. (Agricultura)
✓ Conocimiento de varios años en las actividades que se realizan.	✓ Habilidades gerenciales ausentes.
✓ Diversificación de actividades.	✓ Incapacidad de ver errores.
	✓ Falta de misión y visión.

Fuente: Elaboración propia a través de observación en la empresa.

Análisis Externo.

A continuación se ha elaborado otra tabla (Tabla 3: Análisis externo) en la cual se muestran los puntos más importantes que influyen en la empresa de manera externa a ella. Estas pueden ser generadas por el contexto global, político o por el mercado generando oportunidades o amenazas al normal desarrollo de la empresa.

Tabla 3: Análisis externo

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor interés nacional en energías renovables, que puede llegar a producir el sector agropecuario. ✓ Tecnologías cada vez más económicas y eficientes en producción de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fuerte carga fiscal en las actividades a la cual se dedica la empresa. ✓ Bajos precios internacionales en todos los commodities. ✓ Aumento de los servicios eléctricos. ✓ Cargas Sociales altas

Fuente: Elaboración propia a través de observación en la empresa.

Conclusión de análisis F.O.D.A

Mediante el análisis de la matriz F.O.D.A se puede elaborar diferentes estrategias a seguir por la empresa como las que se pueden observar en la siguiente tabla. (Tabla 4: Análisis F.O.D.A)

Tabla 4: Análisis F.O.D.A

	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	<p>Estrategia FO (Maxi - Maxi):</p> <p>Posibilidad de crear energía renovable para el abastecimiento energético del establecimiento.</p>	<p>Estrategia DO (Mini – Maxi):</p> <p>Adecuar la empresa a nuevos contextos. Se sugiere elaborar una misión y visión de la empresa y trazar objetivos a largo plazo.</p>

Amenazas	<p>Estrategia FA (Maxi – Mini):</p> <p>Aprovechar los conocimientos de los recursos humanos para afrontar las difíciles situaciones en cuanto al precio de los commodities.</p>	<p>Estrategia DA (Mini – Mini):</p> <p>Comenzar a realizar actividades administrativas para ayudar a la gerencia a tomar decisiones acertada ante posibles contextos adversos nacional e internacional.</p>
----------	---	---

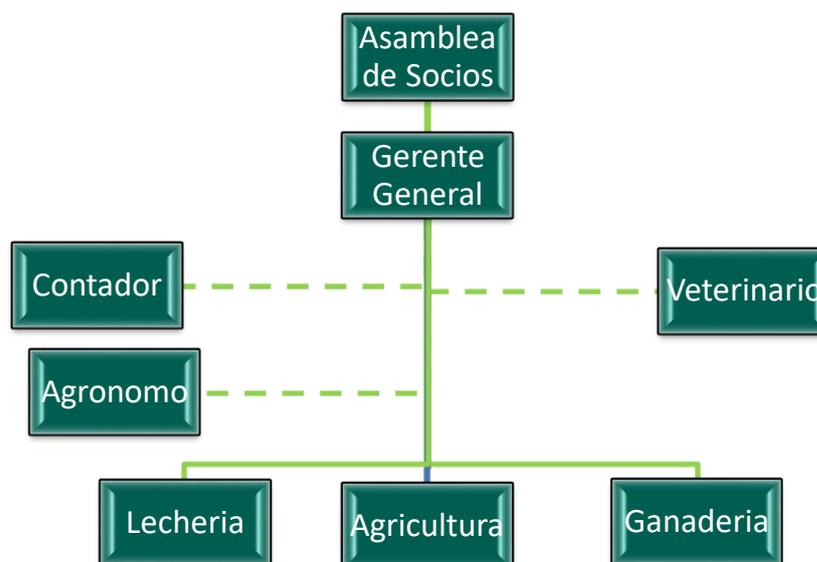
Fuente: Elaboración propia.

Viabilidad administrativa u organizacional

Organigrama de la empresa

Según Edgardo Campana, Socio-Gerente de la empresa, la organización presenta una estructura lógica por departamentos que son para este caso las actividades que se realizan: agricultura, ganadería y lechería. Cada actividad tiene personal específico quienes desempeñan las tareas a realizar. Además, cuenta con departamentos externos que cumplen tareas de asesoramiento y desarrollan cada una sus funciones pertinentes. (Ver Ilustración 5: Organigrama)

Ilustración 5: Organigrama

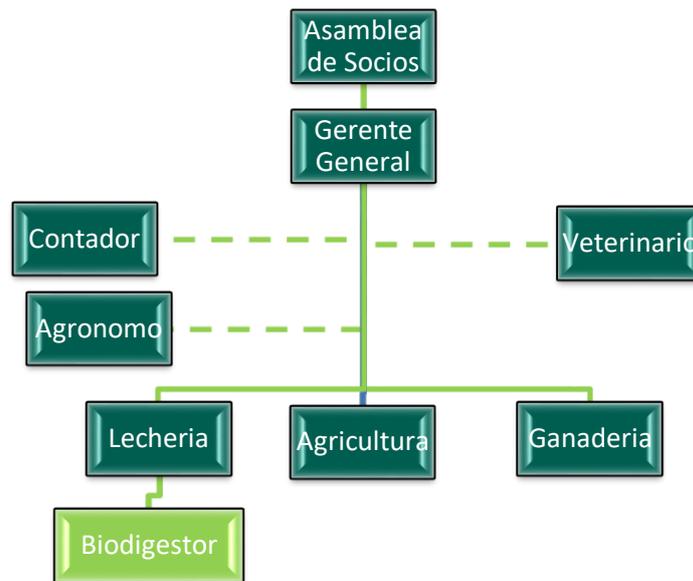


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a través de entrevista a Edgardo Campana Socio – Gerente.

Se presume que la nueva inversión que se hará en la empresa no involucra cambios sustanciales en la estructura organizacional ni en los procedimientos administrativos debido a que estamos en frente de una inversión en donde solamente obtendremos un ahorro de costos. En este caso, de energía eléctrica en el tambo y también fertilizantes para el establecimiento. Ninguno de estos productos será vendido externamente, sino que se usaran para el abastecimiento del tambo. Es posible afirmar que no se deberá incurrir en ningún costo administrativo importante o significativo a causa de la instalación del nuevo proyecto.

El presente proyecto podrá incorporarse como un nuevo departamento dependiente de lechería sin ningún inconveniente organizacional. El nuevo organigrama quedaría organizado como un departamento más dependiente del departamento lechería, como se puede observar en el siguiente organigrama. (Ver Ilustración 6: Organigrama con proyecto)

Ilustración 6: Organigrama con Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

Conclusión parcial de Viabilidad administrativa u organizacional

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el establecimiento no tendría ningún inconveniente para incorporar el biodigestor en cuanto a su organización y administración debido a que no se realizan funciones de compra (por ejemplo de materia prima), ni de venta, lo cual no implica demasiados cambios en la estructura organizacional ni en las funciones administrativas, o por lo menos son cambios irrelevantes dentro del proyecto total.

Viabilidad legal

El marco legal a nivel nacional sobre energías renovables en Argentina comienza en el año 1998 con la introducción de la Ley Nacional 25.109 en la cual se declara de interés nacional la generación de energías renovables de origen eólico y solar. A partir del año 2006 se sanciona la Ley 26.190 donde fomenta las energías renovables e incorpora además la geotérmica, mareomotriz, hidráulica (excluyendo grandes centrales hidroeléctricas), biomasa, gases de vertedero, gases de planta de depuración y biogás. (Esteves, 2012)

Ley 26.190 y 27.191 de energía renovable

En diciembre de 2006 se sanciona la Ley 26.190. La misma es un régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica. Luego, en septiembre de 2015 se sanciona la Ley 27.191 que realiza modificaciones a la ley antes mencionada. Se establece como objetivo que para el 31 de diciembre del 2017 el 8% del consumo nacional de energía eléctrica sea abastecido por fuentes de energía renovables. Además, establece que para el 31 de diciembre de 2025 la contribución de energías renovables debe alcanzar el 20% del consumo de energía eléctrica nacional. (Ley N° 26.190, 2006) (Ley N° 27.191, 2015)

Por otro lado, se les obliga a los grandes usuarios del mercado eléctrico mayorista (MEM), que son aquellos que tienen una demanda de potencia iguales o mayores a trescientos kilovatios (300 kW), a cumplir efectiva e individualmente con los objetivos de 8% de energía renovable al 31 de diciembre en 2017, 12% al 31 de diciembre de 2019, 16% al 31 de diciembre 2021, 18% al 31 de diciembre de 2023, 20% al 31 de diciembre de 2025. Estos podrán autogenerar o contratar la compra de energía proveniente de diferentes fuentes renovables. (Ley N° 27.191, 2015)

Esta ley dicta además mecanismo de promoción fiscal que incluye la Amortización acelerada del impuesto a las ganancias, la devolución anticipada del impuesto al valor agregado (IVA), y exención del impuesto a la ganancia mínima presunta. Por último, exención del impuesto sobre la distribución de dividendos (10%) ante la reinversión de utilidades. (Ley N° 27.191, 2015)

Además, se crea un fondo fiduciario público denominado “Fondo para el Desarrollo de Energías Renovables” (FODER) para fomentar, financiar la adquisición e instalación de bienes de capital o la fabricación de bienes u obras de infraestructura en el marco de la ley 26.190. (Ley N° 26.190, 2006)

Por último, cabe resaltar que el artículo 8 de la ley 26.190 establece que: “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.” (Ley N° 26.190, 2006) (Ley N° 27.191, 2015)

En este último artículo mencionado se puede observar que sólo serán beneficiarias aquellas personas físicas y/o jurídicas que destinen su producción al MEM o a la prestación de servicios públicos, Quedan excluidos de este régimen el establecimiento de los Socios de la empresa “Campana Agropecuaria”. En estas Normas no existe ningún tratamiento acerca de las energías renovables para consumo propio, solamente se habla sobre autogeneración para aquellas empresas que tengan una demanda de potencia mayor a los 300 kW y que deberán cubrir el 8% de energía

consumida con generación de energías renovables para fines del año 2017 y el 20% para fines del 2025.

Generación distribuida

Si bien esto no es específico de este trabajo, es importante tenerlo en cuenta debido que de aprobarse una ley que habilita a todos los usuarios del territorio nacional a inyectar energía renovable a la red de baja tensión, el proyecto contaría con la posibilidad de inyectar el sobrante de su energía en la red y poder llegar a obtener un beneficio. El día 25 de abril del 2017 la Comisión de Energía y Combustibles de la Cámara de Diputados de la Nación concretó su primera audiencia del año lo que permitió fijar el temario para el período legislativo. Por lo tanto, es posible de esperar que antes del año 2018 se establezca la ley de generación distribuida que en simples palabras consiste en que cada usuario de la red de energía pueda colocar su sobrante de energía eléctrica producidas con renovables y así obtener una compensación económica o la posibilidad de saldos a favores. Si estos continúan conectados a la red se podrá calcular el balance de energía generada menos la consumida, y luego se multiplica este balance por el precio que corresponde al signo del saldo. (Gubinelli, 2017)

Normas de seguridad

En la actualidad no existen en Argentina normas de seguridad específicas para plantas de biogás. Pero nunca se debe olvidar que en las plantas de biogás, en definitiva, se está elaborando un combustible, que pueden ocasionar accidentes fatales y la destrucción completa de la instalación. Es por ello que debe recordarse que existen múltiples aspectos de riesgo y se deben tener especiales precauciones. (INTI, 2016) (Anexo 1: 1.2 Entrevista a Silvia Hermeninto Personal de INTI.)

- Se trabaja con gases de alta toxicidad y alto grado de inflamabilidad. El Metano (CH₄) es altamente inflamable y asfixiante simple¹, el Dióxido de carbono (CO₂) es asfixiante simple, Sulfuro de hidrogeno (H₂S) asfixiante químico², Amoniac (NH₃) Irritante y Monóxido de carbono (CO) asfixiante simple.
- Situaciones peligrosas, fuga de efluentes orgánicos y de gases, atmósferas peligrosas y explosivas, riesgos mecánicos y eléctricos.

Se debe tener en cuenta la seguridad desde el origen del proyecto debido a que se deben utilizar materiales específicos para el funcionamiento, como por ejemplo la bulonería, la cual debe ser susceptible a la corrosión ya que el biogás es altamente corrosivo si no es tratado. Es por ello que es importante que exista una normalización de la producción de biogás para tener especificaciones claras desde lo constructivo hasta lo funcional con el fin de evitar fallas en el sistema que generen accidentes. (INTI, 2016)

En el mundo se ha mejorado la seguridad, y como consecuencia de ello, ha aumentado la confianza en la tecnología y se ha incrementado el número de plantas instaladas a través de la normalización, como es el caso de Canadá, Estados Unidos y Alemania. (INTI, 2016)

Impuesto al valor agregado

¹ Asfixiantes simples: es cualquier contaminante químico que sin presentar ningún efecto específico, generalmente sustancias inertes, por el mero hecho de estar presente en el ambiente reduce la concentración de oxígeno en el aire.

² Asfixiantes químicos: son sustancias que impiden la llegada de oxígeno a las células, bloqueando alguno de los mecanismos.

En cuanto a la empresa que se instalará el biodigestor es una sociedad que se encuentra alcanzada por el tributo propiamente dicho. En tanto a efectos del proyecto, se considera que el actual comprende solo egresos por lo tanto no se considerara tal crédito fiscal en dicha evaluación ya que no representa un ingreso propiamente dicho y además se igualaría con el crédito fiscal que tendría la empresa en su situación base.

Conclusión parcial de viabilidad legal

Según lo mencionado anteriormente, las leyes actuales sobre energías renovables sólo avalan en sus beneficios y limitaciones a aquellas plantas generadoras que sumen su producción al MEM o a aquellas empresas que están obligadas a cubrir un cierto porcentaje de energía por ser grandes empresas consumidoras, por lo cual no existe ningún beneficio ni tampoco prohibición o trabas legales para la instalación de un biodigestor en el establecimiento. En un futuro cercano, puede existir la posibilidad de incorporar energía sobrante a la red. Esto se llama generación distribuida, y la empresa podría obtener además beneficios. Si llega a suceder la aprobación de una ley es importante tenerlo en cuenta.

Por otro lado, es importante remarcar que actualmente no existen normativas de seguridad vigentes en el país para la instalación de biodigestores y se debe recordar que se trabaja con la generación de un combustible y electricidad, por la cual se recomienda realizar asesoramientos sobre esta temática y utilizar materiales que estén en lo posible dentro de las normativas internacionales para la generación de biogás.

En conclusión, no existiría ningún impedimento para realizar la instalación de un biodigestor para autoabastecer el establecimiento, siempre que se tomen las medidas de seguridad adecuadas.

Viabilidad Ambiental

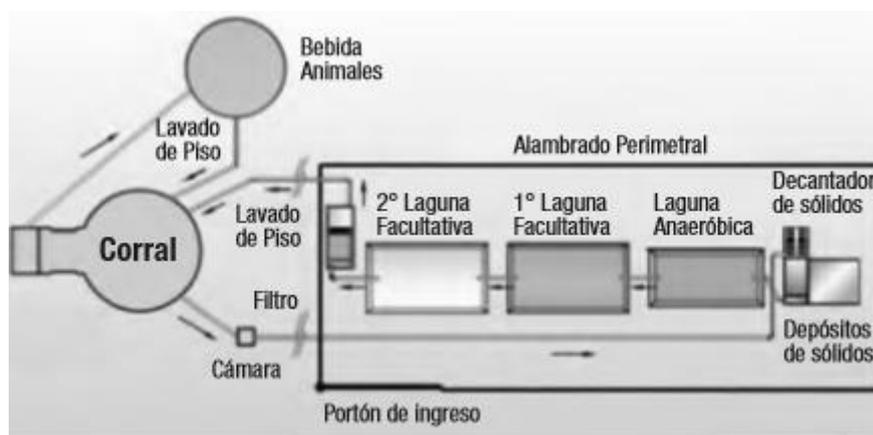
Según el Médico Veterinario Alberto Guendulain titular de INTA Ucacha (Anexo 1: 1.4 Entrevista a Alberto Guendulain Titular INTA) uno de los principales problemas que puede llegar a tener los efluentes es un mal manejo de los mismos. Estos en la mayoría de los tambos de la zona de Ucacha se localizan en lagunas que dependiendo de la cantidad de contenido de materia fecal que tengan y sus dimensiones, se pueden catalogar como lagunas aeróbicas y lagunas anaeróbicas. Esta última, es la que se encuentra en el establecimiento del presente proyecto.

Estas lagunas anaeróbicas tienen varios inconvenientes como es la liberación de metano y dióxido de carbono al ambiente. El metano tiene un factor de incidencia importante en los gases de efecto invernadero y el calentamiento global. Además, se debe tener cuidado con las napas subterráneas donde se encuentre la perforación de agua de las instalaciones debido a una posible contaminación de las mismas con bacterias y otros residuos orgánicos como lo nitratos. Esto posiblemente cause enfermedades como mastitis y graves inconvenientes en calidad de leche. Otras de las desventajas que presenta este tipo de sistema es que no se puede desagotar el total de la laguna debido a la gran sedimentación que se presenta perdiendo muchas veces gran cantidad de nutrientes que podrían ser utilizados en los lotes (Anexo 1: 1.4 Entrevista a Alberto Guendulain Titular INTA)

El exceso de nitratos en una perforación de agua potable para el tambo en un contenido mayor a 45 mg/lts de nitrato se considera ya una contaminación en las aguas subterráneas. Estas aguas pueden estar contaminadas por microorganismos que pueden llegar a afectar a la salud humana o a la salud del animal bovino (Herrero, 2010).

Entre las recomendaciones de INTA existe un sistema de triple lagunas (Ver ilustración 7: Sistema de tres lagunas) en donde previamente se utiliza un decantador de sólidos para evitar una mayor carga orgánica en las lagunas. Estos sólidos son almacenados por un cierto tiempo y luego son esparcidos a los lotes para recuperar parte de los minerales del suelo. Además, se recupera el agua para utilizarla en el lavado de la pista de espera nuevamente.

Ilustración 7: Sistema de tres lagunas



Fuente: (Otero, 2014)

En este estudio se tiene en cuenta los productos secundarios que se obtiene al utilizar los biodigestores, en este caso sería el efluente o biofertilizante. Éste se reduce solo un 2% el volumen de carga diaria y se obtiene una sustancia que es prácticamente inodora debido a la fermentación que se produce en los reactores. Este subproducto contiene los principales nutrientes utilizados por los vegetales (nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio). La composición va a depender del tipo de desecho que se incorpore dependiendo del tipo de material que se utiliza en la explotación. En este caso, estiércol de animal bovino. Los valores indicativos de los principales macronutrientes que puede llegar a tener este efluente una vez retirado del biodigestor pueden llegar a ser de Nitrógeno (N₂) 0,46%; Fósforo (P₂O₅) 0,2% y Potasio (K₂O)

0,5%. Esto trae beneficios sobre el suelo a tratar y además un efecto positivo sobre los cultivos. Sin embargo, son difíciles de cuantificar debido a que se trabaja con procesos biológicos complejos. Además, al tratar los desechos de manera anaeróbica elimina la proliferación de insectos y roedores que pueden portar diferentes enfermedades. Por otro lado, ya que un gran porcentaje de semillas de malezas se tornan inviables. (Hilbert, 2011)

Conclusión parcial de viabilidad ambiental

Según lo descrito anteriormente, la forma actual de la empresa para desechar los residuos es potencialmente peligroso.

Primero, puede afectar directamente a la empresa a través de la contaminación de las propias napas subterráneas de agua que es usada en todo el establecimiento para el consumo bovino de todo el plantel del establecimiento. Además, se utiliza para consumo de las personas que realizan labores en el establecimiento y para la limpieza de todo el establecimiento con dichas aguas.

Segundo, puede afectar de manera indirecta ayudando a contribuir en el efecto de calentamiento global a través de la liberación de gases de efecto invernadero como lo es la liberación de metano y monóxido de carbono.

Para la solución de estas problemáticas la instalación de biodigestores para tratar los desechos es una de las mejores alternativas. Además, cuenta con dos productos derivados por la utilización de los biodigestores: el metano para la generación de energía (térmica o eléctrica) y también el biol, un biofertilizante de características ideales para la fertilización de los suelos.

Viabilidad Comercial

Actores del Sistema Eléctrico Argentino

Estado Nacional

Según Klitenik, Mira, & Moldoban (2009) en 1991 cuando se sanciona la ley Nacional N° 24.065, el sector eléctrico obtiene la forma en la que se encuentra en la actualidad. En esta nueva ley se crea el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) y divide el mercado en 3 segmentos independientes:

- Generación
- Transporte
- Distribución

En esta forma de mercado la generación opera con condiciones de libre competencia, pero el transporte y la distribución operan bajo condiciones de un monopolio natural y los cuales están caracterizados como servicios públicos y son asignados a distintos agentes por concesiones. El estado es quien regula y controla la actividad y para ello tiene al Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE). Quien se encarga de regular la actividad y de controlar que todas las empresas del sector cumplan con las obligaciones establecidas. (Klitenik, M: et al, 2009)

CAMMESA

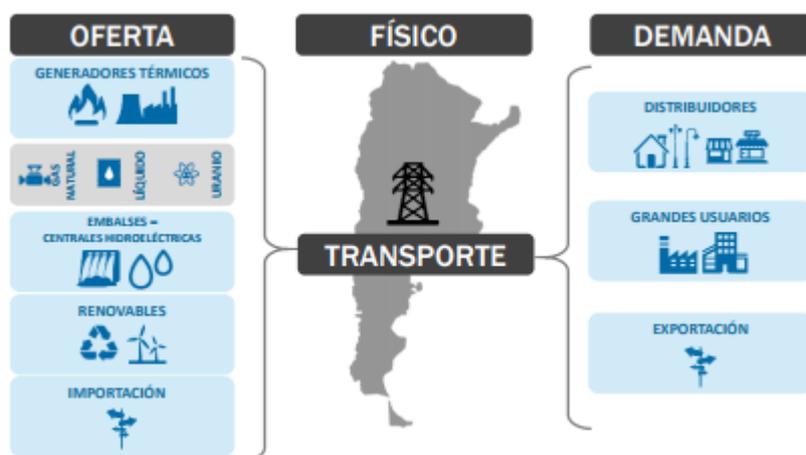
Ya luego en 1992 se crea la Compañía Administradora del Mercado Mayorista de Electricidad Sociedad Anónima (CAMMESA) esta es una empresa privada de propósitos públicos y de capitales Mixtos entre los agentes del MEM quienes tienen un 80% de representación y un 20% que está en poder del ministerio público que asume la representación del interés general y de los usuarios cautivos. El 80% antes mencionado se distribuye en partes iguales para los agentes generadores, transportistas,

distribuidores y grandes usuarios, cada uno obteniendo un 20% de participación. Las funciones principales es la coordinación de las operaciones de despacho, la responsabilidad del establecimiento de los precios mayoristas, supervisar el funcionamiento del mercado a término y planificar las necesidades de potencia. (Klitenik, M: et al, 2009)

Agentes del MEM

El mercado está compuesto por 3 segmentos (ver Ilustración 8: Mercado Energético Argentino), que previamente deben estar autorizados por CMMESA, y son los encargados de la generación (la oferta), la Transmisión (el transporte) y la Distribución (Demanda).

Ilustración 8: Mercado Energético Argentino



Fuente: (Ministerio de Energía y Minería, 2016, pág. 2)

La Oferta está constituida por los generadores quienes se dedican exclusivamente a la generación de energía, los cogeneradores son aquellas que genera conjuntamente energía eléctrica y vapor u otra forma de energía para fines industriales, comerciales de calentamiento o de enfriamiento y los autogeneradores que es un consumidor de electricidad, que genera energía eléctrica como producto secundario,

siendo su propósito principal la producción de bienes y/o servicios, además se debe incluir la importación. (Ministerio de Energía y Minería, 2016)

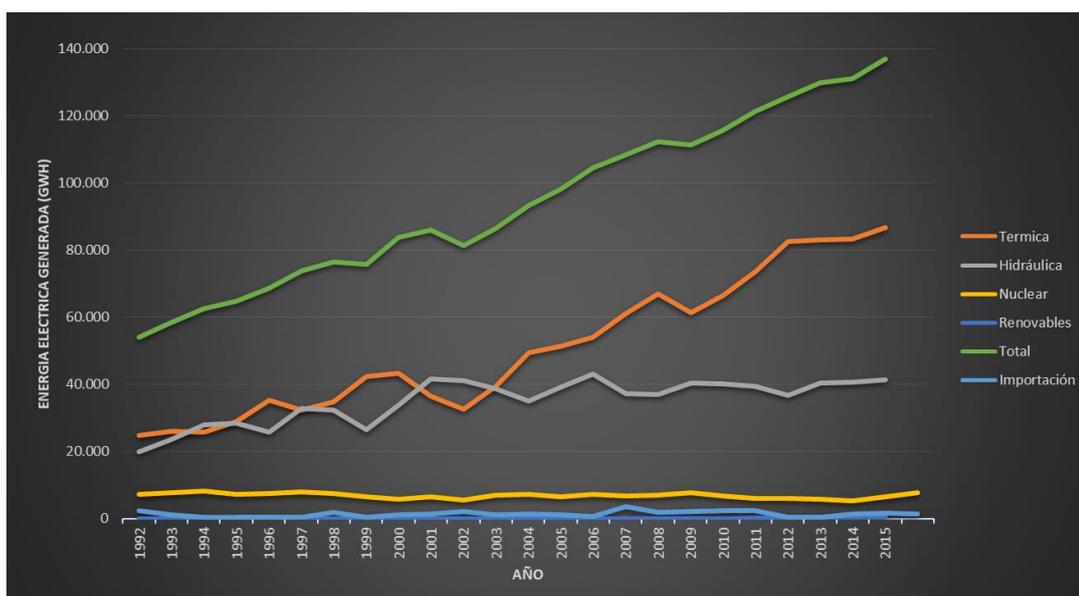
El transporte tiene como objetivo vincular eléctricamente a los generadores con los demandantes de energía y es dependiente de la nación.

La demanda está conformada por las distribuidoras y los grandes usuarios del MEM. Las distribuidoras son los responsables de abastecer los usuarios finales que no tengan la facultad de contratar en el MEM y los grandes usuarios son aquellos que contrata de forma independientes y para su consumo propio directamente desde el generador o comercializador (Ministerio de Energía y Minería, 2016).

La Generación

La oferta energética en Argentina está constituida por 4 tipos de fuentes de generación de energía que son la generación de energía Térmica, Hidráulica, Nuclear y Renovables, además hay que sumar en la oferta total a la importación. Como se puede observar en la Ilustración 9: Generación de energía, la energía generada total ha ido incrementándose de 68.751 GWh generados en 1996 a 138.070 GWh generados en 2016 un incremento del 100% en 2 décadas. También se observa que este crecimiento de la generación total hasta el año 2003 era acompañado por generación térmica e hidráulica casi por iguales y a partir del 2003 en adelante el aumento de la oferta fue sostenido por un aumento en la generación de energía térmica. Por otro lado la energía nuclear se ha mantenido de manera constante en la cantidad generada a través de los años. En cuanto la energía renovable ha sido de un aporte muy bajo y comienza alrededor del año 2011 aportando el 1% a 2% de la energía total (CAMMESA, 2017a).

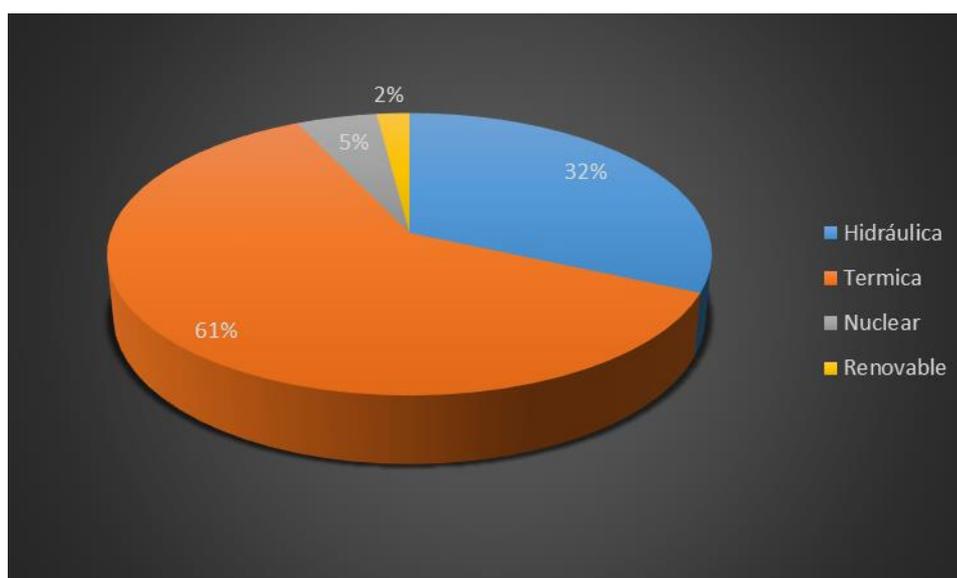
Ilustración 9: Generación eléctrica



Fuente: Elaboración propia con Datos obtenidos de CAMMESA (2017)

Si se observa el año 2016, la mayor producción de energía fue generada por fuente térmica en un 61% seguido de la energía hidráulica en un 32%, por último la nuclear que entrego a la red un 5% y la renovable muy poco desarrollada que solo entrego el 2%. (Ilustración 10: generación de energía en 2016) (CAMMESA, 2017a)

Ilustración 10: Generación de energía en 2016



Fuente: Elaboración propia con datos de CAMMESA (2017)

Potencia Instalada

Según CAMESA (2017a) la potencia instalada en la República Argentina hasta el 31 de Diciembre de 2016 es de un total de 33.343 MW y la potencia disponible fue del 80,7% (26.908 MW). El parque térmico tiene la mayor potencia instalada (61%), luego la sigue la hidráulica (34%) y por último en menor medida la nuclear y las energías renovables (5% y 1% respectivamente).

A través del programa Renovar 1 y 1.5 se adjudicaron un total de 59 proyectos con una potencia instalada y por instalar para 2017 y 2018 de 2.423,48 MW que representa alrededor del 7% de la potencia total instalada. En esta adjudicaciones predominan las energías Eólicas y Solares, solo un 0,37% fue adjudicado a biogás (Subsecretaria de Energías Renovables., 2017).

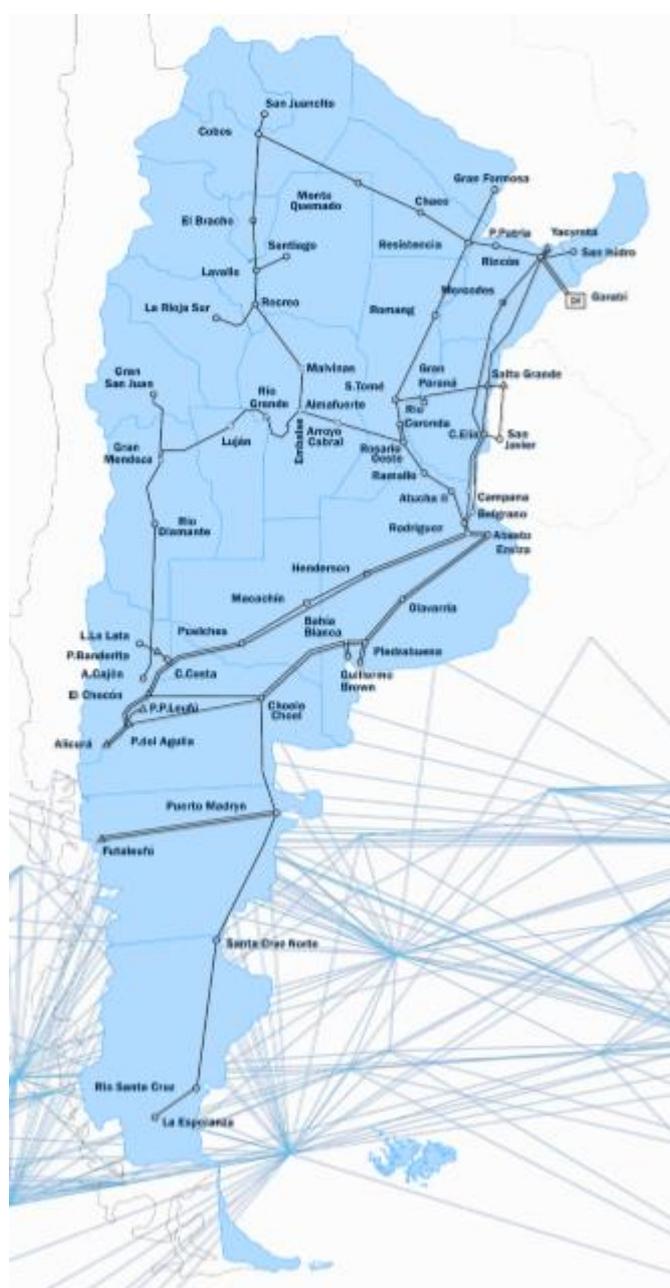
Transporte

Este es el nexo necesario entre los generadores y distribuidores, esto es llevando la energía producida hasta los distintos centros urbanos para su consumo a través de las distribuidoras.

En argentina existen diez empresas transportistas, nueve que son regionales y una que opera a nivel nacional. Dentro de las regionales se encuentran las empresas TransComahue, Distrocuyo, Enecor, Litsa, Transba, Transnea, Transnoa, Transpa y Yacylec. Todas ellas son empresas transportistas de distribución troncal, y se encargan del transporte eléctrico de una zona o región en particular. En cuanto a la empresa transportista nacional (Transener) se encarga de las líneas de Extra Alta tensión (Ver ilustración 10: Transporte de alta tensión), que son aquellas que superan los 220 Kv

(Kilovatio) y en su mayoría 500 Kv. Estas recorren y conectan todas las provincias de Argentina a excepción de Tierra del Fuego. (FUNDELEC, 2011).

Ilustración 11: Transporte de Alta Tensión.



Fuente: (CAMMESA, 2017a)

Según datos de CAMMESA, (2017a) en la actualidad la red de alta tensión cuenta con un total de 14.763 km de longitud de Líneas, con 20.800 Megavoltiamperio (MVA, energía activa más energía reactiva) de potencia transformadora y 3.900 MVA

de potencia transformadora de reserva. En cuanto las distribuciones troncales cuentan con 19.550 km de línea y con 14.897 MVA de potencia de transformadores.

Distribución

La demanda energética de argentina está constituida por 2 tipos de agentes:

- Los distribuidores: son aquellos que dentro de una zona de concesión son los encargados de abastecer la demanda que usuarios finales que no puedan contratar la energía de manera directa que por su condición de monopolio natural el estado se encarga de regular sus tarifas y la calidad del servicio.
- Los Grandes Usuarios: Son aquellos que contratan de forma independiente su abastecimiento de energía directamente a un generador o distribuidor y lo utilizan para consumo propio. Existen 3 categorías según la potencia y energía consumida: Grandes Usuarios Mayores (GUMA), Grandes Usuarios Menores (GUME) y Grandes Usuarios Particulares (GUPE).

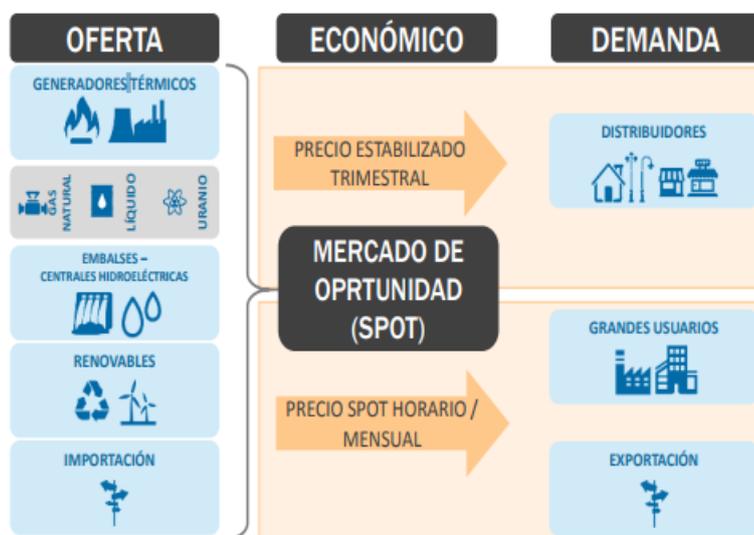
La demanda energética en 2016 estuvo constituida por un 81,8% de los distribuidores y un 18,2% por los Grandes Usuarios (CMMESA, 2017a) (Ley N° 24065, 1992).

Tarifas de la electricidad

Todos los agentes del MEM realizan operaciones de compra y venta de energía por medio de: Por un lado, un mercado a término donde acuerdan contratos entre los productores y demandantes en cuanto a cantidades, precio y condiciones. Por otro lado

se comercializa a través de un mercado SPOT. En este último, como se puede observar en la Ilustración 11: Precio Estabilizado y Spot horario, los precios van a variar dependiendo de que categoría sea la parte compradora: El precio SPOT horario: son para aquellos Grandes Usuarios, Autogeneradores (actuando como demandantes) y generadores (cuando deben cubrir los faltantes en el mercado a término). Y por otro lado, para los prestadores de servicios públicos de distribución se utiliza un precio estacional (PEST), estos son estabilizados trimestralmente por el CAMMESA a través del organismo encargado de despacho (OED) (Ministerio de Energía y Minería, 2016).

Ilustración 12: Precio Estabilizado y SPOT horario.



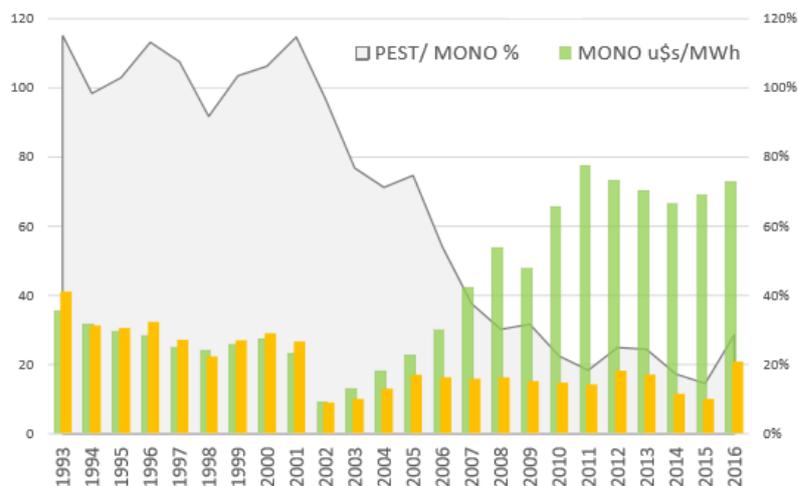
Fuente: (Ministerio de Energía y Minería, 2016, pág. 3)

El precio monómico surge de la competencia de los agentes del MEM y tiene asociados el costo medio monómico que está compuesto por la suma de los costos representativos de producción (Combustibles, Operación y mantenimiento) y costos asociados a las mismas (Contratos de capacidad). Como se pudo observar anteriormente Argentina cuenta con una alta dependencia de la generación térmica, y por ende los combustibles tienen un alto impacto en el costo monómico. En el año 2016 los combustibles representaron un 66% del costo monómico que fue de 71 u\$s/MWh. Al

contar con un parque instalado dependiente de la generación térmica de energía eléctrica, a medida que se aumenta el consumo de la energía eléctrica eleva el costo por una demanda mayor de combustibles. Los principales combustibles que se utilizan para la generación son el gas natural, fuel oil, gas oil. El gas natural es nacional e importado desde Bolivia, pero sus precios son en dólares están sujetos a la tasa de cambio, el fuel oil es de origen nacional y está sujeto al precio del barril de petróleo nacional, y el gas oil es importado y está sujeto al precio del barril de petróleo internacional y a la tasa de cambio (CMMESA, 2017a) (Ministerio de Energía y Minería, 2016).

El precio al cual se compra la energía varía según la categoría de los usuarios finales, los grandes usuarios del MEM (aquellos que presentan una demanda superior a los 300 KW) compran la energía en un mercado competitivo y surge el precio monómico, en cambio los distribuidores compran al precio estacional (PEST) el cual es establecido por resoluciones y tiene implícitamente un subsidio. Según Ministerio de Energía y Minería (2016) Desde el año 1993 hasta el 2002 el precio estacional alcanzaba a cubrir el precio monómico medio, desde el 2003 el valor monómico medio comienza a aumentar y no así el precio estacional hasta llegar al año 2015 donde solamente se alcanzó a cubrir el 15% del precio monómico. Esta relación se puede observar en la siguiente ilustración:

Ilustración 13: Precio Monómico vs PEST



Fuente: (Ministerio de Energía y Minería, 2016, pág. 8)

En el año 2016 la actualización de las tarifas hizo que el precio estacional cubra el 29,66% del precio monómico según datos de CMMESA (2017a). A partir de febrero de 2017 se establecen mecanismos para realizar una quita de subsidios que comenzó en el año 2016 hasta llegar al año 2019, salvo la tarifa social la cual no se verá afectada. Las reducciones serán de 30% en 2016, 47% en 2017, 63% en 2018 y 90% en 2019, esto se puede observar en la ilustración 14: Reducción gradual de subsidio en generación. Estas quitas de subsidios se verán reflejadas en las tarifas que alcanzan al establecimiento tambero.

Ilustración 14: Reducción gradual de subsidio en generación



Fuente: (Ministerio de Energía y Minería, 2016, pág. 15)

La electricidad en el establecimiento

La Cooperativa Eléctrica de Servicios Públicos Ucacha (CESPU) actúa en el mercado eléctrico como un agente distribuidor. Se encarga de realizar un punto de conexión a la red eléctrica nacional a los establecimientos tamberos e industrias láctea (mayormente) que se encuentran en su zona de concesión (Zona rural de Ucacha) y de mantención de la red como así también de la facturación y cobro de la energía (Entrevista a Ing. Gustavo Bernardi, Gerente CESPU)

Para el cálculo de la tarifa eléctrica se utilizaron las tarifas del 2016. Estas tarifas son diferentes dependiendo del horario, existen tres tipos de tarifas: tarifas horario pico, valle y resto, además también existen una tarifa para los primeros 1000 kWh consumidos en cada tipo de tarifa horaria y otra tarifa mayor para el resto.

Se calculó una media ponderada de las tarifas del año 2016 que debió afrontar la empresa (ver Anexo 2: Cálculo ponderado de tarifa). Esta tarifa incluye el valor agregado de distribución (VAD) más el precio de generación de energía. El valor promedio para el año calculado fue de \$1,71 por kWh. Por otro lado está el valor promedio del precio estacional PEST 2016 que es al valor que pagan por la generación los agentes de distribución con un subsidio como se ha explicado en párrafos anteriores. Según CAMMESA, (2017a, pág. 59) la media para el precio monómico estacional (PEST) en el año 2016 fue de 312,9 pesos por cada MWh producido, esto es equivalente a 0,3129 \$/kWh. Mientras que el precio medio monómico estuvo en \$1054,9 por cada MWh producido. La tarifa está compuesta por generación + transporte + distribución. Para el cálculo se agrupa transporte y distribución que será el valor agregado de distribución (VAD) y generación por otra parte.

En las siguientes tablas se muestra los datos mencionados en el párrafo anterior y se calcula el valor de generación para los siguientes años con la reducción gradual de subsidios (PEST calculados).

Tabla 5: Tarifa Eléctrica

PEST prom 2016 (KWh)	\$0,31
Precio Monómico Promedio 2016 (KWh)	\$1,05
Tarifa Promedio 2016 (generación + VAD)	\$1,71
VAD 2016 (Tarifa - Generación)	\$1,40
PEST prom 2017 (KWh) calculado	\$0,50
PEST prom 2018 (KWh) calculado	\$0,66
PEST prom 2019 (KWh) calculado	\$0,95

Fuente: Elaboración Propia con Datos de CAMMESA, (2017a) y datos proporcionados por la empresa.

Tabla 6: Reducción de Subsidios.

2017	2018	2019
47%	63%	90%

Fuente: Elaboración propia con datos de CAMMESA, (2017a)

Sumando los PEST calculados para los demás años con el precio del VAD 2016, obtenemos los incrementos de la tarifa para los años 2017, 2018, 2019, 2020, 2021. Como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 7: Tarifa eléctrica proyectada (\$/kWh)

2017	2018	2019	2020	2021
1,89	2,06	2,34	2,34	2,34

Fuente: Elaboración Propia.

Consumo de energía del tambo

Para los últimos 2 años que se tiene datos, la cantidad consumida por el establecimiento fue de 41761 kWh en 2016 y 40925 kWh en 2015. (Anexo 3: Energía consumida por establecimiento) Esto equivale a un total de 114,41 kWh por día.

Tabla 8: Consumo diario de energía en establecimiento (kWh)

Consumo anual 2016 (KWh)	41.761
Consumo diario (Cons. Anual/365 días) (KWh)	114,41

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de entrevista a Edgardo Campana.

Teniendo en cuenta la cantidad consumida anualmente por la empresa y las tarifas que han sido calculadas anteriormente en Tabla 7: Tarifa eléctrica proyectada (\$/kWh). Se puede estimar la cantidad que ahorraría en energía eléctrica la empresa y que sería un ingreso para el proyecto como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 9: Ingreso por Ahorro en costo de electricidad.

2017	2018	2019	2020	2021
\$78.929	\$86.029	\$97.722	\$97.722	\$97.722

Fuente: Elaboración Propia.

Como el consumo de electricidad en el tambo puede variar anualmente dependiendo de varios factores como ser temperatura del ambiente, temperatura de la leche, de la cantidad de vacas en ordeño, de la cantidad de litros de leche que se obtengan, de quien realice la operación, etc. Se calcula los posibles ingresos con un aumento y disminución de la cantidad de energía consumida en un 20% como se observa en las siguientes tablas.

Tabla 10: Aumento de 20% en consumo eléctrico

2017	2018	2019	2020	2021
\$94.715	\$103.234	\$117.266	\$117.266	\$117.266

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Disminución de 20% en consumo eléctrico

2017	2018	2019	2020	2021
\$65.774	\$71.690	\$81.435	\$81.435	\$81.435

Fuente: Elaboración Propia.

Fertilizantes

Otro de los productos que se obtiene a partir de los biodigestores son los biofertilizantes que en su contenido de los principales macronutrientes, según Hilbert

(2011) puede ser de 0,46% de N₂, 0,2% de P₂O₅ y 0,5% de K₂O pero estos son valores orientativos porque pueden variar dependiendo de la raza, manejo, alimento y tipo de sustrato que se utiliza para alimentar el biodigestor.

En el mercado existen fertilizantes que cuentan con estos macronutrientes, los más utilizados en el establecimiento es la urea (NPK 46-0-0), fosfato monoamónico (NPK 11-52-00) y fosfato diamónico (NPK 18-46-00). Para el cálculo del ahorro en fertilizante se utilizará la Urea (46-0-0) y el Fosfato monoamónico (11-52-0).

El valor del fosfato monoamónico es de \$8.211 la tonelada y \$ 7400 la tonelada de Urea. (Anexo 1. 1.6 Entrevista a Faustino Abitbol IMOP AGRO). Esto genera un ahorro de costos de \$83.964 para 2017 en fertilizantes (Ver Anexo 4: Cálculo de Ingreso por Fertilizantes).

Para un aumento de la energía consumida por el establecimiento en un 20% se necesita de mayor materia prima y esto generaría un ingreso por ahorro de fertilizantes por \$88.000.

Materia Prima

Para tener una mejor conversión y muchas veces por no ser suficiente el estiércol bovino, es necesario, contar con algún cultivo energético para colocar dentro del biodigestor. Uno de los mejores cultivos y que generan mayor cantidad de biogás es el maíz. Este cultivo, según Hilbert (2011), puede llegar a producir 190 m³ de biogás por cada tonelada de materia verde (MV). Es por esto que se calcula cuánto cuesta producir 1 ha de ensilaje de maíz. (Ver tabla 12; Costos de Ensilaje 2016)

Para calcular los costos y cuidados de cultivos se tomaron los datos de la empresa Campana Agropecuaria, al igual que el alquiler es el pactado por la empresa

con los arrendadores para el año 2016. En cuanto al precio de la soja es del disponible el día 9 de Septiembre de 2016 en la Bolsa de Cereales de Rosario (BCR, 2016) (Ver Anexo 5: Cálculo de ensilaje, Tabla: Gastos de Implantación y cuidados de cultivos). Los costos de confección de ensilado en bolsa se calcularon con datos aportados por la Cooperativa de Tamberos Ucacha quien se encarga de la elaboración de ensilajes para el establecimiento (ver Anexo 5: Cálculo de ensilaje, Tabla: Gastos de confección de ensilado de bolsa).

Tabla 12: Costo de Ensilaje 2016

Costos de implantación y cuidados de cultivos	\$3.732,07
Costo de confección de ensilado en bolsa	\$5.849
Costo de alquiler de campo 12 qq de soja*	\$4.800
Total por Hectarea	\$14.380,73
Total por tonelada (35 tn/Ha)	\$410,88

* Precio Soja disponible bcr.com 09/09/2016 \$4000/tn

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Campana Agropecuaria, Cooperativa de Tamberos Ucacha y BCR, (2016).

Conclusión parcial de viabilidad económica

Según lo expuesto anteriormente, existe en la argentina una matriz energética muy dependiente de las energías térmicas (aquellas generadas por combustibles fósiles) por lo que las tarifas de la generación de energía están directamente relacionadas al valor de los combustibles y también a la tasa de cambio por estar estos valores en dólares, además de ser unas de las energías de mayor costo de generación existente. Esta situación es muy poco probable que se modifique en un corto a mediano plazo, por lo que es factible afirmar que el costo de generación de energía seguirá siendo elevado.

Además se puede observar que a partir del 2016 existe una quita de los subsidios en la generación de energía comenzando de 30% que se pagara del precio monómico de generación en 2016 hasta llegar a un 90% en el año 2019. De realizarse la instalación del biodigestor los valores que debe afrontar en electricidad anualmente la empresa,

sería el ingreso del proyecto por un ahorro en costos de la empresa. Además existen también otros de los resultantes de la producción de biogás que es el biol, un abono orgánico natural, que representara un ahorro de costos en la utilización de fertilizantes para el establecimiento.

Además es necesario para el correcto funcionamiento del biodigestor es la utilización de cultivos energéticos por ello se calculó cuánto cuesta la producción de una tonelada de ensilaje de maíz.

Viabilidad Tecnica

Generación de biogás, etapas intervinientes

La generación de biogás se realiza a partir de un proceso biológico complejo en el cual existen numerosas reacciones bioquímicas, como así también, muchos microorganismos involucrados en estas reacciones que coexisten dentro de los biodigestores en condiciones de ausencia de oxígeno (anaeróbica) (Varnero Moreno, 2011).

Según Varnero Moreno (2011) existen 4 etapas conocidas dentro de un biodigestor que dan lugar al biogás. En cada una de estas etapas o fases existen diferentes tipos de bacterias que cada una tienen una función en la degradación de la materia. Estas etapas o fases son:

1. Fase de hidrólisis.
2. Etapa fermentativa o acidogénica
3. Etapa acetogénica

4. Etapa metanogénica

Según los lineamientos de Varnero Moreno (2011) y Hilbert (2011) en forma reducida en cada una de estas etapas ocurre lo siguiente:

En la Hidrólisis, al ingresar cualquier sustrato por lo general se compone de tres tipos básicos de macromoléculas: hidratos de carbono, proteínas y lípidos. En esta etapa existen microorganismos hidrolíticos que degradan las macromoléculas en fracciones más pequeñas (aminoácidos, azúcares, ácidos grasos y alcoholes). En esta etapa ya existe eliminación de dióxido de carbono (CO_2).

En la etapa fermentativa o acidogénica las bacterias encargadas de la hidrólisis más las bacterias acidogénicas transforman las moléculas en productos intermedios (propionico, butírico, valérico, etc). Además de producir compuestos que son aprovechados directamente por las bacterias metanogénicas (H_2 y acético). Estas bacterias no solamente producen alimento para los demás grupos de bacterias que actúan posteriormente sino que además elimina cualquier traza de oxígeno en el medio.

Luego existe la etapa acetogénica en la cual los productos que no pueden ser metabolizados por las bacterias metanogénicas (etanol, ácidos grasos volátiles y compuestos aromáticos), son transformados en producto más sencillos como el grupo acético, hidrógeno molecular (H_2) y dióxido de carbono (CO_2).

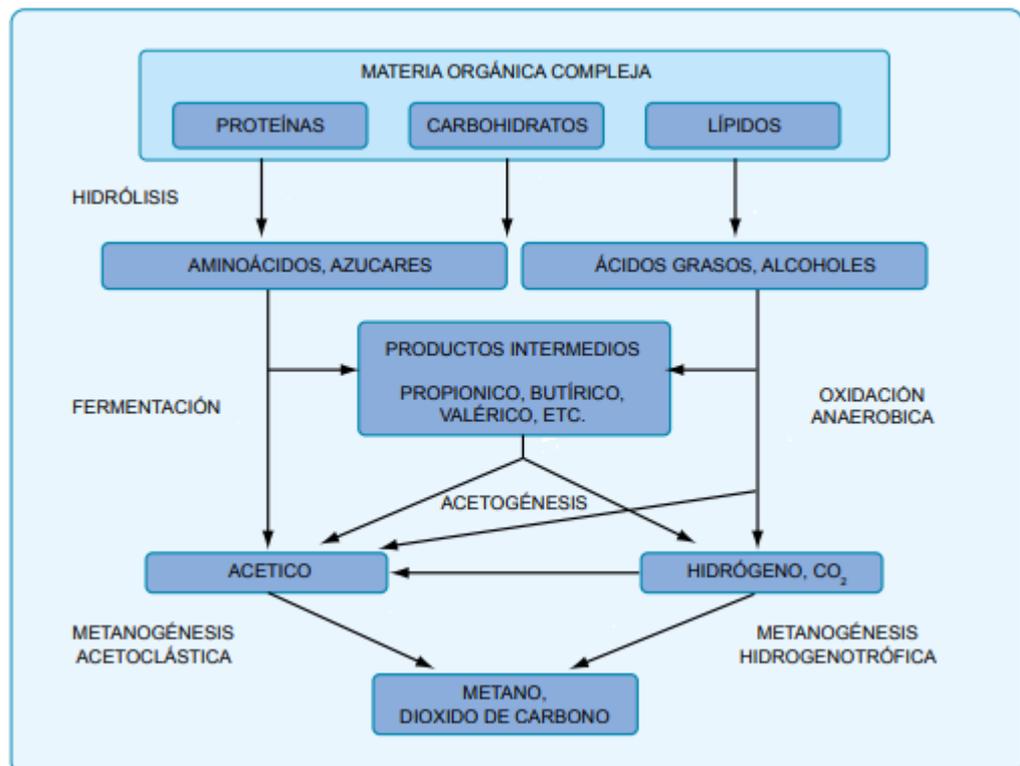
En la última etapa llamada metanogénica existen 2 grandes grupos de microorganismos en función al sustrato que metabolizan. Ellas son:

- Hidrogenotróficas: que consumen el H_2 y el CO_2 convirtiéndolo en Metano (CH_4) y CO_2 .

- Acetoclásticas: que consumen el acético para transformarlo en Metano y CO₂: estas llegan a producir hasta el 70% del Metano.

Todas las etapas, aunque se muestren por separadas, dentro de un biodigestor actúan en forma casi conjunta. En la siguiente Ilustración (Ilustración 15: Etapas de producción de metano) se describe los procesos antes mencionados.

Ilustración 15: Etapas de producción de metano



Fuente: (Varnero Moreno, 2011, pág. 20)

Energía necesaria, tamaño de biodigestor

Para el desarrollo de este trabajo, se propone utilizar un biodigestor en el cual se pueda encontrar la máxima eficiencia debido a que se necesita de la generación eficiente de energía diaria para el funcionamiento del tambo. Para ello se tendrá en cuenta que se trabajará con biodigestores que operan en el rango de bacterias mesófilas.

Se plantea un biodigestor con sistema de calentamiento para que trabaje en el rango antes mencionado y que se encuentre el sustrato siempre entre una temperatura de 35°C y 37°C. El calentamiento del digestor se puede realizar de distintas formas. Para el proyecto se utilizará el calor producido por el cogenerador eléctrico. Esto genera que aumente la actividad biológica. Por lo tanto, la producción de gas también aumentará y además, disminuirá el tiempo de retención hidráulica (TRH) del sustrato. Se utilizará un biodigestor de tipo semi continuo. Se realizan cargas diariamente que tienen una relación directa con el volumen total e indirecta con el TRH. En este tipo de biodigestores se descarga el efluente regularmente en una proporción igual a la carga recibida.

Al trabajar con un biodigestor de las características antes mencionadas, el TRH para sustratos de mezcla de estiércol bovino con ensilaje de maíz es de aproximadamente unos 45 días. (Anexo 1: 1.7 Entrevista Ing. Horacio Pinasco)

La energía que necesita el establecimiento para funcionar (calculado anteriormente en la viabilidad comercial) es de 114,41 kWh diarios para el año 2016. Según el Ing. Horacio Pinasco (Anexo 1: 1.7 Ing. Horacio Pinasco) por las especificaciones de este tipo de proyecto se necesitara de aproximadamente un 25% más de energía, la cual la requerirá el biodigestor para funcionar en cuanto a mantenimiento (Agitador, bombas para intercambiadores de calor, etc.) y para poder afrontar posibles variaciones en la demanda de energía, esto da un total de 143 kWh de energía requerida en un día normal para funcionar. Tomando como referencia que para generar 1 kWh se necesita 0,8 m³ de biogás (debido a que se trabaja con generadores de baja eficiencia) tal como se observa en la Tabla 13 la cantidad necesaria de biogás

para el funcionamiento del cogenerador durante las 24 horas se calcula en 114 m³/día de biogás.

Tabla 13: Cantidad de biogás necesario.

Energía Producida por generador (KWh)	Cantidad de gas para producir 1 kWh (m ³)	Total Necesario de gas por día (m ³)
143	0,8	114

Fuente: Elaboración Propia con datos de Entrevista Ing. Horacio Pinasco.

Para poder abastecer la demanda de biogás que necesita el cogenerador eléctrico para funcionar, primero se calcula cuánto biogás puede producir el establecimiento, teniendo en cuenta el desecho bovino. Este es el recolectado por el corral de espera donde se concentran las vacas por un cierto tiempo (alrededor de 6 horas). Según Varnero Moreno (2011) un animal bovino de 500 kg es posible recolectar hasta 10 kg/día y cada kilogramo de estiércol puede llegar a generar 0,04 m³ de biogás. Es por ello que en un día el tambo con sus animales puede llegar a producir alrededor de 2050 kg de estiércol y unos 82 m³ de biogás.

Tabla 14: Producción de biogás con desecho bovino

kg de Estiércol producido por animal en 6 hs	Cantidad de Vacas en Tambo	Kg de estiércol por día	m3 de biogás que produce 1 kg de estiércol	Equivalente a Biogás (m ³)
10	205	2050	0,04	82

Fuente: Elaboración propia con datos de (Varnero Moreno, 2011) y Entrevista a Edgardo Campana Socio – Gerente.

Al no ser suficiente la cantidad de biogás que se puede producir con el estiércol bovino es necesario algún aporte energético de otro tipo. En este trabajo se utiliza el

ensilaje de maíz para cubrir esa faltante de biogás. Según Hilbert (2011) una tonelada de ensilaje de maíz puede producir hasta 190 m³ de biogás. Para poder abastecer los 114 m³ de biogás demandado se necesita que, además del estiércol bovino, se agregue 173 kg/día de ensilaje de maíz.

Tabla 15: Ensilaje de maíz

Ensilaje de Maíz (kg)	m ³ de biogás que produce 1 kg de ensilaje de maíz	Equivalente a Biogás (m ³)
173	0,19	32

Fuente: Elaboración propia con datos de Hilbert (2011)

Teniendo en cuenta la cantidad de estiércol bovino y de ensilaje de maíz que se cargaran diariamente al biodigestor más la cantidad de agua que se debe agregar al sustrato para obtener un porcentaje de solidos totales (%ST) del 8% y además, del tiempo de retención hidráulica (TRH) de 45 días se puede calcular el volumen mínimo que deberá tener el biodigestor para un normal funcionamiento del mismo y además el tambo.

$$\text{Volumen del digestor (m}^3\text{)} = \text{Volumen de carga diaria m}^3\text{/día} \times \text{TRH}$$

Para ello solo falta saber qué volumen de carga diaria tendrá el biodigestor. Si se tiene en cuenta que se necesita un 8% S.T en la carga diluida para una mejor eficiencia del biodigestor se debe agregar 1,5 litros de agua por cada kg de estiércol bovino y 8,62 litros de agua por cada kg de ensilaje de maíz (Ver Anexo 6: Porcentaje de solidos totales) que da un total de 4569 litros de agua que se deben agregar en el sustrato diariamente.

Tabla 16: Cantidad de agua en el sustrato

Materia a Utilizar	kg	Litros de Agua
Estiercol por día	2050	3075
Ensilaje de maíz	173	1494
Total		4569

Fuente: Elaboración propia con datos de Varnero Moreno (2011).

Conociendo las densidades de cada uno de los elementos que componen el sustrato en este caso estiércol bovino = 993 kg/m^3 , Ensilaje de Maíz = 560 kg/m^3 y agua = 1000 kg/m^3 (1 litro de agua = a 1 kg de agua), se puede calcular el volumen de carga diaria que tendrá el biodigestor, que es de $6,94 \text{ m}^3$.

Tabla 17: Volumen Diario

Volumen Estiercol (m^3)	2,06
Volumen Ensilaje (m^3)	0,31
Volumen Agua (m^3)	4,57
Total Volumen Diario (m^3)	6,94

Fuente: Elaboración Propia.

Conociendo el volumen diario de carga al biodigestor ($6,94 \text{ m}^3$) más la TRH (45 días), el digestor deberá tener como mínimo para almacenar el sustrato diario un volumen de 312 m^3 .

Tabla 18: Volumen mínimo del biodigestor

Volumen diario (m^3)	TRH	Volumen del Digestor (m^3)
6,94	45	312

Fuente: Elaboración Propia.

Además, se debe tener lugar para almacenar el biogás, este se almacena dentro del biodigestor y en una cúpula sobre el mismo.

Componentes del Sistema

Para el correcto funcionamiento del sistema se necesitan de varios elementos que interactúen entre sí para poder trabajar correctamente y tener una alta eficiencia en la generación de biogás. Estos componentes son:

Sistema de acarreo o alimentación

Es un sistema que asegure el aprovisionamiento rápido de la materia prima a una cámara de carga del biodigestor. Para la carga del estiércol bovino se utilizará una bomba estercolera que ya se encuentra en funcionamiento en el tambo. La misma recolecta y luego eleva el estiércol diluido en agua hasta las represas de depósito de manera automatizada. En cuanto al ensilaje de maíz se incorporara a través de un tractor con pala frontal en una cámara de carga del biodigestor.

Ilustración 16: Sistema de Alimentación



Fuente: Elaboración Propia

Cámara de carga

Esta cámara permitirá almacenar el sustrato por un periodo corto antes de ingresar al biodigestor. Debe ser de un volumen que permita al menos 2 días de carga para soportar posibles imprevistos, aproximadamente 14 mts³.

Cámara de Digestión

En esta cámara es donde ocurre todo el proceso biológico principal, en el cual se degrada la materia para luego convertirse en biogás. Estas cámaras deben ser impermeables al agua y al gas para que no existan fugas de ningún tipo al fin de evitar cualquier contaminación o peligro de explosión en las cercanías del digestor y además, debe ser con material aislante para ahorrar en cantidad de energía necesaria para mantener al digestor trabajando en un rango de temperatura óptimo.

Si bien pueden tener diversos formatos en cuanto a su estructura, para este proyecto será en forma de cilindro y el material de concreto. Esta cámara cuenta con una entrada del sustrato, que normalmente es por la parte superior. Por otro lado, está la salida del efluente que por lo general es un único tubo con válvulas a distintos niveles para que se pueda extraer el efluente de mejor calidad con la menor cantidad de sólidos. Por último, la extracción de lodos se realiza por el suelo del reactor, generalmente desde el centro que cuenta con una leve inclinación.

Ilustración 17: Cámara de digestión



Fuente: (Zorg Biogas AG, 2016)

Mezcladores

Estos proporcionan una agitación del sustrato para remover y evitar la formación de costras, nivelar la densidad bacteriana y evitar espacios muertos donde no haya bacterias lo que genera que no se desintegre la materia y que no se produzca biogás. Además, sirve para distribuir la temperatura de manera uniforme dentro de todo el biodigestor. Para el actual proyecto se prevé instalar un mezclador mecánico.

Ilustración 18: Mezclador mecánico



Fuente: (Zorg Biogas AG, 2016)

Almacenador de gas

Este está compuesto por una membrana que se ubica en la parte superior del reactor y se acumula el gas que se produce diariamente debido a que la digestión anaeróbica es continua durante todo el día y la utilización del biogás solo se limita a una fracción de horas.

Ilustración 19: Cúpula de gas



Fuente: (Zorg Biogas AG, 2016)

Antorcha

Esta es utilizada para eliminar los gases cuando se encuentran en exceso en el sistema de biodigestión con el fin de que cualquier exceso de gas se quemara y no sea liberado al ambiente en forma de metano.

Ilustración 20: Antorcha



Fuente: (Zorg Biogas AG, 2016)

Automatización

A través de distintos sensores y reguladores, se tiene un control en todo el proceso sobre procesos críticos del sistema y realizando acciones que beneficien al sistema. Además se hacen controles periódicos de los procesos a distancia.

Cogenerador Eléctrico

El cogenerador es un motor de combustión interna que convertirá al biogás en 2 tipos de energía: la eléctrica que se utilizara para las tareas diarias del tambo (30 KVA a biogás) y para las tareas del biodigestor. Además, se obtendrá energía térmica la cual servirá como parte del sistema de calentamiento del biodigestor.

Sistema de Calefacción del biodigestor

Este sistema cuenta de una serie de tuberías que circulan dentro del biodigestor y que sirven para intercambiar el calor dentro del biodigestor y mantenerlo en un rango de temperatura estable. Se intercambiara el calor producido por el generador.

Filtro desulfurizador y filtro deshidratador

Estos filtros permiten el acondicionamiento del biogás para la posterior utilización en el motor del cogenerador eléctrico. En cuanto al filtro desulfurizador, este permite eliminar el sulfuro de hidrogeno (H_2S) debido que es un gas altamente corrosivo y ocasionaría un desgaste prematuro de los elementos internos del motor en el generador. El filtro deshidratador permite la extracción del vapor de agua.

Depósito de biol

Es un depósito de un volumen de 500 m^3 aproximadamente, donde se puede acumular el biol por aproximadamente 6 meses para luego ser esparcido por la superficie agrícola del establecimiento.

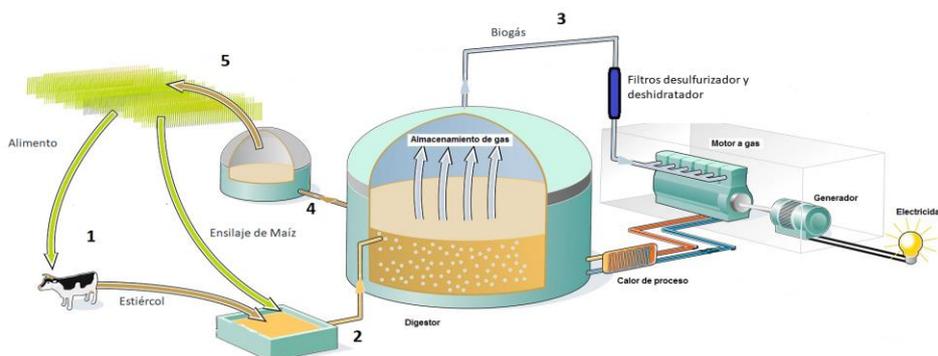
Operación diaria de la planta de biogás

1. La planta de biogás se alimentará, como se observó anteriormente, de ensilaje de maíz y estiércol bovino. Este último es obtenido por el lavado del corral de espera en donde por gravedad llega a un pozo en el cual se encuentra diluida con agua del lavado y luego es transportada a la cámara de carga del biodigestor por medio de cañerías, siendo impulsada por una bomba estercolera. En cuanto al ensilaje de maíz, se empleará una pala cargadora que introducirá diariamente a la cámara de carga del biodigestor. En esta cámara, se realiza una mezcla previa del estiércol.

2. Una vez acumulado el sustrato de un día en la cámara de carga se bombea a la cámara de digestión, donde será removido continuamente para evitar la formación de costras y facilitar la liberación de metano. Además, se calentará la mezcla a una temperatura de 35° para darle las condiciones óptimas para la proliferación de bacterias. Todo este sustrato será retenido en promedio durante 45 días.
3. Todo el biogás producido en un día por medio de tuberías adaptadas para transportar este tipo de gas son enviadas a un filtro desulfurizador y deshidratador para adecuar el biogás antes de entrar como combustible para el motor del cogenerador eléctrico que alimentará de energía eléctrica al tambo o para calentar el biodigestor.
4. La biomasa que ya fue fermentada en el biodigestor se envía a un depósito de biol donde se retiene hasta que se pueda aprovechar en algún cultivo.
5. El biol es utilizado como fertilizante para los cultivos y son esparcidos por los lotes del establecimiento.

Los pasos descritos anteriormente se ven reflejados en la siguiente ilustración.

Ilustración 21: Generación de electricidad y proceso de biodigestor.



Fuente: Elaboración propia sobre imagen de Maintain Power Ltda (2015)

Localización, Inversión inicial y costos del proyecto

En cuanto la localización se encontrara dentro del establecimiento y en un punto muy cercano al tambo, donde no habría costos extras para la alimentación del biodigestor con su principal materia prima. En la siguiente ilustración se muestra la posible instalación que tendrá la planta de biogás.

Ilustración 22: Localización del Biodigestor



Fuente: (Earth, 2016) A: Deposito de biol; B: Camara de Carga; C: Biodigestor; D: Sala de motores y control; E: Tambo

No son muchas las empresas que se dedican a la instalación de biodigestores, y muchas de ellas no realizan obras en el cuales no se alcance el MWh en generación de energía (aquellas empresas que sumen su generación al MEM). Por esta razón, no existen muchas opciones al momento de decidir en la elección del proveedor para este tipo de inversiones. Para este proyecto se solicita un presupuesto a la empresa Tecnored de la ciudad de Río Cuarto-Córdoba. La misma se encarga del diseño, instalación y puesta en marcha de la planta. Estas plantas son entregadas en la modalidad llave en mano.

Se estima que las inversiones se realizan en el año 2016 y la planta comience a funcionar a principios del 2017. El valor total de las inversiones fijas es de \$4.527.156 e incluye la instalación y puesta en funcionamiento del biodigestor, cogenerador y perimetrado.

Ilustración 23: Inversión Fija

Item	Valor en Pesos
Equipamiento Primario	\$1.851.360
Instalación de instrumentos	\$38.000
Instalación electrica	\$186.960
Edificación	\$364.800
Preparación del terreno	\$68.400
Servicios y comunicación	\$369.360
Mano de obra	\$1.399.920
Total Biodigestor	\$4.278.800
Generador Electrico de 25 KVA	\$235.600
Perimetrado	\$12.756
Total Inversión Inicial	\$4.527.156

Fuente: Elaboración propia con datos de Tecnored, Practiko Construcciones (Anexo 7)

Los costos variables están dados por las materias primas que alimentaran al biodigestor. En este caso, el estiércol bovino se establece en un costo de \$0, si bien

puede tener algún costo de oportunidad, se tiene en cuenta que al utilizarlo en un biodigestor se está eliminando un pasivo ambiental del establecimiento (problemas de enfermedades, roedores, etc.). Es por ello que se anula y quedaría en un costo cero. En cuanto al silaje de maíz, este es calculado en viabilidad comercial y tendría un costo de \$0,41 por kg.

Tabla 19: Costos variables

Materia Prima				
Item	Cantidad Anual	Unidad	Precio Unitario	Total
Estiercol Bovino	748.250	Kg	\$0,00	\$0
Ensilaje de Maíz	63.241	Kg	\$0,41	\$25.984
Total Anual de Materia Prima				\$25.984

Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto los costos fijos se encuentran el mantenimiento preventivo del cogenerador, estos se encuentran detallados en Anexo 8: Costos de mantenimientos preventivos de cogenerador. El mantenimiento del biodigestor que incluye cambios de válvulas, revisión de biodigestor, revisión de cúpula, desulfurizador y deshidratador, etc. se calcula como un 0,3% de la inversión inicial. La carga diaria anualizada que se debe realizar para el silaje de maíz, para el trabajo en cuestión se toma fijo debido a que la capacidad de esta va de 1 kg hasta 450 kg de silaje de maíz. También se encuentra el desagote y fertilización de los lotes agrícolas con el biol. Si bien este es variable a la cantidad producida de energía, se toma en la estructura fija para que se iguale con los ingresos suponiendo que el costo que incurre la empresa en el desagote de las fosas actuales se igualará con el desagote del depósito de biol. Por último, se encuentra el costo operativo para la planta. Si bien no es muy alto el tiempo requerido y en un principio se planea realizar las tareas de mantenimiento diario y control por personal del establecimiento, debido a que por momentos el personal se encuentra ocupado a su

máxima capacidad, se incorpora al cálculo el jornal mínimo establecido por resolución para establecer como el costo de oportunidad que debe asumir el proyecto por dejar de realizar tareas para el establecimiento (Ver Anexo 9: Operario) (Hilbert, 2011).

Tabla 20: Costos Fijos

Suministros, Mantenimiento, y mano de obra	
Item	Total
Mantenimiento preventivo de coogenerador (Anual)	\$32.535
Mantenimiento de Biodigestor y componentes (Anual)	\$12.836
Carga de Biodigestor (Anual)	\$10.288
Desagote de deposito de biol y fertilización de lote (Anual)	\$17.385
Operario de Planta 4 horas por dia (anual)	\$82.545
Total de costos fijos	\$155.589

Fuente: Elaboración propia con datos de Entrevista Ing. Horacio Pinasco, Cooperativa de tamberos Ucacha Ltda. Resolución 2/2016, (2016) Embolsado de granos y coeficiente uta (2016)

Conclusión parcial de viabilidad técnica

De acuerdo al estudio realizado anteriormente, se plantea un biodigestor de alta eficiencia debido que se necesita de elevados niveles de biogás para poder alimentar el cogenerador eléctrico y cubrir la demanda de energía. Para ello se debe contar con un biodigestor que supere los 300 mts³ y un cogenerador de 30 kVA, además de todos los

componentes necesarios que ayudan a un mejor aprovechamiento de los recursos. Esto demanda una alta inversión, cercana a los 5 millones de pesos y conlleva un alto costo de funcionamiento para los niveles de producción de energía que tiene el establecimiento, particularmente por la mano de obra y el mantenimiento del biodigestor (entre ambos 63% de los costos totales).

Viabilidad Económica-Financiera

Ingreso por ahorro de costo

Como se menciona anteriormente en el estudio, los ingresos del proyecto no son efectivamente ingresos por la venta de algún producto o servicio, si no que sería por un ahorro de costos de la empresa. Para este caso el ahorro que tiene la empresa en electricidad y fertilizantes principalmente. Además, se agrega como ingreso el ahorro de costo que va a tener la empresa en concepto de desagote de la represa que es del mismo monto que el costo de desagote del biol, esto es debido a que la actual estructura el estiércol vacuno más agua utilizada en el lavado de la pista de espera van a parar a las fosas antes mencionada y con el biodigestor en marcha este estiércol ira al biodigestor para luego alojarse en el depósito de biol.

Tabla 21: Ingresos

Item	2017	2018	2019	2020	2021
Energía	\$78.929	\$86.029	\$97.722	\$97.722	\$97.722
Fertilizante	\$83.964	\$83.964	\$83.964	\$83.964	\$83.964
Vaciado de Fosas	\$17.385	\$17.385	\$17.385	\$17.385	\$17.385
Total	\$162.893	\$169.993	\$181.686	\$181.686	\$181.686

Fuente: Elaboración Propia;

Inversiones, costos y capital de trabajo

La inversión fija que necesita el proyecto se vio claramente en la viabilidad técnica y es necesario un desembolso de \$4.527.156 de pesos. La vida útil de los activos se calcula de acuerdo a criterios técnicos, para ello todo el equipo del biodigestor en estructura se observa una vida útil de 20 años, todo del perimetrado tiene una vida útil de 12 años y el cogenerador de 5 años.

Tabla 22: Inversión inicial, Depreciación y valor residual

Item	Valor en Pesos	Vida Util en años	Depreciación	Depreciación acumulada	Valor Residual
Total Biodigestor	\$4.278.800	20	\$213.940	\$1.069.700	\$3.209.100
Generador Electrico de 25 KVA	\$235.600	5	\$47.120	\$235.600	\$0
Perimetrado	\$12.756	15	\$850	\$4.252	\$8.504
Total Inversión Inicial	\$4.527.156		\$261.060		\$3.209.100

Fuente: Elaboración Propia

El valor de desecho para el presente proyecto se calculó a través del valor de desecho contable (valor de adquisición menos depreciación que tenga acumulada al final del estudio del proyecto). La inversión circulante o capital de trabajo se tomara como todos los costos necesarios para que la planta de biogás afronte un año entero. Esto es debido que al no tener ingresos reales de dinero y solo es un ahorro la empresa deberá contar con los fondos necesarios para el normal funcionamiento de la misma.

En cuantos los costos se encuentran detallados en la viabilidad técnica y ascienden a \$25.984 de materia prima y \$155.589 en costos operativos y de estructura.

Flujo de fondo escenario base.

Para la confección de este flujo de fondo se estimó un horizonte de evaluación de 5 años, esto se tomó por la vida útil de la alternativa de vida más corta, en este caso el cogenerador.

Para el cálculo del valor actual neto (VAN) se toma para la tasa libre de riesgo se toma un bono de Estado Unidos a 5 años Para la tasa de mercado se toma la tasa de interés del Lebac a 3 meses (98 días) y el beta se toma igual a la de mercado (1) por no hacer lucro de la actividad y no se presta ningún servicio al mercado, corre con el riesgo sistemático del mercado. La tasa de descuento será de 25,30%

Tabla 23: Flujo de fondos base

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ahorro de costos		\$162.941	\$170.040	\$181.734	\$181.734	\$181.734
Costo variable		-\$25.984	-\$25.984	-\$25.984	-\$25.984	-\$25.984
Costo fijo		-\$155.589	-\$155.589	-\$155.589	-\$155.589	-\$155.589
Depreciación activos fijos		-\$261.060	-\$261.060	-\$261.060	-\$261.060	-\$261.060
UaII		-\$279.692	-\$272.593	-\$260.900	-\$260.900	-\$260.900
Impuesto (35%)		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad Neta		-\$279.692	-\$272.593	-\$260.900	-\$260.900	-\$260.900
Depreciación +		\$261.060	\$261.060	\$261.060	\$261.060	\$261.060
Inversión Fija	-\$4.527.156					
Capital de trabajo	-\$181.574					\$181.574
Valor residual						\$3.209.100
Flujo de fondos netos	-\$4.708.730	-\$18.632	-\$11.533	\$160	\$160	\$3.390.834

Fuente: Elaboración propia.

El VAN de este proyecto es negativo, de -\$3.632.928,70 Esto representa que el proyecto no supera lo exigido por los inversionistas. Por otro lado la TIR es de -6,49% de esta manera se observa que los flujos de fondos netos no alcanzan a cubrir la inversión realizada y por último el PRI (Periodo de recuperación de la inversión) es mayor a 5 años, por lo cual es otro indicativo que nunca se recupera la inversión.

Flujo de fondo con 20% más de energía consumida.

Para este nuevo flujo de fondo se estima que la empresa consume un 20% más de energía total en el establecimiento los ingresos por ahorro de costo varían por una mayor cantidad de kWh consumidos y por una mayor obtención de fertilizantes, los costos variables de la materia prima también aumentan debido a que se debe utilizar más materia prima para generar energía.

Tabla 24: Flujo de fondos 20% más de energía

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ahorro de costos		\$203.334	\$211.853	\$225.885	\$225.885	\$225.885
Costo variable		-\$44.590	-\$44.590	-\$44.590	-\$44.590	-\$44.590
Costo fijo		-\$155.589	-\$155.589	-\$155.589	-\$155.589	-\$155.589
Depreciación -		-\$261.060	-\$261.060	-\$261.060	-\$261.060	-\$261.060
UAll		-\$257.905	-\$249.386	-\$235.354	-\$235.354	-\$235.354
Impuesto (35%)		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Utilidad Neta		-\$257.905	-\$249.386	-\$235.354	-\$235.354	-\$235.354
Depreciación +		\$261.060	\$261.060	\$261.060	\$261.060	\$261.060
Inversión Fija	-\$4.514.400					
Capital de trabajo	-\$193.126					\$193.126
Valor residual						\$3.209.100
Flujo	-\$4.707.526	\$3.155	\$11.674	\$25.706	\$25.706	\$3.427.931

Fuente: Elaboración propia.

Para este nuevo flujo el VAN es de -\$3.564.195,10 siendo nuevamente negativo, dando la idea que el proyecto no supera la tasa exigida para el proyecto, la TIR es de -5,82% demostrando nuevamente que los flujos descontados no superan la inversión inicial. Por último el PRI es mayor a 5 años, superando otra vez el horizonte de

evaluación por lo que no se alcanzaría a cubrir la inversión requerida antes de descontar los flujos.

Flujo de fondo con financiamiento

Se plantea la posibilidad de tomar un préstamo a tasa blanda otorgado por el BNA (Banco de la Nación Argentina) en el programa mipymes nación 125 años el cual consiste un crédito a devolver en 36 meses con una tasa fija del 15% TNA y un período de gracia de 12 meses. El destino de estos proyectos es la financiación de proyectos de inversión en bienes de capital, nuevos. (Ver Anexo 10: Crédito mipyme)

Si bien el monto máximo a financiar depende de las decisiones del BNA, para el cálculo de este proyecto se establece una financiación del 70% en la Inversión fija, (\$3.169.009,20), la tasa de corte se calcula por el CPPC y resulta en una tasa de 15,31% esto se debe al agregar la tasa de la deuda apalancada.

Para el nuevo flujo (Ver Tabla 23) el VAN vuelve a dar negativo pero en una menor magnitud (-\$2.352.520,85), pero en el caso de la TIR se muestra perjudicada por el apalancamiento de la deuda (-17,18%) en cuanto al PRI también al igual que en los demás flujos, el recupero excede el horizonte de evaluación por lo que no se recupera la inversión.

Tabla 25: Flujo de fondo con financiación

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingreso por ahorro de costos		\$162.941,05	\$170.040,49	\$181.733,69	\$181.733,69	\$181.733,69
Costo variable		-\$25.984,31	-\$25.984,31	-\$25.984,31	-\$25.984,31	-\$25.984,31
Costo fijo		-\$155.589,21	-\$155.589,21	-\$155.589,21	-\$155.589,21	-\$155.589,21
Intereses del Préstamo		-\$39.612,62	-\$403.626,05	-\$256.594,99	-\$85.928,02	\$0,00
Depreciación activos fijos		-\$261.060,00	-\$261.060,00	-\$261.060,00	-\$261.060,00	-\$261.060,00
UAll		-\$319.305,09	-\$676.219,08	-\$517.494,82	-\$346.827,85	-\$260.899,83
Impuesto (35%)		\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Utilidad Neta		-\$319.305,09	-\$676.219,08	-\$517.494,82	-\$346.827,85	-\$260.899,83
Depreciación +		\$261.060,00	\$261.060,00	\$261.060,00	\$261.060,00	\$261.060,00
Inversión Fija	-\$4.708.730,00					
Capital de trabajo		-\$181.573,52				\$181.573,52
Valor residual						\$3.209.100,00
Préstamo	\$3.169.009,20					
Amortización de la deuda		-\$70.242,12	-\$914.630,83	-\$1.061.661,89	-\$1.122.474,36	\$0,00
Flujo de fondos netos	-\$1.721.294,32	-\$128.487,21	-\$1.329.789,91	-\$1.318.096,71	-\$1.208.242,21	\$3.390.833,69

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de Sensibilidad.

En este análisis, se observan cómo responden los tres indicadores utilizados en este proyecto (VAN, TIR y PRI) antes variaciones de sus variables, para el estudio en cuestión, se realizará variaciones en el valor de la tarifa eléctrica, valor de los fertilizantes.

Para el primer caso se propone un aumento de la tarifa eléctrica del 50% la tarifa. En el caso de la situación base sin financiamiento, el VAN da como resultado - \$3.513.682,83, la TIR es de -5,37% y el PRI sigue siendo mayor al horizonte de evaluación. En cuanto al mismo planteo con financiamiento, el VAN es de -

\$2.222.520,41, La TIR es -15,59% y un PRI nuevamente mayor al horizonte de evaluación.

En un segundo caso se evalúa el planteo de aumento de mayores ingresos por aumento en la tarifa de electricidad y aumento del valor comercial de los fertilizantes, ambos en un 50%. Para este nuevo supuesto, los valores sin financiamiento son VAN: -\$3.401.472,07, TIR: -4,36% y el PRI mayor a 5 años. En cuanto con financiamiento los valores son: VAN: -\$2.101.354,45, TIR: -14,13% y PRI: Mayor a 5 años.

Conclusión parcial de viabilidad económica-financiera

En este estudio realizado primero se plantea una situación base del proyecto donde no existe financiamiento externo solo se cubre con capital propio. Los resultados obtenidos de las herramientas utilizadas arrojan resultados negativos para el proyecto. Luego se calcula el mismo proyecto con un aumento en la demanda de energía en el tambo, donde los indicadores vuelven a arrojar resultados negativos.

Para un segundo caso se evalúa el proyecto con financiamiento externo, donde se toma una tasa de corte calculada por una combinación de tasas de capital propio más la deuda que contraiga el proyecto. Los indicadores arrojan resultados negativos indicando que no hay retorno de la inversión.

Por último se observan los indicadores con variaciones en el ingreso por aumento de la tarifa eléctrica y de los precios de fertilizantes comerciales y arrojan nuevamente resultados negativos para el proyecto.

Se concluye que el proyecto no es viable económica y financieramente para el proyecto planteado.

Bibliografía

Baca Urbina, G. (2001). *Evaluacion de proyectos* (Cuarta ed.). México, D.F.: McGraw-Hill.

Baca Urbina, G. (2010). *Evaluación de proyectos* (Sexta ed.). México, D.F: McGraw-Hill.

Badii, M. H., Guillen, A., & Abreu, J. L. (2016). Energías Renovables y Conservación de Energía. *Revista Daena (International Journal Of Good Conscience)*, 11(1), 141-155.

BCR. (9 de Septiembre de 2016). *Bolsa de Comercio de Rosario* . Obtenido de <http://www.bcr.com.ar>

Callejo Ramos, A., & Majano Gamarra, M. (s.f.). Salas de Ordeño (2ª Parte). Tipos de instalaciones (II). Salas de espina de pescado. *Frisona española*(182), 122-127. Recuperado el 2 de 9 de 2016, de <http://www.revistafrisona.com/Portals/0/articulos/n182/A18204.pdf>

CAMMESA. (2017a). *Informe Anual 2016*. Recuperado el 2017 de Abril de 25, de <http://portalweb.cammesa.com/Documentos%20compartidos/Noticias/Informe%20Anual%202016.pdf>

Charlon, V. (2007). *Desafíos y estrategias para implementar la Digestión Anaeróbica en los Agrosistemas*. Buenos Aires: Inta.

Earth, G. (2016). Imagen Satelital Tambo. Recuperado el 02 de 09 de 2016, de <https://www.google.com/maps/@-33.0884913,-63.5699081,321m/data=!3m1!1e3>

Elías Castells, X., & Bordas Alsina, S. (2011). *Energía Agua Medio Ambiente Territorialidad Y Sostenibilidad*. Madrid, España: Diaz de Santos.

Embolsado de granos y coeficiente uta. (2016). *Margenes agropecuarios*(377), 51.

Esteves, B. (2012). *Democratización energética 100% renovable la energía del futuro*. Concordia.

Fachverband Biogas. (2017). Recuperado el 08 de Abril de 2017, de <https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE-Zahlen-und-Fakten>

FUNDELEC. (2011). *Un sector clave para la integración eléctrica nacional: El transporte eléctrico en Argentina*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2017, de <http://fundelec.com.ar/informes/info0033.pdf>

Goicoa, V. (2016). Relevamiento nacional de plantas de biogás. En M. Bragachini (Ed), *15° curso de agricultura y ganadería de precisión con agregado de valor en origen* (págs. 213-218). Manfredi: Ediciones INTA.

Gubinelli, G. (2017). *Energía Estratégica*. Recuperado el 15 de Agosto de 2017, de <http://www.energiaestrategica.com/congreso-se-prepara-tratar-proyecto-ley-generacion-distribuida-energias-renovables/>

Herrero, I. A. (2010). EFLUENTES DEL TAMBO, ¿ALGO MOLESTO A ELIMINAR O UN RECURSO A UTILIZAR? *Producir XXI*, 68-71. Obtenido de <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/instalaciones_tambo/164-
efluentes.pdf

Hilbert, I. A. (2011). *Manual para la producción de biogas*. I.N.T.A. Castelar: I.N.T.A.

Recuperado el 25 de 10 de 2016, de INTA:
[http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-
manual_para_la_produccion_de_biogs_del_iir.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_para_la_produccion_de_biogs_del_iir.pdf)

INTI. (2016). *Normas de seguridad, una oportunidad concreta para crecer*.

Recuperado el 29 de abril de 2017, de <http://inti.gob.ar/e-renova/erBI/er54.php>

Klitenik, F., Mira, P., & Maldovan, P. (2009). *El Mercado Eléctrico Argentino*.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas.

Koontz, H., & Weihrich, H. (2007). *Administración Una perspectiva global*. México,

D.F.: McGraw-Hill.

Lara, D. (2014). *Ecoferia*. Recuperado el 4 de Julio de 2017, de

<https://ecoferiablog.com/2014/11/30/desechos-a-energia/>

Ley N° 24065. (1992). Energía Eléctrica. *REGIMEN LEGAL*. Argentina.

Ley N° 26.190. (2006). Energía Eléctrica. *REGIMEN DE FOMENTO NACIONAL*

*PARA EL USO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGIA DESTINADA A
LA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA*. Argentina.

Ley N° 27.191. (2015). Energía Eléctrica. *Régimen de Fomento Nacional para el uso*

*de Fuentes Renovables de Energía destinada a la Producción de Energía
Eléctrica. Modificación*. Argentina.

Lira Briceño, P. (2015). *Evaluación de proyectos de inversión: herramientas financieras para analizar la creación de valor*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Maintain Power Ltda. (2015). Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de *Maintain Power Ltda web site.*: http://maintainpower.cl/web/?page_id=136

Mendéz, J. M., Sosa, N., Bragachini, M., & Mathier, D. (2016). La bioenergía en el sector agropecuario argentino como herramienta para el agregado de valor en origen. En M. Bragachini (Ed), *15° Curso internacional de Agricultura y ganadería de precisión con agregado de valor en origen* (págs. 207-210). Manfredi, Córdoba, Argentina: Ediciones INTA. Recuperado el 12 de Junio de 2017, <http://www.agriculturadeprecision.org/articulos/15toCursoAgPrec.asp#recopTecnicas>

Ministerio de Energía y Minería. (2016). PRECIO MAYORISTA DE LA ENERGIA ELECTRICA. Argentina. Recuperado el 27 de Marzo de 2017, de <http://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=6886>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Introducción de Biodigestores en Sistemas Agropecuarios en el Ecuador. Un aporte a la mitigación y adaptación al cambio*. Quito, Ecuador.

Otero, A. (2014). *Tratamiento de efluentes en un tambo comercial*. General Villegas: INTA.

Resolución 2/2016. (2016). TARIFAS DE SALARIOS MINIMOS - APROBACION. Argentina.

Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jordan, B. D. (2006). *Fundamentos de finanzas corporativas* (Séptima ed.). México: McGraw-Hill.

Sapag Chaín, N. (2007). *Proyectos de inversión: Formulación y evaluación*. México,D.F.: Prentice Hall.

Sapag Chaín, N. (2011). *Proyectos de inversión. Formulación y evaluación* (Segunda ed.). Distrito Federal, Chile: Pearson Educación.

Sapag Chaín, N., & Sapag Chaín, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. (Quinta ed.). Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.

Semyraz, D. J. (2006). *Preparación y evaluación de proyectos de Inversión*. Buenos Aires: Osmar D. Buyatti.

Semyraz, D. J. (2014). *Elaboración y Evaluación de proyectos de inversión* (Segunda ed.). Buenos Aires: Osmar D. Buyatti.

Subsecretaria de Energías Renovables. (2017). *Ministerio de Energía y Minería*. Recuperado el 09 de abril de 2017, de <https://www.minem.gob.ar/www/833/25897/proyectos-adjudicados-del-programa-renovar.html>

Taverna, M., & Fariña, S. (2013). *Anuario de la Lechería Argentina 2013*. Fundación para la Promoción y el Desarrollo de la Cadena Láctea Argentina. Buenos Aires: Inforcampo S.A. Obtenido de <http://fundacionpel.org/anuario/>

Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual de biogas*. Santiago de Chile, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

(FAO). Recuperado el 26 de 10 de 2016, de
<http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>

Zorg Biogas AG. (2016). *Zorg Biogas*. Recuperado el 09 de Noviembre de 2016, de
<http://zorg-biogas.com>

Anexo

Anexo 1: Entrevistas

1.1 Entrevista a Edgardo Campana Socio – Gerente.

Técnica: Entrevista semidirigida. Instrumento: Guía de pautas.

Guía de pautas.

1. Nombre del establecimiento y Razón Social de la empresa.
2. Ubicación del establecimiento.
3. Actividades que se realiza.
4. Personas que realizan cada actividad.
5. Cantidad de hectáreas destinada a cada actividad.
6. Características del tambo: Producción, composición del rodeo, operaciones diarias que se realizan.
7. Destino y manejo de efluentes.
8. Cantidad de energía consumida del tambo
9. Proveedores del tambo.

1.2 Entrevista a Silvia Hermeninto Personal de INTI.

Técnica: Entrevista dirigida. Instrumento: Cuestionario

1. ¿Existen Normativas para la instalación de una planta de biodigestión anaeróbica?

2. ¿Qué medidas está tomando INTI?
3. ¿Qué peligros existen en el funcionamiento de un biodigestor anaerobio y en la utilización del gas para la obtención de energía eléctrica?

1.3 Entrevista a Gerardo Bordese Contador

Técnica: Entrevista semidirigida. Instrumento: Cuestionario.

1. ¿Existe algún cambio en los tributos de ganancia e Impuestos al valor agregado (IVA) con respecto al uso de energía renovables en las empresas?
2. ¿Qué empresas entrarían en este régimen?

1.4 Entrevista a Alberto Guendulain Titular INTA.

Técnica: Entrevista semidirigida. Instrumento: Guía de pautas

1. Problemas que generan los efluentes en el medio ambiente y tambo
2. Soluciones que recomienda INTA para el tratamiento de los efluentes
3. Beneficios del biol (producto secundario de la biodigestor)

1.5 Entrevista a Ing. Gustavo Bernardi, Gerente CESP

Técnica: Entrevista semidirigida. Instrumento: Guía de pautas.

1. Que funciones realiza la cooperativa
2. Energías Renovables: ¿Que potencial tiene la zona para desarrollar energías renovables?

3. ¿Cómo se contabiliza la energía consumida? Energía activa y energía reactiva.
¿Se cobra al usuario la energía reactiva?
4. ¿Cuál es la tarifa actual y a futuro que perspectiva se ven? Que Influencia tiene las energías alternativas
5. Generación Distribuida: ¿Qué es y cómo se puede implementar?

1.6 Entrevista a Faustino Abitbol IMOP AGRO

1. Fertilizantes que se utilizan más habitualmente.
2. Características de los fertilizantes.
3. Precio de los fertilizantes.

1.7 Entrevista Ing. Horacio Pinesco.

Técnica: Entrevista semidirigida Instrumento: Guía de pautas.

1. Que tipos de biodigestores construyen. Como es la carga, con que temperatura trabaja y que TRH tendrá
2. Como ha sido su experiencia con la instalación de biodigestores.
3. En la experiencia personales que cantidad de materia prima se necesita para generar 1 metro cubico de biogás y cuanta energía puede producir ese biogás.
4. Que dimensión puede tener un biodigestor para cubrir las necesidades del tambo
5. Que costos de mantenimiento tendrá
6. Como es el manejo diario del biodigestor
7. Cuanta energía necesita para operar normalmente el biodigestor

8. Cuál es la vida útil del sistema y de sus parte

Anexo 2: Cálculo ponderado de tarifa

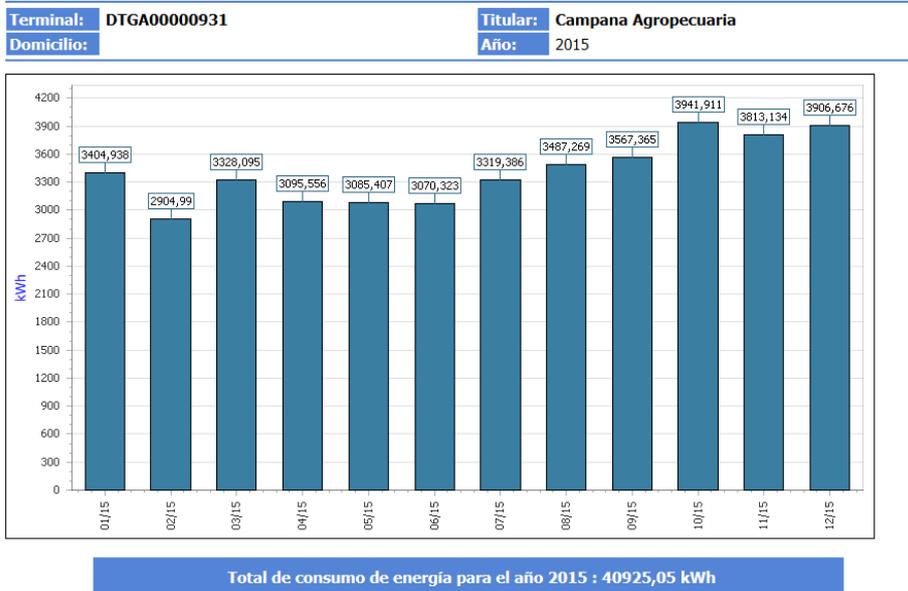
Fecha	ene-16	feb-16	mar-16	abr-16	may-16	jun-16	jul-16	ago-16	sep-16	oct-16	nov-16	dic-16
	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	1,582	1,784	1,784	1,784	1,747	1,784	1,784	1,851	1,851	1,851	1,851	1,851
	379	379	379	379	1,803	379	379	379	379	379	379	379
	499	499	499	499	1,821	499	499	499	499	499	499	499
	999	999	999	999	1,650	999	999	999	999	999	999	999
	999	1,447	999	1,580	758	1,580	999	1,720	999	1,720	999	1,892
	782	1,422	232	209		89	290	702	822	808	1,203	343
Total Kw	3778	3749	3228	3205	2755	3085	3286	3698	3818	3804	4199	3339
Tarifa Promedio Ponderada	1,488	1,645	1,667	1,670	1,687	1,675	1,664	1,767	1,762	1,763	1,750	1,960

Fuente: Elaboración propia con datos extraído de empresa Campana Agropecuaria.

Anexo 3: Energía consumida por establecimiento.

Año 2015

Gráfico de Energía Activa anual



Año 2016

Gráfico de Energía Activa anual



Anexo 4: Cálculo de Ingreso por Fertilizantes

Para este cálculo se estima la cantidad de kilogramos que se va a obtener de cada uno de los macronutrientes utilizados. Para ello se toma en cuenta los kilogramos de materia prima que entra al biodigestor y se lo multiplica por un 98% ya que se reduce solo un 2%.

Tabla 26: Kg de Nutrientes

Producción de biol por día (kg)	2.179
Producción total anual	795.261

Nitrogeno (kg)	Fosforo (kg)	Potasío (Kg)
0,46%	0,20%	0,50%
3658,20	1590,52	3976,30

Fuente: Elaboración Propia con datos de Hilbert, (2011)

Luego se calcula qué valor tiene el biofertilizante con respecto al valor del fertilizante comercial y se obtiene el valor económico del biol. (Ministerio del Ambiente, 2015)

Tabla 27: Ahorro por sustitución de fertilizante.

Fertilizante	Nutrientes en el fertilizante	Concentración en el fertilizante	Disponibilidad anual del nutriente en biol (Kg)	Disponibilidad anual en forma comercial (Kg)	Precio del kg de biofertilizante	Ahorro por sustitución de fertilizante por biol
Urea (46-0-0)	Nitrógeno	46%	3658,20	7952,61	\$7,40	\$58.849,30
Fosfato monoamónico (11- 52-00)	Fósforo	52%	1590,52	3058,70	\$8,21	\$25.114,95
Total Fertilizante						\$83.964,25

Disponibilidad anual de forma comercial = (Disponibilidad anual del nutriente en biol * 100%) /
Concentración del fertilizante)

Fuente: Elaboración propia siguiendo el modelo de Ministerio del Ambiente (2015, pág. 64) y datos de 1.6 Entrevista a Faustino Abitbol IMOP AGRO

Anexo 5: Cálculo de ensilaje.

Gastos de Implantación y cuidados de cultivos

Labor / insumos	Dosis / unidad	Precio/unidad	Gasto (\$/ha)
Barbecho			
Glifosato	1,50 kg/ha	122,45 \$/kg	\$183,68
2,4 D 60%	0,50 Lts/ha	72,075 \$/Lts	\$36,04
Dicamba	0,12 Lts/ha	271,25 \$/Lts	\$32,55
Atrazina	1 kg/ha	125,55 \$/kg	\$125,55
Aplicación Terrestre	1 Ha	60 \$/Ha	\$60,00
Siembra			
Semilla Maiz*	69.230 Sem/ha	0,02 \$/sem	\$1.453,83
Fertilizante Urea + PDA	80 Kg/ha	6,82 \$/kg	\$545,60
Siembra	1 Ha	320 \$/ha	\$320,00
Post-Siembra			
Glifosato	1,50 Kg/ha	122,45 \$/kg	\$183,68
Atrazina	1,00 Kg/ha	125,55 \$/kg	\$125,55
Aplicación Terrestre	1 Ha	60 \$/ha	\$60,00
Fertilizante Urea + PDA	80,00 Kg/ha	6,82 \$/ha	\$545,60
Fertilizacion al Voleo	1 Ha	60 \$/Ha	\$60,00
Total			\$3.732,07

* Maiz Silo AX 887 RR Nidera U\$S 112

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Campana Agropecuaria S.C.C y Banco Nación.

Gasto de Confeccion de ensilado (35 Tn MV/Ha)

Labor/insumos	Costo para socios	Cantidad/unidad	Total
Costo por HA	\$2.500	1 Ha	\$2.500
Precio de metro embolsado*	\$300	8,33 mts	\$2.499
Bolsa de 10" x 100 mts **	\$102	8,33 mts	\$850
Total de Confeccion de silo por ha			\$5.849

*Bolsa de 10 pies 4200 kg por mts

** Bolsa de 10 pies por 100 mts \$10200

MV: Materia Verde

Obtenidos de Cooperativa de Tamberos Ucacha Ltda.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de cooperativa de tamberos.

Anexo 6: Porcentaje de solidos totales.

Para el cálculo de dilución de agua se siguen los lineamientos de Varnero Moreno (2011) en donde se recomienda un % ST del 8% en carga diluida de agua para asegurar un buen funcionamiento del proceso. En el caso del estiércol bovino que puede tener un 20% de solidos totales y el ensilaje de maiz un 77% de solidos totales, se calcula que cantidad de agua necesaria para diluir esta carga y tener en el sustrato un 8% ST. Para ello se utiliza la siguiente ecuación

$$\%S.T (carga diluida) = \frac{1 \text{ kg } x * \% S.T x}{1 \text{ kg } x * Wagua}$$

Conociendo que el:

$$\%S.T (carga diluida)= 0.08$$

$$\% S.T x = 0.20 \text{ en estiércol bovino } \text{ ó } 0.77 \text{ en ensilaje de maíz}$$

Wagua = resultado esperado

Esto da como resultado:

1,5 Litros de agua por cada kilogramo de Estiércol bovino y 8, 625 Litros de agua por cada kilogramo de ensilaje de maíz

Anexo 7: Inversión Inicial



Tecnored consultores SA
Mitre 857 Rio Cuarto-Córdoba-Argentina

Campana Agropecuaria 14/11/2016

Ucacha- Cordoba

PRESUPUESTO

Equipamiento Primario	\$	1.851.360
Instrumentos	\$	38.000
Instalación electrica	\$	186.960
Edificación	\$	364.800
Preparación del terreno	\$	68.400
Servicios y comunicación	\$	369.360
Mano de obra	\$	1.399.920
Cogenerador electrico 25 KVA	\$	235.600
Total	\$	4.514.400



PRESUPUESTO CAMPANA AGROPECUARIA S.C.C		
Perimetrado de 130 mts		
130 mts de perimetrado con alambrado y postes de caño petrolero y mano de obra	\$50 mts	\$6.000
12 Caño petrolero para poste	\$233 c/u	\$2.796
2 portones de 2,20 x 2 mts colocados	\$1980 c/u	\$3.960
TOTAL		\$12.756

PRACTIKO CONSTRUCCIONES
de Pérez Gabriel Alejandro
Tel: 0353-154272795

Anexo 8: Costos de mantenimiento preventivo de cogenerador.

Tabla 28: Mantenimiento preventivo cogenerador

Componetes	Horas de cambio	Cantidad anual	Costo por unidad de mantenimiento	Costo total
Aceite lubricante y filtro de aceite lubricante	300	26,77	\$770,00	\$20.610,33
Cambio Filtro de aire	1000	8,03	\$285,00	\$2.288,55
Cambio de correa y juego de bujias	2500	3,21	\$3.000,00	\$9.636,00
Total Mantenimiento preventivo Cogeneradores				\$32.534,88

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Ing. Horacio Pinesco.

Para el cálculo del mantenimiento se tomaron un total de 8030 horas anuales. Se estima esta cantidad de horas como las reales de funcionamiento porque se deben realizar paradas preventivas para la inspección del cogenerador.

Anexo 9: Operario

Tabla 29: Costo Operativo

Item	Haber mensual	Aporte Patronal 29,5%	Meses	Total Anual
Operario de planta	\$4.903,17	\$1.446,43	13	\$82.544,81

Fuente: (Resolución 2/2016, 2016)

El haber mensual se calculó tomando 4 horas diarias y el jornal de \$40,30 por hora. Inciso C de la Resolución 2/2016 (2016).

Anexo 10: Crédito mipyme

BENEFICIARIOS: Micro, pequeñas y medianas empresas bajo cualquier forma societaria o unipersonal, de todos los sectores económicos cuya producción, de bienes y/o servicios, esté destinada al mercado interno o a la exportación

DESTINO: Financiación de proyectos de inversión destinados a la adquisición de Bienes de capital, nuevos.

Construcción de instalaciones necesarias para la producción de bienes y/o servicios y la comercialización de bienes y/o servicios.

Capital de trabajo de proyectos de inversión de MiPyMEs por hasta un monto equivalente al 20% del importe total del proyecto.

Se admite la financiación de proyectos productivos que incluyan la adquisición de inmuebles en la medida en que el importe de la financiación no supere el 70% del valor atribuible a las construcciones efectuadas sobre el terreno.

Se podrá financiar la adquisición de bienes importados, nacionalizados o no.

Para el caso de inversiones ganaderas en retención de vientres, se admitirá el financiamiento de capital de trabajo por un monto equivalente al 20% del importe total del proyecto.

AGENTE FINANCIERO: BNA

Hasta \$ 10.000.000 (pesos diez millones)

Inversiones: hasta el 100% (cien por ciento) del valor de compra o tasación, de ambos el menor, incluido el IVA

Capital de Trabajo asociado al proyecto de inversión, por hasta un monto equivalente al 20% del importe total del proyecto

PERÍODO DE GRACIA: Fijo de doce (12) meses

PLAZO AMORTIZACIÓN DE CAPITAL: Treinta y seis (36) meses

INTERÉS: 15% TNA Fija, por todo el plazo del préstamo

GARANTÍAS: A satisfacción del Banco

Tabla 30: Amortización

Fecha	Saldo Inicial	Cuota	Interés	Capital	Saldo Final
16/12/2017	\$3.954.770,88	\$109.854,74	\$39.612,62	\$70.242,12	\$3.844.916,14
16/01/2018	\$3.844.916,14	\$109.854,74	\$38.734,59	\$71.120,15	\$3.027.646,93
16/02/2018	\$3.027.646,93	\$109.854,74	\$37.845,59	\$72.009,15	\$2.955.637,78
16/03/2018	\$2.955.637,78	\$109.854,74	\$36.945,47	\$72.909,27	\$2.882.728,51
16/04/2018	\$2.882.728,51	\$109.854,74	\$36.034,11	\$73.820,63	\$2.808.907,88
16/05/2018	\$2.808.907,88	\$109.854,74	\$35.111,35	\$74.743,39	\$2.734.164,49
16/06/2018	\$2.734.164,49	\$109.854,74	\$34.177,06	\$75.677,68	\$2.658.486,81
16/07/2018	\$2.658.486,81	\$109.854,74	\$33.231,09	\$76.623,65	\$2.581.863,16
16/08/2018	\$2.581.863,16	\$109.854,74	\$32.273,29	\$77.581,45	\$2.504.281,71
16/09/2018	\$2.504.281,71	\$109.854,74	\$31.303,52	\$78.551,22	\$2.425.730,49
16/10/2018	\$2.425.730,49	\$109.854,74	\$30.321,63	\$79.533,11	\$2.346.197,38
16/11/2018	\$2.346.197,38	\$109.854,74	\$29.327,47	\$80.527,27	\$2.265.670,11
16/12/2018	\$2.265.670,11	\$109.854,74	\$28.320,88	\$81.533,86	\$2.184.136,25
16/01/2019	\$2.184.136,25	\$109.854,74	\$27.301,70	\$82.553,04	\$2.101.583,21
16/02/2019	\$2.101.583,21	\$109.854,74	\$26.269,79	\$83.584,95	\$2.017.998,26
16/03/2019	\$2.017.998,26	\$109.854,74	\$25.224,98	\$84.629,76	\$1.933.368,50
16/04/2019	\$1.933.368,50	\$109.854,74	\$24.167,11	\$85.687,63	\$1.847.680,87
16/05/2019	\$1.847.680,87	\$109.854,74	\$23.096,01	\$86.758,73	\$1.760.922,14
16/06/2019	\$1.760.922,14	\$109.854,74	\$22.011,53	\$87.843,21	\$1.673.078,93
16/07/2019	\$1.673.078,93	\$109.854,74	\$20.913,49	\$88.941,25	\$1.584.137,68
16/08/2019	\$1.584.137,68	\$109.854,74	\$19.801,72	\$90.053,02	\$1.494.084,66
16/09/2019	\$1.494.084,66	\$109.854,74	\$18.676,06	\$91.178,68	\$1.402.905,98
16/10/2019	\$1.402.905,98	\$109.854,74	\$17.536,32	\$92.318,42	\$1.310.587,56
16/11/2019	\$1.310.587,56	\$109.854,74	\$16.382,34	\$93.472,40	\$1.217.115,16
16/12/2019	\$1.217.115,16	\$109.854,74	\$15.213,94	\$94.640,80	\$1.122.474,36
16/01/2020	\$1.122.474,36	\$109.854,74	\$14.030,93	\$95.823,81	\$1.026.650,55
16/02/2020	\$1.026.650,55	\$109.854,74	\$12.833,13	\$97.021,61	\$929.628,94
16/03/2020	\$929.628,94	\$109.854,74	\$11.620,36	\$98.234,38	\$831.394,56
16/04/2020	\$831.394,56	\$109.854,74	\$10.392,43	\$99.462,31	\$731.932,25
16/05/2020	\$731.932,25	\$109.854,74	\$9.149,15	\$100.705,59	\$631.226,66
16/06/2020	\$631.226,66	\$109.854,74	\$7.890,33	\$101.964,41	\$529.262,25
16/07/2020	\$529.262,25	\$109.854,74	\$6.615,78	\$103.238,96	\$426.023,29
16/08/2020	\$426.023,29	\$109.854,74	\$5.325,29	\$104.529,45	\$321.493,84
16/09/2020	\$321.493,84	\$109.854,74	\$4.018,67	\$105.836,07	\$215.657,77
16/10/2020	\$215.657,77	\$109.854,74	\$2.695,72	\$107.159,02	\$108.498,75
16/11/2020	\$108.498,75	\$109.854,98	\$1.356,23	\$108.498,75	\$0,00
TOTALES:		\$3.954.770,88	\$785.761,68	\$3.169.009,20	\$0,00

Fuente: Elaboración Propia