



Universidad Nacional de Rosario
Centro de Estudios Interdisciplinarios

TESIS DE MAESTRIA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO
PARA LA VALORIZACION DEL METANO GENERADO EN LA
PLANTA DEPURADORA DE LIQUIDOS CLOACALES
DE LA CIUDAD DE CASILDA**

María José Ugalde

Rosario, Mayo de 2014

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO
PARA LA VALORIZACION DEL METANO GENERADO EN LA
PLANTA DEPURADORA DE LIQUIDOS CLOACALES
DE LA CIUDAD DE CASILDA**

Trabajo presentado para optar al
grado de Magister en Sistemas
Ambientales Humanos

Rosario, Mayo de 2014

Fdo: María José Ugalde

Vº.Bº del Director

Vº.Bº del Co-Director

Fdo: DSP Med. Vet. Arsenio Alfieri

Fdo: Ing. Eduardo Groppelli

Título de la Investigación	1
Resumen	1
Introducción	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Preguntas relativas a los objetivos	2
Hipótesis	2
Estado de la cuestión	3
Justificación	3
Marco Teórico	3
Historia de la digestión	3
Historia del saneamiento en la ciudad de Casilda	4
Cambio climático	5
Características del biogás	6
Composición química del biogás	6
Emisiones de gases de efecto invernadero	7
¿Por qué es importante estudiar el Gas Metano generado?	8
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)	8
Situación proyectos MDL en el Mercado Internacional	9
Situación en Argentina	10
Oportunidades y Amenazas del desarrollo MDL	13
Marco legal	14
Metodología	16
Formulario para proyecto de actividades de pequeña escala	17
Conclusión	66
Bibliografía	67
Anexo 1: Contacto con los participantes de la actividad del proyecto	72
Anexo 2: Datos de la organización	73
Anexo 3: Equipos instalados en la PDLC	74
Anexo 4: Ecuaciones	75
Anexo 5: Proceso de depuración de líquidos cloacales – Distrito Casilda	79
Anexo 6: Factura tipo Empresa Provincial de la Energía	93
Anexo 7: Presupuesto Bounous	95
Anexo A: Países incluidos en la Convención Marco sobre Cambio Climático	99

Título de la investigación:

Desarrollo de un Mecanismo de Desarrollo Limpio para la valorización del metano generado en el Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de la ciudad de Casilda.

Resumen

En esta investigación se analizará la situación en nuestro país y la utilización del método de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) emitido por la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC) el cual permite a las industrias (aquellas que firmaron el Protocolo de Kyoto) recibir certificados de la reducción de las emisiones (RCE), invirtiendo en proyectos de reducción de carbono en los países que no están obligados a reducir las emisiones

El problema que se plantea en la actualidad es la falta de fondos que cuenta la empresa Aguas Santafesinas S.A. para realizar la obra de captación y tratamiento de los gases emitidos en los digestores de Planta Depuradora de Líquidos Cloacales (PDLC) de la ciudad de Casilda, con el objeto de disminuir el impacto ambiental generado en la atmósfera y analizar la posibilidad de obtener beneficios económicos con la venta de los RCE.

Se trata de una investigación documental, motivo por el cual se articula dos paradigma: el interpretativo y el crítico.

Los resultados de la investigación propuesta aportarán elementos nuevos para la utilización de energías renovables en una Planta Depuradora de Líquidos Cloacales.

Palabras claves: aguas residuales, biodigestores, biogás, metano, energías alternativas, Mecanismo de Desarrollo Limpio, bonos verdes.

Introducción:

Toda comunidad produce residuos tanto líquidos como sólidos. La parte líquida, también llamada agua residual, proviene esencialmente del agua suministrada a la comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos a que ha sido sometida. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, las aguas residuales pueden definirse como una combinación de líquidos o aguas portadoras de residuos procedentes de residencias, instituciones públicas, así como de centros comerciales e industriales, a las que, eventualmente, pueden agregarse aguas subterráneas, superficiales y pluviales.

En un agua residual no tratada, que se deje estancada durante un cierto tiempo, la descomposición de la materia orgánica que contiene, puede llevar a la producción de gases malolientes, además el agua residual bruta contiene, frecuentemente, numerosos microorganismos patógenos causantes de enfermedades que habitan en el aparato digestivo humano.

Por estas razones la eliminación inmediata del agua residual desde sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y evacuación, no es solamente deseable sino que es necesaria en una sociedad y para ello Aguas Santafesinas S.A. tiene en la ciudad de Casilda la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales.

En el proceso de depuración, la planta cuenta con dos biodigestores en los cuales como consecuencia de su funcionamiento producen una mezcla de gases (metano, anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico, etc.) los cuales debe evitarse que se emitan a la atmosfera sin tratamiento a fin de no generar impacto ambiental.

Por consiguiente, en esta investigación se propone analizar las alternativas de captura y valorización de los gases de la descomposición anaeróbica, como fuente alternativa de energía, minimizando los riesgos asociados al tratamiento de líquidos cloacales.

Objetivo general:

Implementar el método Mecanismo de Desarrollo Limpio como herramienta de financiación para la captura y tratamiento del biogás

Objetivos específicos:

- ◆ Evaluar el proceso de digestión anaeróbica del líquido residual como fuente de generación de energías alternativas.
- ◆ Analizar el sistema de captación y tratamiento de gases
- ◆ Analizar la posibilidad técnica y económica de utilizar el biogás capturado para la generación y aprovechamiento de energía eléctrica en la planta depuradora.
- ◆ Contribuir a la disminución del efecto invernadero con una fuente de energía alternativa que reemplace la utilización de combustibles fósiles.
- ◆ Aportar un proyecto que sirva de línea base para nuevas investigaciones centradas en el desarrollo sustentable, con el cual Aguas Santafesinas S.A. pueda disponer de una herramienta de evaluación para nuevos casos de interés provincial y para la Argentina en general.

Preguntas relativas a los objetivos

- 1) ¿Cómo es el sistema de depuración en la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales? ¿Es eficiente?
- 2) ¿De qué institución depende ASSA? ¿Existe presupuesto disponible por parte de la empresa para realizar los trabajos de aprovechamiento energético?
- 3) ¿Qué mecanismo de financiación se podría utilizar para realizar el sistema de tratamiento del biogás generado en la PDLC de Casilda?
- 4) ¿Es sustentable el aprovechamiento de energía generado en los digestores?

Hipótesis

- “Aguas Santafesinas S.A. y la Sec. de Aguas, Servicios Publico y Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe, no cuentan con presupuesto disponible para realizar las mejoras en la PDLC”
- “Los países que firmaron el Protocolo de Kyoto están interesados en comprar bonos verdes para disminuir sus emisiones”

- “El ambiente, la población de la ciudad de Casilda y en particular Aguas Santafesinas S.A. se verán beneficiados con la captura y reutilización del biogás generado en la PDLC”

Estado de la cuestión

De acuerdo a los relevamientos realizados, el tema a investigar no ha sido abordado explícitamente.

Sin embargo, es importante destacar que sí existen proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio aplicados a la captura de gases generados en rellenos sanitarios.

Justificación

Los resultados de la investigación propuesta pretenden aportar una nueva herramienta de evaluación para la captura y tratamiento de los gases generados en las Planta Depuradoras de Líquidos cloacales, basándose en conocimientos previos existentes relacionados a utilización del Mecanismo de Desarrollo Limpio en Rellenos Sanitarios.

Dicha investigación podría utilizarse en todas aquellas ciudades y/o empresas que tengan plantas depuradoras de líquidos cloacales. En particular la empresa Aguas Santafesinas, cuenta con tres plantas de depuración con similares características.

Además se debe considerar que tanto la empresa como la población en general se verán beneficiados ya que se comenzarían a utilizar energías renovables en reemplazo de combustibles fósiles.

En la actualidad los gases generados se emiten a la atmosfera con la consecuente contaminación ambiental; con la aplicación de esta investigación se pretende obtener vías de financiamiento para la captura de biogás y generación de energía para reutilización en varias actividades dentro de la PDLC como ser, iluminación del predio e instalaciones, calefacción dentro del digestor, alimentación de bombas, entre otros.

Marco Teórico:

Historia de la digestión

Intereses científicos en los gases producidos por la descomposición natural de la materia orgánica se registraron por primera vez en el siglo XVII por Robert Boyle y Stephen Hale, quienes señalaron que el gas inflamable fue lanzado por perturbar el sedimento de los ríos y lagos y en 1808, Sir Humphry Davy determinó que el metano está presente en los gases producidos por el estiércol del ganado.

El primer digestor anaerobio fue construido por una colonia de leprosos en Bombay, India en 1859; dicha tecnología fue desarrollada en 1895 en Exeter, Inglaterra, donde se utilizó un tanque séptico para generar gas para el alumbrado público y en 1904 se instaló en Hampton, el primer tanque de doble propósito, tanto para la sedimentación como para el tratamiento de lodos. En 1907, en Alemania, se concedió una patente para el tanque Imhoff, una forma temprana de digestor. En la década de 1930 a través de investigaciones científicas, la digestión anaeróbica ha ganado el reconocimiento académico.

La fuerte dependencia de los combustibles para la energía ha hecho que la investigación de fuentes de energía alternativa sea más atractivo.

Las naciones en desarrollo han sido los motores principales en el desarrollo de los digestores anaeróbicos a pequeña escala. Estos programas tuvieron un notable desarrollo en países como China, Nepal, India, Vietnam, Colombia, Perú, Ecuador, Tanzania, y Costa Rica (Un et al., 1996; Lansing, 2008).

En Europa y los Estados Unidos, la tecnología de digestión anaerobia ha sido una opción para la gestión de residuos agrícolas o de alimentos. Los grandes sistemas pueden gestionar con eficacia una amplia variedad de flujos de residuos, mientras que también producen importantes cantidades de energía en forma de biogas. La generación de electricidad, transporte y los sistemas de calefacción han sido impulsados por grandes sistemas de biodigestores. (Tecnología de RCM, de 2006; EPA, 2009; la Convención Marco, 2008).

Historia del saneamiento en la ciudad de Casilda¹:

Los servicios sanitarios de agua y cloaca comenzaron a desarrollarse a fines del siglo 19 y principios del 20 como correlato de las epidemias de cólera. La población en esos años era abastecida por algunos pozos semisurgentes de uso privado, numerosos pozos de balde de las napas superficiales, aljibes y otros depósitos de agua de lluvia.

Con el correr del tiempo, las distintas empresas municipales y privadas se nacionalizaron e integraron en una única empresa nacional de agua y saneamiento denominada Obras Sanitarias de la Nación (OSN). En la década de los 80 se conformó la Dirección Provincial de Obras Sanitarias (DiPos) y en el año 1996 se privatizó conformándose Aguas Provinciales de Santa Fe (APSF) del grupo español Suez. A partir de año 2006 (continúa en la actualidad) se constituyó Aguas Santafesinas S.A² que es una empresa estatal cuyo objetivo es el de proveer agua potable y desagües cloacales en quince ciudades de la Provincia de Santa Fe.

La empresa se rige por la Ley de Sociedades Comerciales cuyo mayor accionista es el Estado de la Provincia de Santa Fe con el 51% del capital social, luego le siguen los Municipios que forman parte de la concesión con el 39%, y el 10% restante corresponden a los empleados de la sociedad a través del Programa de Propiedad Participada.



Específicamente en la ciudad de Casilda se tiene como referencia que en la década del 30 la fuente de provisión de agua estaba constituida por cuatro pozos semisurgentes perforados a una profundidad de 36 m, luego el agua era impulsada a un depósito elevado de hormigón armado de 500 m³ de capacidad.

Con respecto al tratamiento de los líquidos cloacales se encontraba en un pequeño terreno ubicado en la zona sur de la ciudad, dos cámaras Imhoff que recepcionaban los líquidos, que se evacuaban por una cloaca máxima de 1000 metros de longitud al A° La Candelaria.

La planta depuradora de líquidos cloacales proyectada por DIPOS, inició sus actividades el día 20 de Septiembre de 1999 bajo la gestión de APSF, actualmente Aguas Santafesinas Sociedad Anónima (ASSA) y tiene una capacidad nominal de tratamiento para 31.000 habitantes. Dicha planta permite el tratamiento de los líquidos residuales de la ciudad con su consecuente disminución de la contaminación principalmente en el cuerpo receptor. Sin embargo se debe tener en cuenta que dicha planta no trata las emisiones gaseosas generadas en los digestores, lo cual implica un impacto negativo al recurso aire.

Los digestores son unos tanques cerrados cuyo principio de tratamiento se conoce como fermentación anaeróbica; la misma se lleva a cabo de forma natural en el interior de un biodigestor, aparato que facilita el crecimiento y la proliferación de un grupo de bacterias anaeróbicas metanogénicas, que descomponen y tratan los residuos, dejando como resultado final, un gas combustible conocido como biogás, además de un efluente líquido alcalino rico en nutrientes y materia orgánica estabilizada.

Es por ello que se evaluará la captación del mismo y su utilización en la planta depuradora con el fin de disminuir el impacto ambiental generado en el ambiente además de obtener beneficios sociales y económicos.

Observación: en el anexo 5 se detalla el proceso de depuración de líquidos cloacales de la ciudad de Casilda

Cambio climático

Comenzando la década del '60, los científicos advirtieron al público el cambio climático mundial, en particular el calentamiento global, un resultado inevitable de las emisiones de dióxido de carbono por la quema de combustibles fósiles (Lovins, 1977; de la Convención Marco, 2008).

El incremento excesivo de las concentraciones de los gases de efecto invernadero hace que la capacidad de la atmósfera de retener parte de la energía emitida por la superficie terrestre se incremente, tendiendo a producir una elevación peligrosa de la temperatura media de la tierra.

Un aumento en la concentración de estos gases además de provocar cambios en la temperatura promedio de la tierra, modificaría el clima mundial provocando importantes alteraciones en los regímenes de precipitaciones, incremento de la desertificación, alteraciones de los ciclos agrícolas, el derretimiento de los hielos, etc, etc.

Muchas actividades humanas contribuyen sustancialmente al incremento del efecto invernadero; entre las más importantes se encuentran la quema de combustibles fósiles, la agricultura, la ganadería, la deforestación, algunos procesos industriales y los depósitos de residuos urbanos.

En 1992 después de más de dos décadas de conferencias sobre el medio ambiente y el cambio climático, la Convención de las Naciones Unidas esbozó el primer marco internacional para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que fue ratificado por 192 municipios y comenzó a regir su vigencia en 1994.

En 1997 fue firmado el Protocolo de Kyoto, el cual compromete a 37 países industrializados a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un promedio de 5% por debajo de los niveles establecidos en 1990, en el período comprendido entre 2008 al 2012. En virtud del acuerdo cada nación está obligada no sólo a reducir las emisiones nacionales, sino que también estableció mecanismos de mercado para "compensar" las emisiones de otras maneras, como es el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Características del biogás

El biogás es la mezcla de gases que se produce durante la fermentación anaeróbica y está compuesto por metano, hidrógeno, nitrógeno, dióxido de carbono, oxígeno y trazas de ácido sulfhídrico, en donde el metano se presenta en una concentración que va desde un 60 a un 70 %³.

El biogás generado en los biodigestores simples casi siempre contiene un número de otros componentes como el vapor de agua y el sulfuro de hidrógeno. Si bien estos componentes se encuentran en concentraciones bajas (por ejemplo, sulfuro de hidrógeno es a menudo mucho menos del 1% de la composición total), pueden proporcionar importantes inconvenientes para el uso del mismo.

La composición típica del biogás tiene una alta proporción de Metano (CH₄), un gas combustible que permite la utilización de este producto con fines energéticos ya que por su poder calorífico podría emplearse para reemplazar los combustibles tradicionales.⁴

Composición química del biogás⁵

<i>Componentes</i>	<i>Fórmula química</i>	<i>Porcentaje</i>
Metano	CH ₄	60-70
Gas carbónico	CO ₂	30-40
Hidrógeno	H ₂	1
Nitrógeno	N ₂	0,5
Monóxido de carbono	CO	0,1
Oxígeno	O ₂	0,1
Ácido sulfhídrico	H ₂ S	0,1

Emisiones de gases de efecto invernadero

Debido que el metano genera 21 veces el calentamiento global que el dióxido de carbono, se considera una de las más altas prioridades para reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Es decir, un potencial de calentamiento de 21 sobre un período de 100 años. Esto implica que la emisión de una tonelada de metano tendrá 21 veces el impacto de la emisión de una tonelada de dióxido de carbono durante los siguientes cien años.

El metano tiene un gran efecto por un breve período (aproximadamente 10 años), mientras que el dióxido de carbono tiene un pequeño efecto por un período prolongado (sobre los 100 años). Debido a esta diferencia en el efecto y el periodo, el potencial de calentamiento global del metano en un plazo de 20 años es de 63.

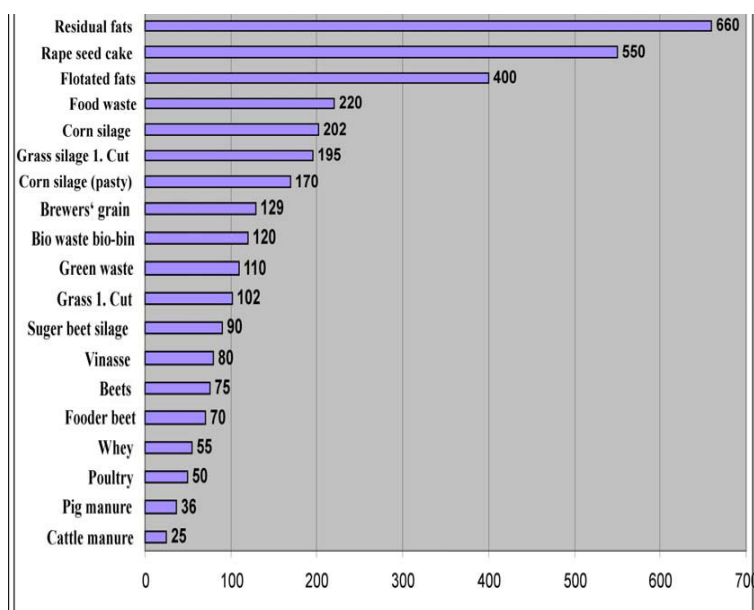
Las emisiones de metano antropogénico representan un equivalente del 15% del total anual de emisiones de gases de efecto invernadero antropogénicas de CO₂. (EPA, 2008; la Convención Marco, 2008).

Los Biodigestores pueden reducir las emisiones de GEI mediante la captura de emisiones de metano de los residuos orgánicos y la destrucción del metano mediante su combustión.

Hay información que confirma que los biodigestores eliminan muchos de los factores de riesgo y otras enfermedades transmitidas por el agua (Lansing, 2008; An, 2002; Winrock, 2005; Un et al., 1996; RCM, 2007).

Alrededor de 250 biodigestores industriales han sido instalados en todo el mundo como "la captura de metano" proyectos financiados por el MDL. Los países de acogida son Brasil, México, China, Indonesia, India, Chile, Armenia y Filipinas (CMNUCC, 2008).

Se observa en el siguiente cuadro que el biogas se genera en diferentes actividades, principalmente las que tienen que ver con la degradación de materiales orgánicos.



¿Por qué es importante estudiar el Gas Metano generado?

- ◆ De acuerdo con datos provenientes del informe *Global Anthropogenic Emissions of Non-CO2 Greenhouse Gases* de la EPA, se calcula que en el año 2005 la tasa de emisiones antropogénicas de metano colocó a Argentina en el decimoquinto lugar mundial. Aunque la ganadería es la fuente de emisiones de metano más grande del país, aproximadamente el 25 por ciento de sus emisiones de metano antropogénico —24,0 MMTCO₂E—proviene de la agricultura (administración de estiércol), vertederos y sistemas de gas natural y petróleo.
- ◆ Es un potente gas de efecto de invernadero (GEI) con un potencial de calentamiento global de la tierra en 100 años de 23 y con una vida atmosférica de ~12 años.
- ◆ El segundo gas de efecto de invernadero más importante que es responsable de generar ~15% de cambio climático total.
- ◆ Un componente principal del gas natural y una valiosa fuente de energía de quema limpia.

Mecanismo de Desarrollo Limpio

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) permite a las industrias (aquellas que firmaron el protocolo), recibir certificados de la reducción de las emisiones (RCE), invirtiendo en proyectos de reducción de carbono en los países que no están obligados a reducir las emisiones (Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 2008). También participan en este mercado Fondos específicos, que se han conformado en entidades de cooperación internacional o en la banca multilateral para manejar paquetes de inversión orientados a identificar y promover proyectos MDL, con recursos financieros aportados por empresas o Gobiernos de Países Anexo A⁶.

El objetivo de un proyecto MDL es doble, por un lado promueve el desarrollo sustentable de los países que no pertenecen al Anexo A en donde se ubica el proyecto o País anfitrión, y también ayudar a los Países del Anexo A en el cumplimiento de sus compromisos de limitación y/o reducción de emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero.

El proyecto MDL consiste en certificar mediante la emisión de un bono de carbono denominado Certificación de Reducción Emisión (CER) la reducción de emanaciones de gases de efecto invernadero a la atmósfera cuyo efecto sea equivalente al de una tonelada de dióxido de carbono.

Estos bonos pueden ser comercializados en el mercado internacional que trabaja con dichas reducciones de gases de efecto invernadero. El valor que adopta un bono de carbono en este comercio se pacta libremente entre compradores y vendedores, donde la parte compradora lo utiliza para cumplir con sus obligaciones de reducción de emisión de gases de efecto invernadero, mientras que la parte vendedora lo hace con el objetivo de obtener un rédito económico con la transacción.

La compra y venta de los CER's se justifica desde el punto de vista económico dado que cada tonelada de dióxido de carbono equivalente (los científicos han descubierto

que no todos los gases producen el mismo efecto, por lo que han elaborado unos parámetros para medir su influencia real, e impacto se expresa en cantidades de CO2 equivalente) librada a la atmósfera por encima del límite impuesto para el emisor le cuesta al mismo 40 euros hasta el 31 de diciembre del 2007, mientras que reducirlas mediante la implementación de emprendimientos limpios en los países en vías de desarrollo cuesta un bono CER, es decir, varias veces menos (USD 16).

Este mecanismo es el que se busca poner en funcionamiento para obtener las inversiones necesarias para poder realizar las instalaciones de captación y generación de energías alternativas de los gases provenientes de los digestores.

Situación de los proyectos MDL en el Mercado Internacional

El mercado internacional de los CER se ha desarrollado con bastante rapidez durante los años 2003 y 2004. Prueba de ello es que solamente de enero a mayo de 2004 se negociaron 64 millones tCO₂e, mientras que el total negociado en el año de 2003, fue de 78 millones de toneladas.

Este desarrollo se debe al interés que existe por adquirir los CER por parte, principalmente, de algunos países europeos, Canadá y Japón. En este proceso inicial, se están consolidando mercados regionales independientes, como son el Mercado de Carbono Europeo (ETS), los mercados de Japón, Canadá, Inglaterra y un mercado paralelo en los Estados Unidos y Australia. El Mercado del Carbono Europeo implantado desde enero del 2005 está incidiendo en el alza del valor de las RCE⁷.

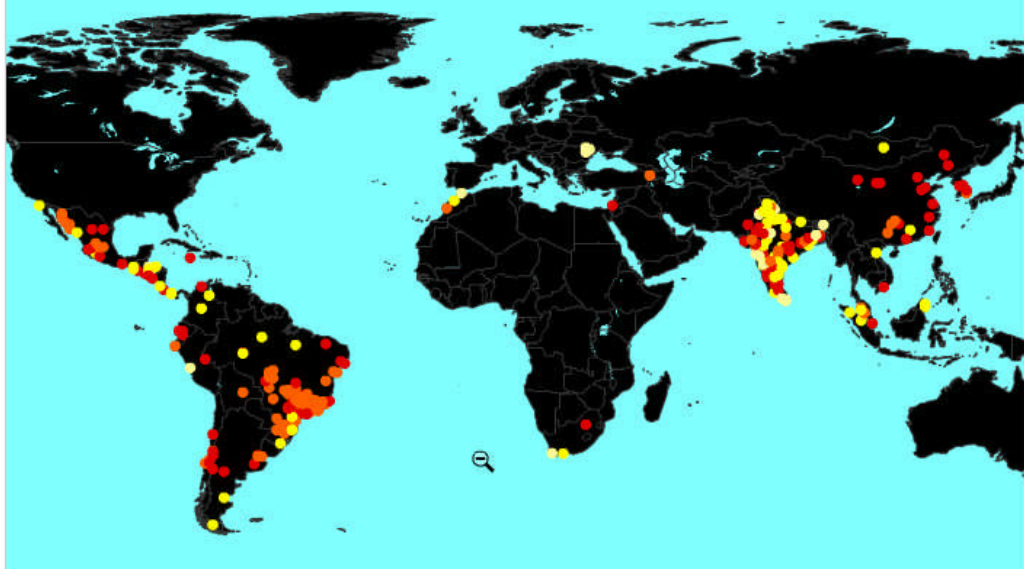
Los sectores privados de los países citados se han convertido en actores muy importante de este mercado ya que, por ejemplo, en el año 2003 más del 40% del volumen total de certificados fueron comprados por estos sectores⁸.

Durante los últimos años los países de América Latina han sido muy activos en identificar, definir y formular nuevos proyectos MDL, algunos de los cuales ya han sido aprobados por la Junta Ejecutiva (JE).

Sin embargo, Eduardo Dopazo, funcionario del Banco Mundial, asegura que es significativamente menor con relación a su potencial. “Todavía no existe conocimiento entre actores públicos y privados. Entre más de 1.650 proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que se han realizados en el mundo desde 2005, solamente 36 provienen de América Latina. Esto representa un valor de contratos para la compra de reducciones de emisiones de US\$ 126.3 millones y un volumen de 20,3 millones de toneladas de CO₂ eliminadas”.⁹

En el año 2008 a nivel mundial se encontraban registrados 1118 proyectos y 166295,788 CERs emitidos.¹⁰

Estos proyectos han sido desarrollados en distintas áreas geográficas, siendo Asia y Latinoamérica las regiones más representativas.



En este contexto, aproximadamente más de 10 millones de reducciones certificadas de emisiones (CERs) se generarán en solo cuatro países: Brasil, China, India e Indonesia. Se espera que los otros 40 países restantes con actividades en el marco del MDL, generen aproximadamente 14 millones de CERs en el mismo periodo de tiempo.

La consideración anterior se refleja en el mercado de CERs, ya que existen pocos oferentes; aproximadamente 10 países concentran el 80% del total de los créditos anuales esperados. De esta cifra, India, Chile y Brasil representan más del 50% del volumen total negociado en los últimos años.

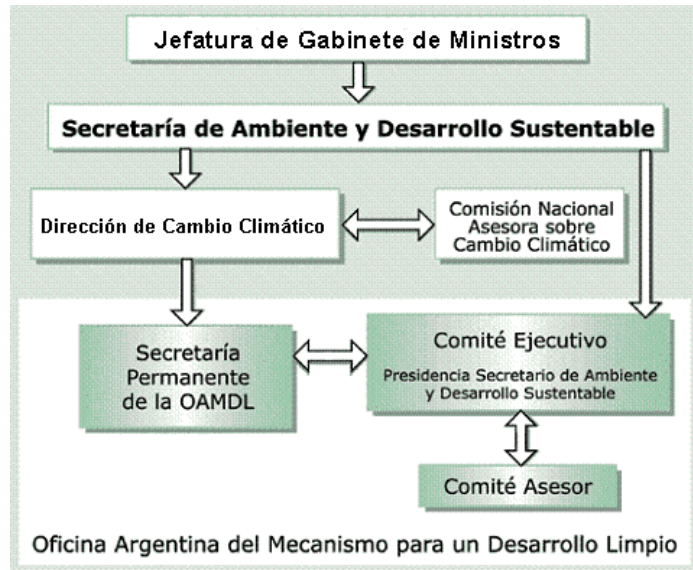
El rango de los proyectos MDL propuestos va desde los de pequeña escala (en un porcentaje algo menor del 50%), con potenciales de reducción de emisiones inferiores a 100 kt CO₂e/año, a proyectos de gran escala con niveles de reducción por encima de los 3 millones de toneladas de CO₂eq anuales.

Respecto a los tipos de proyectos propuestos, abarcan diversas tecnologías de reducción de emisiones de GEI incluyendo CO₂, CH₄, N₂O, y HFCs. Los proyectos de vertederos fueron predominantes durante el periodo 2002 –2003. Desde enero de 2004 a abril de 2005, la mayor contribución al volumen total de reducción de emisiones en proyectos MDL se obtuvo en proyectos de destrucción de HFC23 con un 25% del total. El costo de reducción por tonelada de CO₂e en este tipo de proyectos es mucho menor debido a su gran potencial de calentamiento. En segundo lugar predominaron los proyectos de captura de metano y N₂O de residuos animales con un 18%

Situación en Argentina

Argentina pertenece al grupo de Países que no están en el Anexo I de la Convención Marco de Cambio Climático ratificada en nuestro país en 1994, firmó el Protocolo de Kyoto en 1998 y lo ratificó en septiembre de 2001.

La Secretaría de la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (OADML), depende de la Dirección de Cambio Climático estando esta última asesorada por la Comisión Nacional Asesora sobre Cambio Climático. Todo ello dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable pertenecientes a la Jefatura de Gabinete de Ministros.



Fuente: <http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=640>

Fecha de consulta: 18/03/14

Las funciones de la OAMDL incluyen¹¹:

- Identificación de áreas sectoriales específicas para implementar actividades de mitigación
- Identificación y análisis de las opciones de mitigación en los diferentes sectores que puedan encuadrarse como proyectos MDL
- Formulación de directrices específicas para la presentación de proyectos para el MDL
- Establecimiento de metodologías y procedimientos para la identificación, formulación y evaluación de dichos proyectos
- Diseño de los procedimientos para la aprobación de los proyectos
- Desarrollo de actividades preliminares de evaluación de los proyectos
- Desarrollo de actividades de promoción para la comercialización de proyectos MDL en el ámbito nacional e internacional
- Supervisión del diseño de las actividades de monitoreo y verificación de los proyectos
- Identificación de fuentes de financiamiento para los proyectos MDL
- Preparación de informes periódicos sobre su desempeño

El Comité Ejecutivo de la OAMDL es presidido por un funcionario designado por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de rango no inferior a subsecretario y está integrado con funcionarios de rango no inferior a Director.

Las funciones del Comité Ejecutivo consiste en asesorar al Secretario de Ambiente y Desarrollo Sustentable en la formulación de políticas en materia de cambio climático relacionadas con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, especialmente en la identificación de las áreas sectoriales prioritarias para implementar las actividades correspondientes y en la definición de la posición del país sobre el Mecanismo para un Desarrollo Limpio adoptado en el Protocolo de Kyoto.

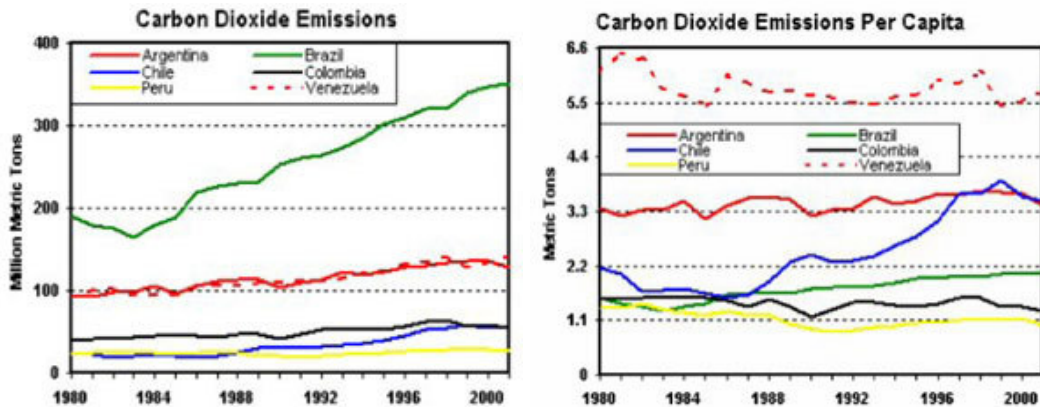
El Comité Asesor está integrado por representantes del sector privado interesados en llevar adelante proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio y por las entidades que nuclean a la mayoría de las Organizaciones No Gubernamentales relacionadas con la temática del cambio climático. Además, está integrado por académicos pertenecientes a universidades públicas y privadas y por científicos, profesionales y técnicos de reconocido prestigio. Tiene por función aconsejar al Comité Ejecutivo en todos los aspectos científicos y técnicos vinculados a sus responsabilidades.

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, establece el número de integrantes del Comité Asesor y los designa a propuesta del Comité Ejecutivo.

“Argentina experimentó un fuerte desarrollo económico durante los años 90. En 2002, era el tercer país consumidor de energía más grande de Sur América. Así como el tercer país más emisor de CO₂ del continente americano debido al consumo de combustibles fósiles. En 2002, tenía el consumo energético per cápita más alto de Sur América (64.9 MBTU per cápita) y unas emisiones de CO₂ per cápita de 3.2 t por persona, estos valores descendieron levemente debido a la crisis económica de 2002 inversamente el consumo energético por dólar del Producto Bruto interno (PBI) en intensidad energética y las emisiones de CO₂ por dólar de PBI en intensidad de CO₂; son valores ambos relativamente bajos comparados con el resto de países sudamericanos.

Argentina hace frente a sus problemas de contaminación atmosférica e industrial con políticas de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y hacia el aumento del uso de combustibles renovables.”¹²

“En concreto, el país tiene 16 proyectos aprobados por las Naciones Unidas, que decide en última instancia el nivel de reducción de cada uno y su valor (en bonos CER). Cada bono corresponde a una tonelada de dióxido de carbono, cuyo valor de mercado se negocia hoy a **US\$ 16**. Los números muestran el tibio interés de las empresas argentinas por entrar en la onda verde, de los 16 proyectos avalados por la ONU, la mayoría tienen que ver con quema de gas metano en rellenos sanitarios: el CEAMSE, una sociedad mixta del Gobierno porteño y el bonaerense que gestiona la recolección de basuras, firmó varios acuerdos con empresas internacionales para captar y negociar bonos de carbono. El más redituable, hasta ahora, es el que logró Frío Industrias Argentina, una empresa de San Luis enfocada en la refrigeración, que invirtió en la eliminación de gases HFC 23, cuyo potencial de calentamiento es 11.900 veces mayor que el dióxido de carbono. En otros términos, por cada tonelada de ese gas eliminada, la empresa recibe 11.900 bonos.”¹³



Fuente: Energy Information Administration 2005
 Fecha de consulta: 22/11/2010

Oportunidades y Amenazas del desarrollo MDL¹⁴

Los sectores que tienen oportunidad en Argentina para desarrollar y llevar adelante un proyecto MDL pueden ser los siguientes:

- Renovables: hidráulica, eólica, geotérmica, biomasa
- Transporte: biocombustibles, ferrocarriles, subterráneo
- Cogeneración y autogeneración
- Eficiencia energética (reducción de la demanda anual de energía eléctrica de hasta un 20%)
- Petróleo: venteos, reinyección de CO₂, eficiencia en refinerías
- Gas natural: distribución y transporte
- Industria: cemento, acero, química, agroindustria (utilización de residuos para generar energía eléctrica o calor: madera, arroz, girasol, maní, oliva, azúcar)
- Ganadería: emisiones del ganado bovino, residuos de producción de animales confinados, manejo de estiércol
- Rellenos sanitarios (15, 65% de la población urbana)
- Forestación

Sin embargo la implementación del mecanismo está sujeta a importantes barreras. En el caso de los proyectos de energías renovables, que contribuyen significativamente al desarrollo sostenible, a la disminución de la dependencia energética externa y a mejorar el mix de generación eléctrica de los países en desarrollo, la realidad es que los ingresos por venta de CER no suelen ser suficientes como para impactar en los indicadores económicos.

Marco legal:

Regulaciones comparativas a nivel Latinoamericano:

- ◆ **Brasil:**¹⁵
 - **Ley n° 9.795:** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
 - **Decreto n° 4.281:** Decreto reglamentario
- ◆ **Colombia:**
 - **Ley 788/02:** Incentivos para proyectos de reducción de GEI
 - **Resolución 453/4:** Aprobación Nacional de MDL
- ◆ **Paraguay:**¹⁶
 - **Ley 251:** Trata de la Convención Internacional sobre Cambio Climático ratificada por nuestro país
 - **Ley 294/93:** De Evaluación de Impacto Ambiental
 - **Decreto 14281/96:** Decreto reglamentario
- ◆ **Uruguay:**¹⁷
 - **Ley 17283:** Ley General de Ambiente
 - **Ley 16466:** Medio Ambiente – Declárese de interés general, la protección del mismo, contra cualquier depredación, destrucción o contaminación.
- ◆ **Venezuela:**¹⁸
 - **Ley 5833:** Ley Orgánica del Ambiente
 - **Ley 39913:** Ley Penal del Ambiente

Regulaciones a nivel nacional¹⁹

- ◆ **Constitución Nacional: Art. 41:** todo ser humano tiene derecho a un ambiente sano, apto para el desarrollo humano.
- ◆ **Ley 25675:** Ley General del Ambiente - Bien jurídicamente protegido
- ◆ **Ley 24295:** Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- ◆ **Ley 25438:** Apruébese el Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- ◆ **Ley 23724:** Convenio de Viena para la protección de la Capa de Ozono
- ◆ **Ley 25841:** Acuerdo Marco sobre Medio Ambiente del MERCOSUR.
- ◆ **Decreto 1070/2005:** Créase el Fondo Argentino del Carbono.
- ◆ **Decreto 2213/2002:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Designase a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Autoridad de Aplicación de la Ley N°24.295.
- ◆ **Resolución 166/2009:** Constituir la Comisión "Ad Hoc" de Cambio Climático.
- ◆ **Resolución 240/2005:** Identificación de la oficina Argentina de implementación conjunta como oficina Argentina del Mecanismos para un Desarrollo Limpio (O.A.M.D.L. DECRETO 822/98).
- ◆ **Resolución 825/2004:** Apruébanse las Normas de Procedimiento para la Evaluación Nacional de Proyectos Presentados Ante La Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio.
- ◆ **Resolución 736/2004:** Créase en el ámbito de la Unidad de Cambio Climático y en la órbita y bajo el control de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo

Sustentable del Ministerio de Salud y Ambiente, la Comisión de Enlace con organizaciones de la sociedad Civil.

- ◆ **Resolución 239/2004:** Aprobación del Mecanismo de Consulta Previa.
- ◆ **Resolución 56/2003:** Creación de la Unidad de Cambio Climático.
- ◆ **Resolución 435/2002:** Créase el Registro de Instituciones Evaluadoras en el ámbito de la Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio.
- ◆ **Resolución 1125/2001:** Créase, en el ámbito de la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, el Programa Nacional sobre Impactos del Cambio Climático.
- ◆ **Disposición 166/2001:** Créase, en el ámbito de la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental, el Programa Nacional de Energías y Combustibles Alternativos.

Regulaciones a nivel provincial:

- ◆ **Ley 10.000 :** Intereses difusos
- ◆ **Ley 10.703/91 -** Código de Faltas. Art. 125: Atentado contra los Ecosistemas.
- ◆ **Ley 10.703/91:** Código de Faltas - Art. 123: Emisión de Gases y Sustancias Tóxicas.
- ◆ **Ley 11.717:** Ley de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable
- ◆ **Decreto Reglamentario 101/03:** Impacto ambiental
- ◆ **Resolución 10/04:** de la SEMAyDS Categorización de Actividades, descripción de los residuos y efluentes generados.
- ◆ **Resolución 201/04:** de la SEMAyDS, sobre Valores Guía de Calidad del Aire.

Observación: No se ha encontrado documentación que regule el máximo permitido de emisiones de gas metano.

Metodología:

- **Objeto de la investigación / Unidad de análisis**

La financiación para captura y tratamiento de los gases generados en la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales.

El material sometido a análisis proviene de Argentina, Chile, México, Perú y la Unión Europea, donde las técnicas de recolección y análisis de la información se basan en observaciones documentales, consultas a especialistas y análisis de fuentes documentales, como ser: artículos científicos, legales, publicaciones. En particular se utiliza el “Manual para el Desarrollo de proyectos en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio”²⁰ como herramienta para la determinación de los bonos verdes y futura presentación ante el organismo competente.

- **Nivel de análisis**

El objeto de estudio será abordado desde una perspectiva cuantitativa, basada en una recolección de la información estructurada y sistemática.

- **Determinación de variables**

- Importancia de la financiación para la implementación de la captación de gases
- Actitud de las entidades competentes frente a la utilización del MDL
- Percepción de la población y/o operadores, acerca de la mejora para disminuir el efecto de contaminación del aire generado de la PDLC”
- Eficacia del sistema de captación y reutilización del biogas

Relación entre variables:

Importancia de la financiación - Destino biogás – Disminución del efecto invernadero -
Percepción de la población
Actitud de las entidades – financiación

- **Opción metodológica**

Se trata de una **Investigación documental**, motivo por el cual se articulan dos paradigmas: el interpretativo y el crítico, donde se analizarán resultados de análisis de laboratorio, informes de calidad de la PDLC, destino para el biogás generado, entre otros.

- **Selección de técnicas de recolección y análisis de datos**

Se considera el **Análisis de contenido** como la técnica de análisis de datos mas adecuada pues permite reducir y sistematizar la información contenida en los registros escritos y visuales en datos o valores objetivos.

**MECANISMO PARA UN DESARROLLO LIMPIO
FORMULARIO DEL DOCUMENTO DE PROYECTO DE ACTIVIDADES DE
PEQUEÑA ESCALA (SSC-CDM-PDD)
Versión 01**

CONTENIDO

- A. Descripción General de la actividad de proyecto de Pequeña Escala
- B. Aplicación de la metodología de línea de base.
- C. Duración de la actividad de proyecto / Período de acreditación.
- D. Aplicación del plan y de la metodología de monitoreo.
- E. Estimación de las reducciones de GEI por Fuentes.
- F. Impactos ambientales.
- G. Comentarios de partes interesadas.

REVISIÓN HISTÓRICA DE ESTE DOCUMENTO

Version Number	Date	Description and reason of revision
01	17 Octubre 2010-	Initial adoption

SECCIÓN A. Descripción general de la actividad de proyecto de pequeña escala

A.1. Título de la actividad de proyecto de pequeña escala

Proyecto de Recuperación de metano con aprovechamiento energético generado en la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales.

Casilda, Santa Fe, Argentina.

Versión 1 – 17/10/10

A.2. Descripción de la actividad de proyecto de pequeña escala

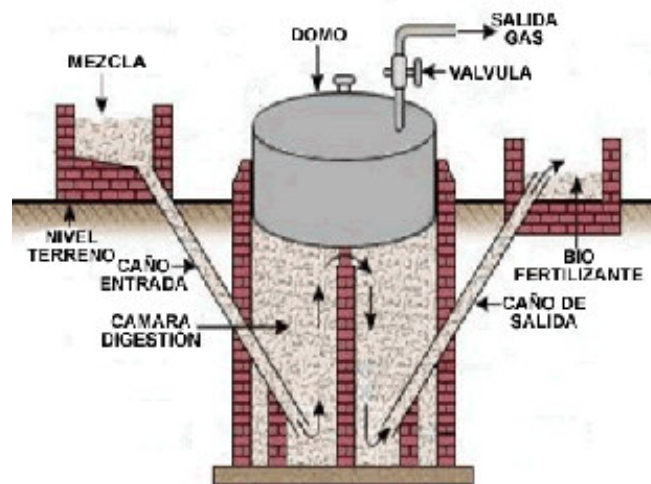
La Planta Depuradora de líquidos Cloacales produce biogas en sus digestores, ya que en estas unidades se produce la descomposición de la materia orgánica e inorgánica de los barros por digestión anaeróbica. La materia orgánica contenida en los fangos primarios (sedimentos provenientes del líquido cloacal crudo que se ha decantado en los sedimentadores primarios); y de los fangos biológicos (provenientes de la recirculación de los sedimentadores secundarios), es convertida por bacterias, que actúan sin la presencia de oxígeno, en metano y dióxido de carbono, dejando como subproducto un fango estabilizado que no es putrescible y sin contenido de organismos patógenos.

El sistema de digestión consta de dos digestores cilíndricos de 13 metros de diámetro por seis metros de altura, con bases cónicas con una gran pendiente hacia el centro, en donde se encuentra la tubería de extracción, para evitar zonas muertas en la deposición de la materia a degradar. El digestor primario posee una cubierta fija de hormigón armado, y el digestor secundario una campana móvil tipo gasómetro de chapa, y en el sector entre los recintos, totalmente desvinculados a los mismos para evitar tensiones sobre sus estructuras provocadas por los asentamientos diferenciales que se producen, se ubica una playa de maniobras a fin de ejecutar todas las operaciones de ingreso-salida-recirculaciones entre los digestores primario y secundario.

Los barros provenientes de los sedimentadores primarios se bombean hacia el digestor primario, por medio de las bombas de barro específicas, ubicadas en el edificio de la estación elevadora 1. Estas bombas están diseñadas especialmente para bombear fangos, ya que al poseer un impulsor del tipo tornillo sin fin, no se atascan por el paso de materiales sólidos que puedan haber pasado por la primera etapa de retención con rejas. El bombeo se debe realizar en breves períodos pero en forma reiterada durante todo el día, ya que el trabajo de las bacterias es más eficiente cuando la materia orgánica se agrega en pequeñas cantidades a intervalos frecuentes. No debe dejarse pasar un período prolongado entre extracciones, ya que los rascadores de fondo de los sedimentadores primarios pueden apelmazar de tal modo los barros, que se dificulte luego el normal bombeo de los mismos. A medida que se bombean los barros, el líquido sobrenadante que contiene el digestor sale por rebalse, y va a una cámara donde se junta con los líquidos que drenan en las playas de secado de barros. Esta cámara desemboca en el pozo de aspiración de la estación elevadora 1, donde se comienza nuevamente el ciclo de purificación.

Una vez que el barro ingresa al digestor primario comienza el proceso de digestión. Para aumentar la eficiencia del proceso se recirculan los barros de los distintos niveles del digestor por sobre sí mismo, por medio de las bombas de diafragma, para lograr una fuerte agitación que homogeneiza la masa de fangos, evita la formación de costras y aumenta la posibilidad de encuentro de los microorganismos con la materia a degradar. El mezclado, en adición con una alimentación regular de barro fresco, posibilita que se mantenga una temperatura óptima y constante en toda la masa del digestor.

Los barros digeridos en el digestor primario son bombeados en intervalos regulares al digestor secundario, donde se produce un espesamiento o concentración del barro digerido, con la consecuente formación de una capa de sobrenadante relativamente clarificado, el cual es enviado nuevamente al pozo de aspiración de la estación elevadora 1, por el mismo circuito que el sobrenadante del digestor primario. Los barros digeridos y espesados se extraen desde el fondo y se envían, a ciertos intervalos de tiempo, a las playas de secado de barros. Esta operación se realiza normalmente por gravedad, pero puede bombearse en caso de ser necesario.



El gas metano producido por la digestión se acumula en la parte superior de los digestores, y la presión se mantiene mediante la campana móvil del digestor secundario. El digestor secundario posee un manómetro donde puede observarse en todo momento la presión desarrollada dentro del mismo. Cuando la presión se eleva demasiado, o cuando la campana móvil está llegando al final de su recorrido, se pueden ventear los gases, a través de un juego de válvulas y tuberías diseñadas para tal fin.

El principal **objetivo** del presente proyecto consiste en reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de la extracción y captura con aprovechamiento energético, de los gases provenientes de la descomposición anaeróbica de los efluentes cloacales provenientes de la ciudad de Casilda. En ausencia de este proyecto, dichos gases seguirán venteándose en su totalidad a la atmósfera.

Lo que motiva la implementación del presente proyecto es contribuir con el desarrollo sustentable de la comunidad local y del país en general, realizando los siguientes aportes:

❖ **Beneficios Ambientales**

-Mediante la captación del biogas se evita de forma eficaz la emisión de metano a la atmósfera, reduciendo de esta manera, el aporte de gases con un alto potencial de generación de efecto invernadero.

-La quema de biogas capturado, no solo destruye el metano sino que también destruye compuestos del biogas como compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. Esto reduce la emisión de gases a la atmósfera con la consecuente mejora en la calidad del aire de la zona, al tiempo que minimizará los riesgos de la explosión e incendio que pudieran producirse a consecuencia de la migración del metano en la planta y sus alrededores.

-Aprovechamiento de una fuente renovable de energía como el biogás, la cual permite reducir el consumo de energía eléctrica proveniente de la red, y con ello no solo se reducen las emisiones producidas durante su generación en la fuente de origen sino que se conservan las fuentes de recursos no renovables como los combustibles fósiles.

-Reutilización de los biosolidos generados en la PDLC como biofiltro para reducir los niveles de H₂S; en la actualidad quedan dispersos en el suelo, no dándole ningún uso además de ocupar gran parte del predio.

❖ **Beneficios Sociales**

La captación y reutilización del biogas además de contribuir a la mitigación del cambio climático también producirá mejoras en la salud y calidad de vida de las personas que viven cerca de la planta depuradora, reduciendo considerablemente los olores que debido a los vientos predominantes van hacia la ciudad y el control de vectores.

❖ **Transferencia de tecnología**

Este proyecto incentivará la realización del mismo en otras plantas depuradoras, con el mismo sistema de producción que la de Casilda.

Observación: el detalle de todo el proceso de la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de la ciudad de Casilda se encuentra en el Anexo 5.

A.3. Participantes del proyecto:

Nombre de la parte involucrada (indicar el país anfitrión)	Participantes del proyecto, entes privados y/o públicos (según corresponda)	Indicar si la parte involucrada desea ser considerada como participante del proyecto (S/N)
Argentina	Aguas Santafesinas S. A.	Sí

A.4. Descripción técnica de la actividad de proyecto de pequeña escala:

A.4.1. Ubicación de la actividad de proyecto de pequeña escala:

A.4.1.1. Parte(s) Anfitriona(s):

Argentina

A.4.1.2. Región/Estado/Provincia etc.:

Santa Fe

A.4.1.3. Ciudad/Municipio/Comunidad, etc:

Casilda

A.4.1.4. Detalle de la ubicación física, incluyendo información que permita la identificación única de esta(s) actividad(es) de proyecto de pequeña escala:

La planta de tratamiento de efluentes cloacales está emplazada en la ciudad de Casilda, cabecera del departamento Caseros, de la provincia de Santa Fe.

Se encuentra ubicada en las coordenadas 33° de latitud sur y 61° de longitud oeste del globo terráqueo. Dista 50 km de Rosario; se comunica por la ruta nacional 33 y AO12 con Buenos Aires (Autopista) y Santa Fe (Autopista)

Nace en Casilda la ruta provincial 92 hacia el límite con la provincia de Córdoba, conectándola con la amplia zona productiva mediterránea y la ciudad capital.



El establecimiento se ubica en zona rural al Este de la ciudad, específicamente sobre Bv. España 1750.

Ocupa una superficie de aproximadamente 4 Ha, según el plano de mensura N° 55423 del Año 1968. El predio es propiedad de la provincia de Santa Fe (escritura del año 1966 tomo II- folio 142 – Sección E Plan 1987) - DIPOS.

La planta fue proyectada por DIPOS, inició sus actividades en el predio en el día 20/9/99 bajo la gestión de la empresa Aguas Provinciales SA, actualmente Aguas Santafesinas Sociedad Anónima (ASSA) y tiene una capacidad nominal de tratamiento de 31.000 habitantes.

A.4.2. Categoría(s) y tecnología (s) de la actividad del proyecto de pequeña escala:

De acuerdo con las Categorías y Alcance de proyectos MDL, definidas por UNFCCC, la presente actividad de proyecto pertenece a la Categoría 13: Manejo y disposición de residuos.²¹

Con respecto a la tecnología se considera la implementación de una antorcha para incinerar el biogas producido en el reactor anaeróbico en un quemador atmosférico, con la posibilidad de ampliar dicho proyecto mediante la utilización de biogas para aprovechamiento energético. Estos mejoramientos sólo serán realizados si los Certificados Reducción de Emisiones (CERs) asociados con el uso del biogas, alivian el esfuerzo de inversión.

El sistema de recuperación del metano se compondría con los siguientes subsistemas:

* **Subsistema de colección:** mediante el cual se extrae el biogás del interior del sistema de digestión (existente).



Fig. 1: Subsistema de colección

* **Subsistema de aspiración y conducción:** conformado por una red de cañerías y un equipo de turbinas de aspiración, que permite el flujo del biogás desde la captación hasta el subsistema de tratamiento; encargados de aplicar la depresión necesaria a la red de captación para extraer el biogás generado en el biodigestor, y proveer la presión necesaria para alimentar la antorcha de flameado y el motogenerador. (Fig. 2 y 3)

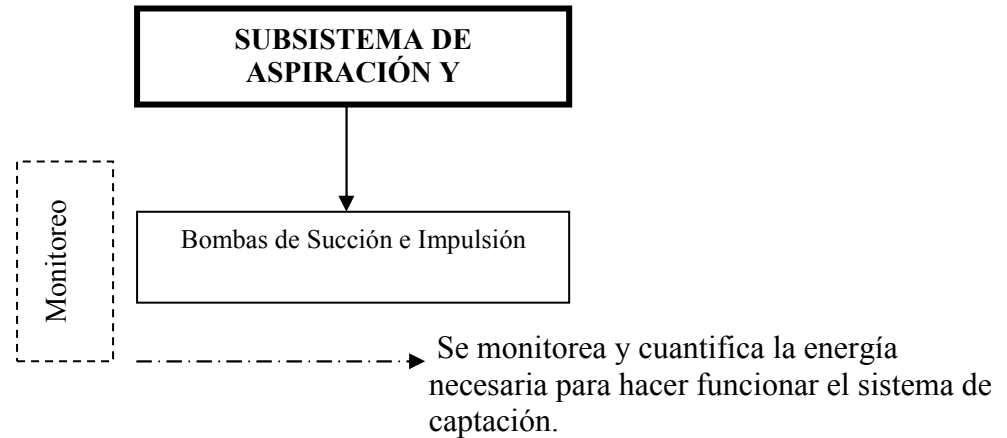


Fig. 2: Condensador a temperatura ambiente



Fig. 3: Aspiradores de biogás

* **Subsistema de medición/análisis:** se encuentra entre el subsistema de aspiración/conducción y el de tratamiento, con el fin de registrar de forma precisa y fehaciente la cantidad de metano que se quemará/transformará en energía.

Estará constituido por un rotámetro fijo y en línea con el conducto principal que medirá el caudal del biogás que se incinerará; y por un analizador de gases que mediante un plan de monitoreo específico, permitirá determinar la proporción de metano presente en el Biogás a quemar. (Fig. 4 y 5)

El caudal y el contenido de metano se registran directamente en la entrada de la antorcha de flameado, siendo estas, las mediciones más importantes a la hora de determinar la cantidad de bonos de carbonos obtenidos.

La verificación del correcto funcionamiento del sistema incluye el relevamiento de los niveles de oxígeno presentes en el biogás, ya que niveles demasiado elevados del mismo conducen a un potencial riesgo de explosión; es por ello necesario advertir y/o detener el funcionamiento de las instalaciones ante niveles anormalmente elevados de oxígeno contenido en el biogás.



Fig. 4: Sistema de medición

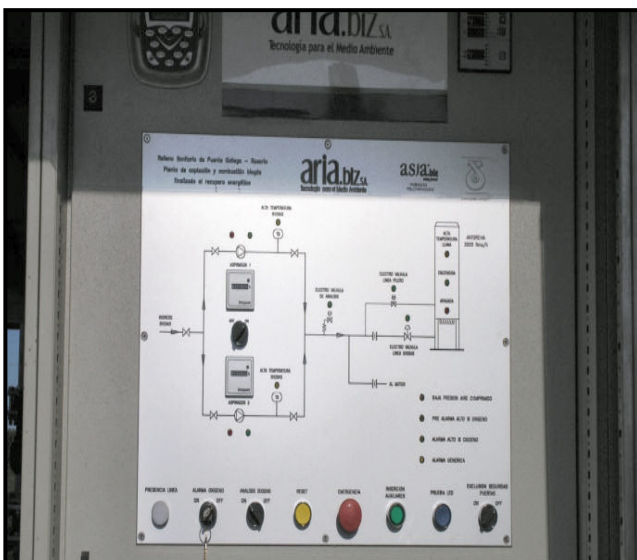
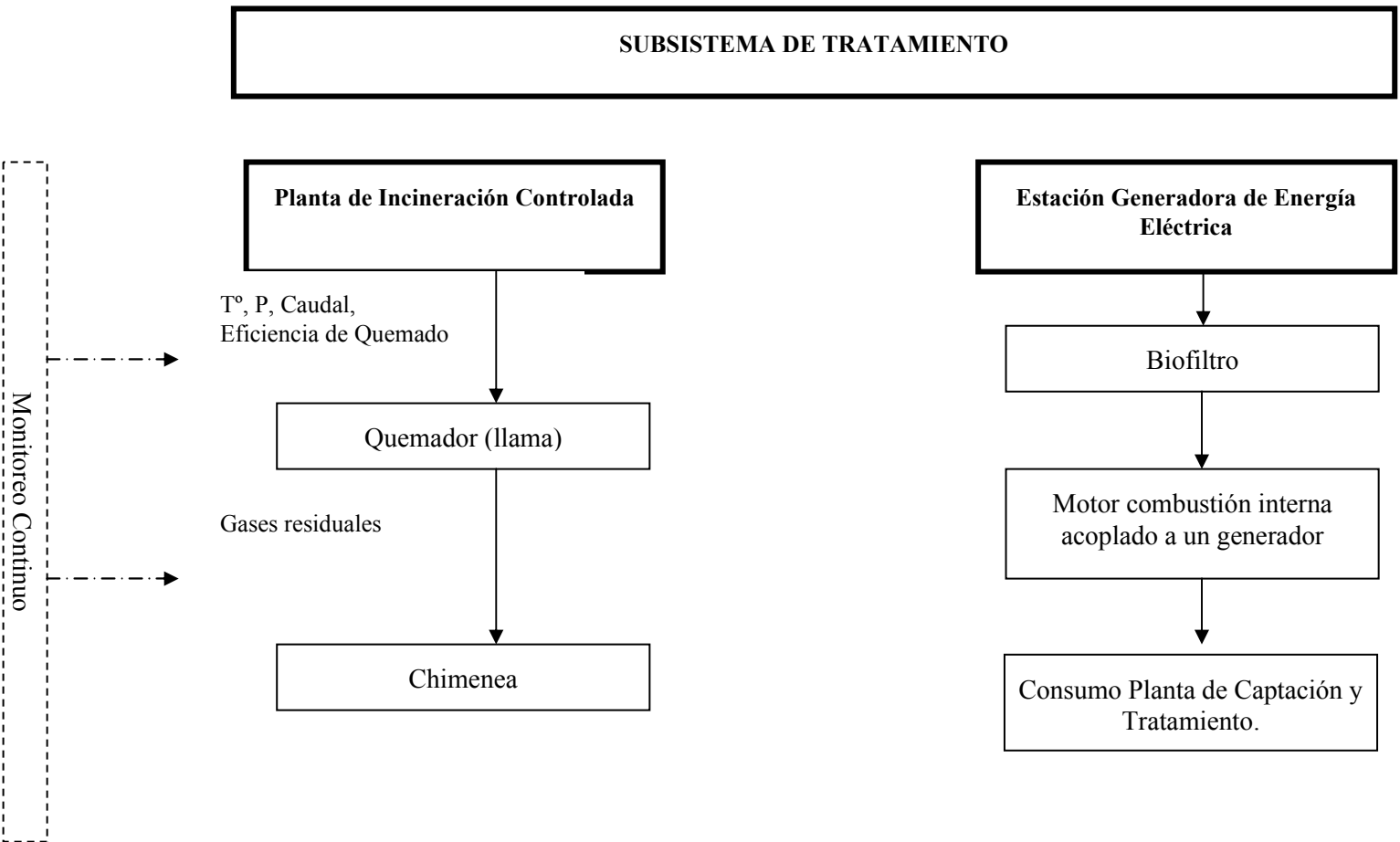


Fig. 5: Tablero de monitoreo y control

* **Sistema de tratamiento:** está compuesto por una Planta de Incineración Controlada y una Estación Generadora de Energía Eléctrica.



El primer sistema está basado en una antorcha que comprende una cámara de combustión del biogás y la chimenea de evacuación de gases a la atmósfera (donde se llevan a cabo las reacciones químicas necesarias para convertir el metano en dióxido de carbono y vapor agua).

El segundo sistema consiste en intercalar antes del motogenerador para generar energía eléctrica; un biofiltro para la remoción de H₂S utilizando como relleno compost de barros de la planta depuradora.

El biofiltro consiste en un tratamiento biológico donde los microorganismos llevan a cabo la degradación de las sustancias contaminantes producidas por las fuentes emisoras, normalmente mediante procesos oxidativos.²²

La construcción del biofiltro se realiza teniendo en cuenta premisas como:

1. Altura de relleno:

Debe ser tal que permita un buen contacto entre los gases y el material de relleno.

2. Modulación y Fácil desmontado para el cambio de relleno

3. Muestreo de Gases

Preveer tres lugares para la medición y/o muestreo de gases a) ingreso; b) salida primer lecho; c) salida segundo lecho.

4. Control de Caudal de Gas y Concentración de H₂S.

5. Control temperatura y humedad de los Gases

Se plantea la regulación de la temperatura de los gases de ingreso y la saturación de los mismos para lograr una humedad constante. De esta manera se descarta la influencia de estos dos factores en la eficiencia del filtro.

6. Control de Humedad del Relleno

A los fines de mantener la humedad constante del relleno (40-60% en peso), se deberá colocar una purga de condensados o exceso de líquido en la parte inferior. Esta se ejecutará en forma sifónica para obtener un cierre hidráulico y una purga automática. En la parte superior se prevé el ingreso de agua para humectar.

La composición del compost es la siguiente:

- barro deshidrato en las playas de secado
- fardo verde
- viruta o astillas de madera blanca
- aserrín de madera blanca

Es importante destacar que el biofiltro es un medio sustentable ya que se reutilizaría el biosólido generado en los digestores que es deshidratado en las playas de secado.

En relación al motogenerador; en el Anexo 7 se encuentra la cotización realizada por la empresa Bounous Hnos., del Grupo Electrónico que correspondería utilizar en función del biogás generado en la Planta Depuradora.



Fig. 6: Planta de aspiración y quemado de biogás



Fig. 7: Biofiltro (foto de la Estación Elevadora de Líquidos Cloacales Lavallo de Aguas Santafesinas S.A. en la ciudad de Casilda)

Obs.: las fotos 2, 3, 4, 5 y 6 son ilustrativas ya que pertenecen a la instalación emplazada en el Relleno Sanitario de Puente Gallego III.²³

A.4.3 Estimación de la cantidad de reducción de emisiones durante el período de acreditación:

Tabla de reducciones	
Año	Reducción de emisiones estimadas (Ton CO2e/año)
2014	2156
2015	2156
2016	2156
2017	2156
2018	2156
2019	2156
2020	2156
Total de reducciones estimadas	
Números de años de acreditación	7 años (renovable)
Promedio anual durante el periodo de acreditación de reducciones estimadas	2156

A.4.4. Financiamiento público de la actividad de proyecto de pequeña escala:

La propia empresa Aguas Santafesinas S.A. es la que emprende este proyecto MDL de pequeña escala. En el anexo 2 se da la respectiva información.

A.4.5. Confirmación que la actividad del proyecto de pequeña escala no es un componente de una actividad de un proyecto más grande:

Conforme a las Modalidades y Procedimientos simplificados para las actividades de proyectos de MDL de pequeña escala, un proyecto de pequeña escala es un componente integrante de un proyecto mayor si existe una actividad de pequeña escala registrada o una solicitud para registrar otra actividad de pequeña escala:

- con los mismos participantes
- en la misma categoría del proyecto y tecnología/medida; y
- registrado dentro de los 2 años previos; y
- cuyo límite del proyecto sea dentro de la distancia de 1 Km. del límite del proyecto para la actividad de pequeña escala propuesta en el punto más cercano.

La empresa Aguas Santafesinas S.A. no ha registrado ni solicitado registro de alguna actividad de proyecto de MDL. La actividad del proyecto de pequeña escala no debería considerarse como un componente integrante de una actividad de proyecto de mayor escala ya que no existen actividades de proyecto de MDL registradas ni solicitudes para registrar otra actividad de proyecto de MDL de pequeña escala, en la misma categoría del proyecto y tecnología/ medida, registrada dentro de los dos últimos años y cuyo límite del proyecto se encuentre dentro de la distancia de un kilómetro del límite del proyecto de la actividad de pequeña escala propuesta en su punto más cercano.

SECCIÓN B. Aplicación de la metodología de línea de base

B.1. Título y referencia de la metodología de línea de base aplicada a la actividad de proyecto:

TITULO DEL PROYECTO: Aprovechamiento de biogas generado en digestor de Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de Casilda.

La metodología aprobada y aplicable para este proyecto es la metodología de referencia y monitoreo de pequeña escala AMS-III.H , Versión 16 ,“Recuperación de metano en el tratamiento de aguas residuales”.²⁴

También se refiere a la versión última de “Herramienta para determinar las emisiones del proyecto provenientes de gases de incinerado que contienen metano”, EB28.²⁵

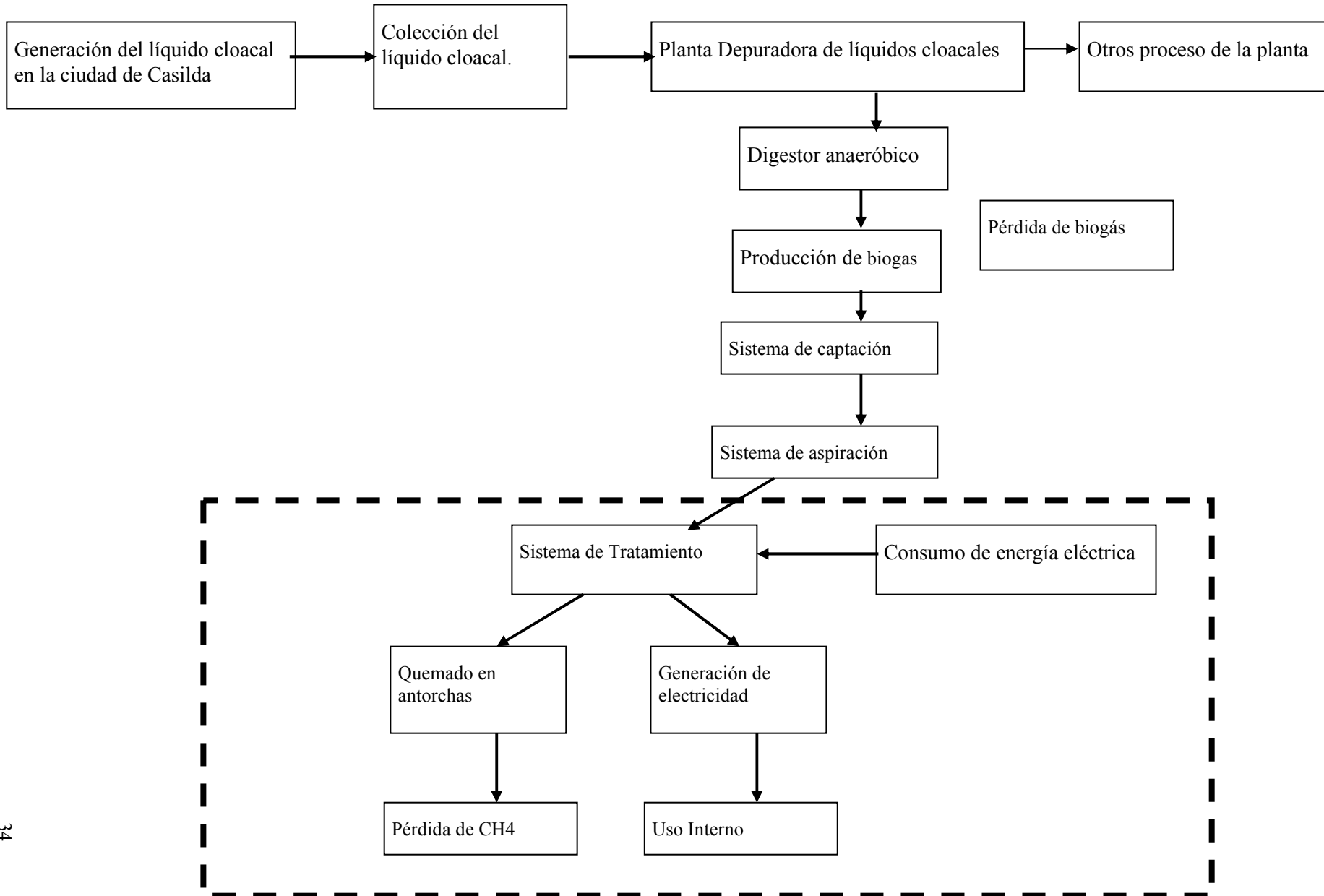
Con el fin de calcular emisiones generadas por el consumo de electricidad y el consumo de combustibles fósiles se determinan de acuerdo con la metodología de cálculo expuesto en el trabajo de la Dirección de Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente de la Nación.

B.2 Justificación de la selección de la Categoría de proyecto:

La categoría seleccionada para la actividad del proyecto es AMS III.H. Para esta categoría, se solicita demostrar que las reducciones estimadas en las emisiones para la actividad del proyecto no excederán los 15 ktCO₂e en ningún año del período de crédito. La actividad del proyecto reducirá 2156 tCO₂ en cada año de crédito, por lo tanto se confirma la elección de la categoría del proyecto.

B.3. Descripción del límite del proyecto:

El límite del proyecto incluye el sitio físico y geográfico en donde el gas es tratado. Las emisiones provenientes de los sectores del sistema de tratamiento que no sean afectados por la actividad del proyecto no serán tenidos en cuenta en los cálculos de referencia de las emisiones del proyecto (ya que las mismas emisiones ocurrirían tanto en escenarios de referencia como del proyecto).



El siguiente diagrama presenta el límite del proyecto:

Las fuentes y los gases incluidos en el límite del proyecto se encuentran resumidos a continuación:

	Fuente	Gas	Incluido / Excluido	Justificación
Línea de Base	Emisiones provenientes de los digestores	CH4	Incluido	La fuente principal de emisiones en el punto de partida
		CO2	Excluido	Las emisiones de CO2 provenientes de la descomposición de residuos orgánicos no son tenidas en cuenta. Se consideran parte del ciclo natural del carbono.
	Emisiones provenientes del funcionamiento de las bombas de succión	CO2	Incluido	Se restan a las reducciones totales de las emisiones
	Emisiones provenientes del consumo de electricidad in situ	CH4	Excluido	Se asume que la fuente de esta emisión es muy pequeña
		CO2	Incluido	Se restan a las reducciones totales de las emisiones
	Actividad del proyecto	Emisiones producidas en el sistema de captación y tratamiento de aguas residuales	CH4	Incluido
CO2			Excluido	Las emisiones de CO2 provenientes de la descomposición de residuos orgánicos no son tenidas en cuenta
Emisiones provenientes del consumo de electricidad in situ		CH4	Excluido	Se asume que la fuente de esta emisión es muy pequeña
		CO2	Incluido	Se restan a las reducciones totales de las emisiones
Emisiones provenientes del funcionamiento de las bombas de succión		CO2	Incluido	Se restan a las reducciones totales de las emisiones
Emisiones debidas a la eficiencia de quemado de las antorchas		CH4	Incluido	Se restan a las reducciones totales de las emisiones

B.4. Descripción de la referencia y su desarrollo:

De acuerdo con las Modalidades y Procedimientos del MDL, la Base de Referencia de un proyecto MDL, es el escenario que representa de manera razonable las emisiones antropógenas por fuentes de GEI que se producirían de no realizarse el proyecto MDL propuesto.

Se plantearon diferentes escenarios para la actividad propuesta y se desarrolló un análisis de barreras para cada escenario con el fin de encontrar la referencia.

La reducción de emisiones en ausencia del presente proyecto no sucedería por tener impedimentos relacionados con factores de tipo tecnológicos y económicos. A estos factores se suma también la ausencia de legislación que obligue a las empresas como estas a la captación activa de dicho gas. Es por ello que de no contar con la posibilidad de desarrollar esta actividad dentro del contexto del Mecanismo de Desarrollo Limpio, la sumatoria de estos factores tornaría absolutamente improbable la realización de este tipo de proyectos de captación de gases.

B.5. Descripción de la manera en que las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero generados por las fuentes se reducen por debajo de aquellas que hubieran ocurrido en la ausencia de la actividad de proyecto de pequeña escala CDM registrada:

El presente proyecto prevé reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, a través de la captación y aprovechamiento energético del biogás generado en los digestores de la Planta Depuradora de líquidos cloacales.

Los detalles de la tecnología utilizada para tal fin se encuentran descriptos en la sección A.4.2.

Los componentes principales del biogás son el CH₄ y CO₂; éste último no ha sido considerado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) como un Gas de Efecto Invernadero de origen antropogénico, sino de origen biogénico. Por lo tanto forma parte del ciclo natural del carbono y no se considera su emisión en la presente actividad de proyecto. Entonces la reducción de emisiones antropogénicas de GEI se logra *específicamente*, a través de la captación y eliminación de la *fracción de gas metano contenida dentro del biogás*. Dicho gas se origina en los digestores y de acuerdo con el IPCC el mismo posee un Potencial de Calentamiento Global 21 veces mayor que el CO₂.

De lo expuesto en el punto B.4. se desprenden los motivos por los cuales las reducciones de emisiones de GEI antropogénicos no se producirían de no implementarse el presente proyecto: en primer lugar, no existe una disposición legal que genere la obligatoriedad de hacerlo y en segundo lugar no existe actualmente en la Argentina un contexto que permita la factibilidad técnico económica para llevar a cabo este tipo de proyectos sin los beneficios que resultan de la inclusión dentro del MDL.

Con el objeto de analizar la Adicionalidad del proyecto bajo análisis, se aplican los pasos planteados en la “Herramienta para la demostración y evaluación de la adicionalidad”, tal como lo sugiere la metodología AMS III H – Vs. 16.

Para ello, los pasos a seguir planteados por la herramienta son:

1. Identificación de las alternativas a la actividad del proyecto,
2. Análisis de inversiones, cuyo objeto es determinar si la actividad del proyecto propuesto no es la opción más atractiva en términos económicos o financieros,
3. Análisis de barreras,
4. Análisis sobre las prácticas comunes,
5. Impacto del registro de la actividad del proyecto propuesto como proyecto MDL.

Paso 1. Identificación de las alternativas a la actividad del proyecto en base a las leyes y regulaciones vigentes:

1.1. Definir alternativas a la actividad del proyecto

1. Continúa la situación actual

No se implementa el proyecto de tratamiento de gases ya que no existe en Argentina legislación que lo exija.

2. Proyecto de recuperación de gases fuera del MDL

La magnitud de las inversiones y costos asociados a este tipo de proyectos hace que no sea posible llevar a cabo la actividad enunciada sin que la misma sea registrada como proyecto MDL.

3. Generación de energía eléctrica a partir del metano

Escenario probable debido que la generación de energía producida en los biodigestores alcanzaría para cubrir el 37.3% de la energía consumida en la Planta Depuradora.

El biogás puede ser utilizado como cualquier otro gas combustible, se debe tener en cuenta que mezclas de biogás con aire en una relación de 1:20 forman un gas detonante altamente explosivo.

Se debe tener en cuenta que el Metano es el componente energético útil y del contenido de éste depende el valor combustible del biogás (Poder Calorífico 5000 kcal/m³ aprox).²⁶

Los usos más comunes del biogás son la cocción de alimentos y la calefacción de habitáculos para animales en granjas, sin embargo, en los últimos años se ha utilizado el biogás como combustible de motores de combustión interna, que en la mayoría de los casos se utilizan para generación de electricidad.

A continuación se determina cuánto podría ser el ahorro de energía al utilizar el biogás generado en la Planta Depuradora:

Según la facturación de energía, se consume aprox. 679 kwh/día (Anexo 6)

	Precio promedio kwh	Consumo Kwh	
Ene-13	3,553.88	18040	
Feb-13	7,227.80	14200	
Mar-13	4,466.88	16920	
Abr-13	4,320.12	16680	
May-13	7,790.48	27335	
Jun-13	468.46	1572	
Jul-13	7,845.66	27054	
Ago-13	7,409.30	30366	
Sep-13	7,090.63	23172	
Oct-13	7,549.54	27654	
Nov-13	7,806.41	26196	
Dic-13	4,649.33	18672	
Total	\$ 70,178.49	247861	kwh/año
		679.1	kwh/día

- El biodigestor genera aprox. 164,5 m³/día de biogas; un 65% es metano = 106,9 m³/d. (Anexo 4)
- Un metro cúbico de metano es equivalente a 9,47 kwh/l²⁷ de energía total
- Si se utiliza un generador con un 25% de eficiencia; diariamente se podrían obtener = **253 kwh/d**

Entonces se determina que la energía generada en los digestores alcanza a cubrir el **37.3%** del total de la energía utilizada en la Planta Depuradora.

Por lo tanto, si el gasto anual de energía en la PDLC es aprox. de \$70178 y la futura instalación brindaría el 37,3% de la energía generada, se podría disminuir en la facturación anual alrededor de **\$26176**.

1.2. Cumplimiento de leyes y regulaciones vigentes

Las alternativas planteadas en el punto 1.1 son viables desde el punto de vista legal ya que no existe en la actualidad legislación que regule la captación y/o quema de biogás.

Paso 2. Análisis de inversiones

El proyecto prevé la generación de energía eléctrica a partir del tratamiento de los gases generados en los biodigestores de la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales.

Para la generación de dicha energía es necesaria la adquisición del equipamiento detallado en el Subsistema de Tratamiento.

A continuación se describe cada equipo con el valor de compra:

- **Bomba de succión:** \$ 201780 + IVA
- **Estación generadora de energía**
 - **Biofiltro** (cont. de barras + bomba aspiración + cañería): \$31905+ IVA
 - **Motogenerador + Tablero de transferencia automática + cabina insonorizada** : \$190240 + IVA (Anexo 7)²⁸

Costo total = \$ 423925 + IVA

Obs.: Las cotizaciones de la bomba de succión y del biofiltro fueron brindadas por el Dpto. Infraestructura de ASSA de la Licitación de la Estación Elevadora San Lorenzo en el año 2010; por lo tanto se realizó un incremento del 20% anual sobre el monto informado.

Considerando que el ahorro de energía con la instalación de dicho equipamiento es aproximadamente de **\$26176** al año; la inversión se recuperaría aprox. en **16 años**.

Sin embargo, se debe tener en cuenta los futuros beneficios derivados de la comercialización de los CERs contemplada por el MDL.

Conociendo la cantidad de dióxido de carbono equivalente que el sistema es capaz de reducir cada año y el precio promedio estimado de los bonos de carbono para ese año, puede determinarse la remuneración anual percibida en concepto de remuneración por venta de bonos de carbono.

$$R_c = V_c M$$

R_c : Remuneración anual en concepto de venta de bonos de carbono [€]

V_c : Precio promedio estimado de los bonos de carbono [€/ton]

M : Cantidad de dióxido de carbono equivalente reducido [ton]

El informe publicado en la pagina de Point Carbon²⁹ sostiene que el año 2012 fue un año turbulento para precios del carbono en Europa, ya que a principios de Mayo se tuvo un precio de 18,27 €/tn y luego cayó en Diciembre a un mínimo de 6.86 €/ tn; se predijo que los precios de los CERs para el año 2013 rondarían los 10- 15 €/ tn (no hay información del año 2014), e informan que se espera que en el año 2020 los precios futuros tengan un precio medio de 16 € / t; por lo tanto:

$V_c =$ Precio promedio de los bonos Año 2012 = 12,6 €/ tn

Por otro lado se ha determinado que podrían reducirse aprox. 2156 Tn CO₂/año (Ec.3 – Reducción de emisiones) = M

Por lo tanto: $Rc = 2156 * 12,6 = 27165,6 \text{ €/ año} = 312404,4 \text{ \$/año}^{30}$

Entonces, se tendría un ingreso anual por venta de bonos verdes de **\$312404**.

Asimismo, se debe tener en cuenta el ahorro en la facturación de energía (\$26176). Entonces se generaría un “ingreso” de **\$338580 por año**.

Por lo tanto la inversión se recuperaría en un plazo de **1 año y meses**

Paso 3: Identificación de barreras que podrían impedir la implementación de la actividad de proyecto propuesta:

3.1 Identificar barreras que puedan amenazar la implementación de la actividad de proyecto propuesta

a. Barreras a la inversión:

Debido que Aguas Santafesinas es una empresa con la mayoría de las acciones provenientes del estado provincial, no tienen grandes utilidades y sin otro aporte financiero no se podrá realizar el proyecto de planteado.

Entonces se trata mediante el proyecto MDL buscar una financiación externa con la venta de los CER, ya que de lo contrario la empresa no va a destinar dinero para realizar dicho proyecto.

b. Barreras tecnológicas:

En Argentina es incipiente la instalación de tecnología para la captación de GEI, motivo por el cual aún no se cuenta con experiencia suficiente para la construcción, captación y mantenimiento de gases. En la actualidad no hay muchos proyectos desarrollados y presentados en este tipo de actividad, por lo tanto también es una barrera para recolección de información de sistemas similares, habiendo muy poca bibliografía al respecto.

3.2. Demostración de que las barreras identificadas no impedirían la implementación de al menos una de las alternativas (Excepto la actividad del proyecto propuesto)

Alternativa 1:

Buscar financiamiento externo con la venta de los CERs, y de esta forma solventar el proyecto.

Alternativa 2:

Desarrollar el proyecto de recuperación de gases basándose en la experiencia existente de captación en Rellenos Sanitarios.

Paso 4: Análisis de las prácticas comunes

Análisis de otras actividades similares a la actividad del proyecto propuesto

Los proyectos de captación y quemado de gases que se están evaluando o llevando a cabo en la Argentina son relacionados a rellenos sanitarios y no a plantas depuradores de líquidos cloacales.

Paso 5. Impacto de la inscripción como proyecto MDL

La viabilidad financiera del proyecto depende de su registración como proyecto MDL. En caso que el proyecto logre la registración y existe la posibilidad que se asocien al proyecto ingresos por la comercialización de las reducciones de emisiones, el proyecto será financieramente viable ya que facilitará la obtención de los fondos necesarios para desarrollar el proyecto de inversión y de esta manera, acceder a la tecnología para el tratamiento de gases y generación de energía que de otra manera sería inaccesible.

B.6. Reducciones en las emisiones:

B.6.1. Explicación de las elecciones metodológicas:

La metodología y las fórmulas utilizadas para determinar las emisiones de referencia de la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de Casilda se encuentran disponibles en la metodología de pequeña escala AMS-III.H. y se describen a continuación:

Ecuación 1:

$$BE_y = \{BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,final,y}\}$$

Donde:

BE_y :	línea de base de las emisiones en el año y (tCO ₂ e)
$BE_{power,y}$:	línea de base de las emisiones generadas por el consumo de electricidad o de combustible en el año y (tCO ₂ e)
$BE_{ww,treatment,y}$:	línea de base de las emisiones de los sistemas de tratamiento de aguas residuales afectados por la actividad del proyecto en el año y (tCO ₂ e)
$BE_{s,treatment,y}$:	línea de base de las emisiones de los sistemas de tratamiento de barros afectados por la actividad del proyecto en el año y (tCO ₂ e)
$BE_{ww,discharge,y}$:	línea de base de las emisiones de metano provenientes de la Demanda Química de Oxígeno en aguas residuales tratadas, descargadas en el mar/ río/lago en el año y (tCO ₂ e)
$BE_{s,final,y}$:	línea de base las emisiones de metano de la descomposición anaerobia de los lodos finales producidos en el año y (tCO ₂ e). Si el lodo se controla quemado, dispuestos en un relleno sanitario con recuperación de biogás, o utilizados para usos del suelo en el escenario base, este término se desconocerá

1.1) $BE_{power,y}$

Las emisiones de referencia de electricidad y el consumo de combustibles fósiles se determinan de acuerdo con la metodología de cálculo expuesto en el trabajo de la Dirección de Cambio Climático de la Secretaría de Ambiente de la Nación.

En el consumo de energía se incluyen todos los equipos y dispositivos en la línea de base de los digestores.

Ecuación 1.1:

$$BE_{power,y} = CONel * FEred / (1000)$$

- $CONel$ = Consumo anual de electricidad
- $FEred$ = Factor de emisión de la red

1.2) $BE_{ww,treatment,y}$

Se deben calcular las emisiones de metano de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de referencia afectados por el proyecto. Se determinan mediante la eficiencia de remoción de Demanda Química de Oxígeno (DQO) de la planta de referencia:

Ecuación 1.2:

$$BE_{ww,treatment,y} = \sum_i (Q_{ww,i,y} * COD_{inflow,i,y} * \eta_{COD,BL,i} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL} * GWP_{CH4}$$

Donde:

$Q_{ww,i,y}$:	Volumen de aguas residuales tratadas por medio del sistema de tratamiento de referencia de aguas residuales i en el año y (m3).
$COD_{inflow,i,y}$:	Demanda Química de oxígeno determinada en el caudal de ingreso del sistema de tratamiento de referencia i en el año y (tn/m3).
$\eta_{COD,BL,i}$:	Eficiencia de remoción de DQO
$MCF_{ww,treatment,BL,i}$:	Factor de corrección para los sist. i de trat. de aguas residuales
i :	Índice para el sistema de referencia para el tratamiento de aguas residuales.
$B_{o,ww}$:	Capacidad de producción de metano de las aguas residuales
UF_{BL} :	Factor de corrección del metano para explicar las incertidumbres del modelo
GWP_{CH4} :	Potencial de Calentamiento Global para el metano.

1.3) $BE_s,treatment,y$

Las emisiones de metano del sistema de tratamiento de barros de base afectados por la actividad del proyecto, se determina utilizando el potencial de generación de metano de los sistemas de tratamiento de barros:

Ecuación 1.3:

$$BE_{treatment,s,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * MCF_{s,treatment,BL,j} * DOC_s * UF_{BL} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4}$$

Donde:

$S_{j,BL,y}$	Cant. de materia seca en el barro en el sistema de tratamiento j en el escenario (t). Para la estimación previa, el volumen previsto la generación de barros o la capacidad del diseño de la planta de tratamiento de los barros pueden ser utilizados. Sin embargo, el posterior cálculo de la reducción de emisiones se basará en el volumen real controlado de los lodos tratados
j :	Índice de referencia para el sistema de tratamiento de barros
DOC_s	Contenido orgánico degradable de barros no tratados generados en el año y

$MCF_{s,treatment,BL,j}$	Factor de corrección del metano para los sistemas i de tratamiento de barro.
UF_{BL}	Factor de corrección del metano para explicar las incertidumbres del modelo.
DOC_F	Contenido orgánico degradable del biogás.
F	Fracción de CH ₄ en biogás.

1.4) $BE_{ww,discharge,y}$:

Las emisiones de metano en DQO en las aguas residuales tratadas y descargadas al arroyo, en la situación inicial se determinan de la siguiente manera:

Ecuación 1.4:

$$BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} * GWP_{CH4} * B_{o,ww} * UF_{BL} * COD_{ww,discharge,BL,y} * MCF_{ww,BL,discharge}$$

Donde:

$Q_{ww,y}$:	Volumen de aguas residuales tratadas y descargadas en el año y (m ³).
UF_{BL}	Factor de corrección del metano para explicar las incertidumbres del modelo.
$COD_{ww,discharge,BL,y}$:	Demanda Química de oxígeno de las aguas residuales tratadas, descargadas en el arroyo en el año y (tn/m ³).
$MCF_{ww,BL,discharge}$:	Factor de corrección del metano basado en el recorrido de descarga en la situación de referencia de las aguas residuales.

1.5) $BE_{s,final,y}$

Se determinarán las emisiones de metano producidas en la descomposición anaerobia del barro:

Ecuación 1.5:

$$BE_{s,final,y} = S_{final,BL,y} * DOC_s * UF_{BL} * MCF_{s,BL,final} * DOC_F * F * 16 / 12 * GWP_{CH4}$$

Donde:

$S_{final,BL,y}$:	Cantidad de materia seca generados en el barro final por el sistema de tratamiento de aguas residuales de referencia en el año y (t).
UF_{BL} :	Factor de corrección del modelo para tener en cuenta las incertidumbres.
$MCF_{s,BL,final}$:	Factor de corrección de metano del sitio de disposición que recibe el barro final en la situación de referencia

Emisiones de la actividad del proyecto

Ecuación 2:

$$PE_y = \left\{ \begin{array}{l} PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{s,final,y} + \\ PE_{fugitive,y} + PE_{biomass,y} + PE_{flaring,y} \end{array} \right\}$$

En donde:

PE_y :	Emisiones de la actividad del proyecto en el año y (tCO ₂ e)
$PE_{power,y}$:	Emisiones generadas por el consumo de electricidad o de combustible en el año y (tCO ₂ e).
$PE_{ww,treatment,y}$:	Emisiones de metano provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales afectados por la actividad del proyecto, y no equipados con recuperación de biogás, en el año y (tCO ₂ e).
$PE_{s,treatment,y}$:	Emisiones de metano provenientes de sistemas de tratamiento de barros afectados por la actividad del proyecto, y no equipados con recuperación de biogás, en el año y (tCO ₂ e). –
$PE_{ww,discharge,y}$:	Emisiones de metano provenientes de carbón orgánico degradable en las aguas residuales tratadas en el año y (tCO ₂ e).
$PE_{s,final,y}$:	Emisiones de metano provenientes de la descomposición anaeróbica del barro final producido en el año y (tCO ₂ e).
$PE_{fugitive,y}$:	Emisiones de metano provenientes de la liberación de biogás en sistemas de captura en el año y (tCO ₂ e).
$PE_{flaring,y}$:	Emisiones de metano debida a la combustión incompleta en el año y (tCO ₂ e). Esto puede ser determinado con “Herramienta para determinar las emisiones del proyecto provenientes de la quema de gases que contienen metano” (tCO ₂ e), usando datos reales.
$PE_{biomass,y}$:	Emisiones de metano provenientes de la biomasa almacenada bajo condiciones anaeróbicas (tCO ₂ e). Si el almacenamiento de la biomasa en condiciones anaerobias se lleva a cabo en el proyecto y no se produce en la línea de base, las emisiones de metano por la descomposición anaeróbica de la biomasa se considera y se determinará según el procedimiento establecido en la "Herramienta para determinar las emisiones de metano evitadas a partir de la eliminación de residuos en un vertedero de residuos sólidos "(tCO ₂ e)

2.1) Emisiones del proyecto generadas por el consumo de electricidad

Las emisiones del proyecto generadas por el consumo de electricidad se determinan según la información brindada por la Secretaría de Ambiente de la Nación.

Ecuación 2.1:

$$PE_{power,y} = BE_{power,y} = CONel * FEred / (1000)$$

- $CONel$ = Consumo anual de electricidad (KWh)
- $FEred$ = Factor de emisión de la red (kgCO₂/KWh)

2.2) Emisiones de metano provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales afectados por la actividad del proyecto, y no equipados con recuperación de biogás, en el año y (tCO₂e).

Ecuación 2.2:

$$PE_{ww,treatment,y} = BE_{ww,treatment,y} = \sum_i (Q_{ww,i,y} * COD_{inf\ low,i,y} * \eta_{COD,BL,i} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL} * GWP_{CH4}$$

2.3) Emisiones de metano provenientes de sistemas de tratamiento de barros afectados por la actividad del proyecto, y no equipados con recuperación de biogás, en el año y (tCO₂e). –

Ecuación 2.3:

$$PE_{treatments,y} = BE_{treatments,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * MCF_{s,treatmentBL,j} * DOC_s * UF_{BL} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4}$$

2.4) Emisiones de metano provenientes de carbón orgánico degradable en las aguas residuales tratadas en el año y (tCO₂e).

Ecuación 2.4:

$$PE_{ww,discharge,y} = BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} * GWP_{CH4} * B_{o,ww} * UF_{pj} * COD_{ww,discharge,pj,y} * MCF_{ww,pj,discharge}$$

2.5) Emisiones de metano provenientes de la descomposición anaeróbica del barro final producido en el año y (tCO₂e).

La digestión anaeróbica produce barros, los cuales son utilizados para mantener la población de bacterias en el digestor. Cuando el volumen de barro muestra un incremento considerable, debe extraerse una fracción de éste del sistema. Las emisiones

generadas por la disposición del barro serán registradas cada vez que éste sea extraído del sistema.

Ecuación 2.5:

$$PE_{s,final,y} = S_{final,pj,y} * DOC_s * UF_{pj} * MCF_{s,pj,final} * DOC_F * F * 16 / 12 * GWP_{CH4}$$

Donde:

- $S_{final,pj,y}$: Cantidad de materia seca en el barro final generada por el sistema de tratamiento del proyecto en el año y (Tn).
- $MCF_{s,pj,final}$: Factor de corrección de metano del sitio de disposición que recibe el barro final en la situación del proyecto.
- UF_{pj} : Factor de corrección del modelo para explicar incertidumbres del modelo.
- DOC_s : Contenido orgánico degradable del barro no tratado generado en el año y (fracción, base seca).
- DOC_F : Fracción de DOC disimilada a biogás.
- F : Fracción de CH4 en biogás.

2.6) Emisiones de metano provenientes de la liberación de biogás en sistemas de captura (tCO2e) en el año y

Ecuación 2.6:

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,s,y}$$

Donde:

- $PE_{fugitive,ww,y}$: Emisiones fugitivas debido a ineficiencias de captura en los sistemas de tratamiento anaeróbicos de aguas residuales, en el año y (tCO2e).
- $PE_{fugitive,s,y}$: Emisiones fugitivas debido a ineficiencias de captura en los sistemas de tratamiento anaeróbico de barros en el año y (tCO2e).

Ecuación 2.6.1: Emisiones fugitivas debido a ineficiencias de captura en el digestor:

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - CFE_{ww}) * MEP_{ww,treatment,y} * GWP_{CH4}$$

Donde:

- CFE_{ww} : Eficiencia de captura del equipo de recuperación de biogás en los sistemas de tratamiento de aguas residuales (valor predeterminado = 0,9).
- $MEP_{ww,treatment,y}$: Potencial de emisiones de metano de los sistemas de tratamiento de aguas residuales equipado con sistema de recuperación de biogás en el año y (tn)

Ecuación 2.6.1.1:

$$MEP_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} * B_{o,ww} * UF_{PJ} * \sum_k COD_{removed,PJ,k,y} * MCF_{ww,treatment,PJ,k}$$

En donde:

$COD_{removed,PJ,k,y}$: DQO extraído por medio del sistema de tratamiento k de la actividad del proyecto equipado con recuperación de biogás en el año y (tn/m3).

$MCF_{ww,treatment,PJ,k}$: Factor de corrección de metano para el sistema de tratamiento k de aguas residuales del proyecto equipado con recuperación de biogás.

Ecuación 2.6.2: Emisiones fugitivas debido a ineficiencias de captura en los sistemas de tratamiento anaeróbico de barros en el año y:

$$PE_{fugitive,s,y} = (1 - CFE_s) * MEP_{s,treatment,y} * GWP_{CH4}$$

Donde:

CFE_s : Eficiencia de captura del equipo de recuperación de biogas en los sistemas de tratamiento de lodos (valor predeterminado = 0,9).

$MEP_{s,treatment,y}$: Potencial de emisiones de metano de los sistemas de tratamiento de lodos equipado con sistema de recuperación de biogás en el año y (tn)

Ecuación 2.6.2.1:

$$MEP_{s,treatment,y} = \sum_l (S_{l,PJ,y} * MCF_{s,treatment,PJ,l}) * DOC_s * UF_{PJ} * DOC_F * F * 16/12$$

Donde:

$S_{l,PJ,y}$: Cantidad de lodos tratados en el sistema de tratamiento de lodos con proyecto de equipamiento de sistema de recuperación de biogás (en base seca) en el año y (tn)

$MCF_{s,treatment,PJ,l}$: Factor de corrección de metano para el sistema de tratamiento k de aguas residuales del proyecto equipado con recuperación de biogás.

UF_{PJ} : Factor de corrección del modelo para explicar las incertidumbres del modelo.

2.7) Emisiones del proyecto debido ha incinerado incompleto

Estas emisiones se calculan según la "Herramienta para determinar las emisiones del proyecto provenientes de gases de incinerado que contienen metano". Conforme a la herramienta, la cantidad de metano en el gas residual que fluye hacia el quemador es calculado por medio de la siguiente ecuación:

Ecuación 2.7

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} * (1 - \eta_{flare,h}) * GWP_{CH4} / 1000$$

Donde:

$PE_{flare,y}$: Emisiones del proyecto provenientes del incinerado de la corriente de gas residual en el año y (tCO₂e).

$TM_{RG,h}$: Tasa de flujo de masa de metano en el gas residual en la hora h (kg/h).

$\eta_{flare,h}$: Eficiencia de incinerado en la hora h .

Ecuación 2.7.1:

$$TM_{RG,h} = FV_{RG,h} * fV_{CH4,RG,h} * \rho_{CH4,n}$$

Donde:

$TM_{RG,h}$: Tasa de flujo de masa de metano en el gas residual en la hora h (kg/h).

$FV_{RG,h}$: Tasa de flujo volumétrico del gas residual en una base seca bajo condiciones normales en hora h (m³/h).

$fV_{CH4,RG,h}$: Fracción volumétrica de metano en el gas residual en una base seca en la hora h .

$\rho_{CH4,n}$: Densidad del metano en condiciones normales.

Es necesario remitir ambas medidas (tasa de flujo del gas residual y fracción volumétrica de metano en el gas residual) a la misma condición de referencia que puede ser una base seca o húmeda.

Se considera un quemador confinado con monitoreo continuo de la temperatura de incinerado, monitoreo continuo de la tasa de flujo del biogás y monitoreo continuo del contenido de metano del biogás. El escenario presente de la actividad del proyecto permite el uso del valor predeterminado para la eficiencia de incinerado; por lo tanto, la eficiencia de incinerado en la hora h ($\eta_{flare,h}$) es:

Las emisiones del proyecto generadas por el incinerado son calculadas como la suma de emisiones provenientes en cada hora h , sobre la base de la tasa de flujo de metano en el gas residual ($TM_{RG,h}$) y la eficiencia de incinerado durante cada hora h ($\eta_{flare,h}$).

Fugas

Conforme a AMS-III.H, la fuga total es igual a cero ya que la actividad del proyecto no considera ningún equipo transferido desde otra actividad.

Reducción de las emisiones

Las reducciones en las emisiones *ex ante* son calculadas utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 3

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{y,ex\ ante} - (PE_{y,ex\ ante} + LE_{y,ex\ ante})$$

Donde:

- $ER_{y,ex\ ante}$: Reducción de las emisiones *ex ante* en el año y (tCO₂e).
 $BE_{y,ex\ ante}$: Emisiones *ex ante* de referencia en el año y (tCO₂e).
 $PE_{y,ex\ ante}$: Emisiones *ex ante* del proyecto en el año y (tCO₂e).
 $LE_{y,ex\ ante}$: Emisiones *ex ante* generadas por la fuga en el año y , considerada como cero (tCO₂e).

Ecuación 4

$$ER_{y,ex\ post} = \min((BE_{y,ex\ post} - PE_{y,ex\ post} - LE_{y,ex\ post}), (MD_y - PE_{power,y} - PE_{biomass,y} - LE_{y,ex\ post}))$$

Las reducciones de las emisiones *Ex post* se basan en el menor de los valores entre la cantidad de biogás recuperado y alimentado o incinerado (MD_y) durante el período de crédito, monitoreado *ex post*; y las emisiones de referencia del proyecto calculadas *ex post*, sobre la base de información monitoreada real para la actividad del proyecto. Se considera la siguiente ecuación.

Donde:

- $ER_{y,ex\ post}$: Reducciones en las emisiones logradas por la actividad del proyecto sobre la base de valores monitoreados para el año y (tCO₂e).
 $BE_{y,ex\ post}$: Emisiones de referencia utilizando valores monitoreados *ex post* (tCO₂e).
 $PE_{y,ex\ post}$: Emisiones del proyecto utilizando valores monitoreados *ex post* (tCO₂e).
 MD_y : Metano capturado y destruido/ utilizado ventajosamente por la actividad del proyecto en el año y (tCO₂e).

Ecuación 4.1.1

$$MD_y = BG_{burnt,y} * w_{CH4,y} * D_{CH4} * FE * GWP_{CH4}$$

Donde:

- $BG_{burnt,y}$: Biogás incinerado/ combustionado en el año y (m³).
 $w_{CH4,y}$: Contenido de metano en el biogás en el año y (fracción de masa).
 D_{CH4} : Densidad del metano a la temperatura y presión del biogás en el año y (toneladas/m³).
 FE : Eficiencia del incinerado en el año y fracción).

B.6.2. Información y parámetros que se encuentran disponibles en la validación:

Los parámetros y valores a utilizar son los que se encuentran disponibles en la metodología AMS III-H vs 16:

Dato / Parámetro	$MCF_{ww,treatment,BL,i}$
Unidad	Fracción
Descripción	Factor de corrección para los sistemas de tratam. de aguas residuales
Fuente de datos utilizados	Cuadro III.H.1 del AMS-III.H v16
Valor aplicado	0.8
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Digestor anaeróbico de barros sin recuperación de metano

Dato / Parámetro	$MCF_{s,treatment,BL,i}$
Unidad	Kg CH ₄ /Kg COD
Descripción	Factor de corrección del metano para los sistemas de tratamiento de barros
Fuente de datos utilizados	IPCC
Valor aplicado	0,21
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Para aguas residuales domésticas

Dato / Parámetro	$MCF_{ww,discharge,BL,i}$
Unidad	Fracción
Descripción	Factor de corrección basado en el recorrido de descarga en la situación de referencia de las aguas residuales
Fuente de datos utilizados	IPCC Cuadro III.H.1 del AMS-III.H v16
Valor aplicado	0,1

Dato / Parámetro	$MCF_{ww,treatment,pj,k}$
Unidad	Fracción
Descripción	Factor de corrección para los sistemas de tratam.de aguas residuales
Fuente de datos utilizados	IPCC Cuadro III.H.1 del AMS-III.H v16
Valor aplicado	0,8
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Digestor anaeróbico de barros con recuperación de metano

Dato / Parámetro	$MCF_{s, BJ, final} = MCF_{s, PJ, final}$
Unidad	Fracción
Descripción	Factor de corrección del metano del sitio de disposición que recibe el barro
Fuente de datos utilizados	Herramienta para determinar emisiones de metano evitadas desde la disposición de residuos en un sitio de disposición de residuos sólidos
Valor aplicado	<ul style="list-style-type: none"> • 1, 0 para los sitios de disposición de residuos sólidos gestionados anaeróbicamente. Éstos sitios deben tener una ubicación de residuos controlada (es decir, residuos dirigidos a áreas de deposición específicas, un grado de control de barrido y un grado de control de incendios). Además, incluirán por lo menos una de las siguientes estructuras mencionadas a continuación: (i) material de cobertura; (ii) compactación mecánica; o (iii) nivelación de los residuos • 0,5 para sitios de disposición de residuos sólidos de gestión semi-aeróbica. Éstos deben tener una ubicación de residuos controlada e incluirán la totalidad de las siguientes estructuras para introducir aire a la capa de residuos: (i) material de cobertura permeable; (ii) sistema de drenaje de lixiviado; (iii) almacenamiento de regulación; y (iv) sistema de ventilación de gas; • 0,8 para sitios de disposición de residuos sólidos no gestionados – profundos y/ o con una alta napa freática. Esto abarca todos los SWDS4 que no cumplan con los criterios de los SWDS gestionados y que posean una profundidad mayor o igual a 5mt y/o una alta napa freática a un nivel cercano a la superficie. Esta última situación corresponde a aguas interiores de relleno, tales como una laguna, un río o un pantano, por residuo; • 0,4 para los sitios superficiales de disposición de residuos sólidos no

Dato / Parámetro	$B_{0,ww}$
Unidad	kgCH ₄ /kgCOD
Descripción	Capacidad de producción de metano de las aguas residuales
Fuente de datos utilizados	Lineamientos indicados en IPCC
Valor aplicado	0.21
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Dato brindado por la herramienta seleccionada

Dato / Parámetro	UF_{BL}
Unidad	Fracción
Descripción	Factor de corrección del modelo para explicar las incertidumbres del modelo
Fuente de datos utilizados	AMS-III.H v16
Valor aplicado	0.94

Dato / Parámetro	UF_{PJ}
Unidad	Fracción
Descripción	Factor de corrección del modelo para explicar las incertidumbres del modelo
Fuente de datos utilizados	AMS-III.H v16
Valor aplicado	1.06

Dato / Parámetro	GWP_{CH_4}
Unidad	tCO ₂ e/tCH ₄
Descripción	Potencial de calentamiento global para el metano
Fuente de datos utilizados	Lineamientos indicados en IPCC
Valor aplicado	21

Dato / Parámetro	DOCs
Unidad	Fracción
Descripción	Contenido orgánico degradable del barro generado no tratado, para aguas residuales domésticas
Fuente de datos utilizados	AMS-III.H v16
Valor aplicado	0.5

Dato / Parámetro	EF red de suministro
Unidad	kgCO2/kWh
Descripción	Factor de emisión de la generación eléctrica para la Red Argentina de Suministro de Energía
Fuente de datos utilizados	www.ambiente.gov.ar/cambioclimatico
Valor aplicado	0.5
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Se utilizará la “Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema de electricidad”

Dato / Parámetro	DOC _F
Unidad	Fracción
Descripción	Fracción de DOC disimilado a biogas
Fuente de datos utilizados	AMS-III.H v16
Valor aplicado	0.5

Dato / Parámetro	F
Unidad	Fracción
Descripción	Fracción de metano disimilado a biogas
Fuente de datos utilizados	AMS-III.H v16
Valor aplicado	0.5

Dato / Parámetro	CFE ww
Unidad	Fracción
Descripción	Eficiencia de captura del equipo de recuperación de biogas en los sistemas de tratamiento de aguas residuales
Fuente de datos utilizados	AMS-III.H v16
Valor aplicado	0.9

B.6.3 Cálculo realizado ex-ante de las reducciones de emisiones:

A continuación se detallan los cálculos realizados *ex-ante* de las reducciones de emisiones para el proyecto:

Ecuación 1

$$BE_y = \{BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,final,y}\}$$

- **Ecuación 1.1:** Emisiones de referencia de electricidad y el consumo de combustibles fósiles

$$BE_{power,y} = CONel * FEred / (1000)$$

$$BE_{power,y} = ((9,32 \text{ kw} * 3 \text{ h/d} * 365 \text{ d}) * 0,5 \text{ kgCO}_2/\text{KWh}) / 1000$$

$$BE_{power,y} = 5,1 \text{ tn/año}$$

Obs.: en el Anexo 3 se detalla el equipamiento instalado en la PDLC

- **Ecuación 1.2:** Emisiones de referencia del sistema de tratamiento de aguas residuales

$$BE_{ww,treatment,y} = \sum_i (Q_{ww,i,y} * COD_{inf\ low,i,y} * \eta_{COD,BL,i} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL} * GWP_{CH4}$$

$$BE_{ww,treatment,y} = 390,19 * 0,21 * 0,94 * 21$$

$$BE_{ww,treatment,y} = 1617,49 \text{ tn/año}$$

Obs.: en el Anexo 4 se detalla el cálculo

- **Ecuación 1.3** Emisiones de referencia de metano en el sistema de tratamiento de barros.

$$BE_{treatment,s,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * MCF_{s,treatment,BL,j} * DOC_s * UF_{BL} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4}$$

$$BE_{treatment,s,y} = 219,52 * 0,21 * 0,5 * 0,94 * 0,5 * 0,5 * 16/12 * 21$$

$$BE_{treatment,s,y} = 151,67 \text{ tn/año}$$

Obs.: La determinación de la materia seca ($S_{j,BL,y}$) se encuentra en el Anexo 4

- **Ecuación 1.4** Emisiones de referencia DOC en la descarga en el río de las aguas residuales tratadas

$$BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} * GWP_{CH4} * B_{o,ww} * UF_{BL} * COD_{ww,discharge,BL,y} * MCF_{ww,BL,discharge}$$

$$BE_{ww,discharge,y} = 3217600 * 21 * 0,21 * 0,94 * 0,00012 * 0,1$$

$$BE_{ww,discharge,y} = 160,06 \text{ tn/año}$$

- **Ecuación 1.5:** Emisiones de metano producidas en la descomposición anaerobia del barro

$$BE_{s,final,y} = S_{final,BL,y} * DOC_s * UF_{BL} * MCF_{s,BL,final} * DOC_F * F * 16 / 12 * GWP_{CH4}$$

Estas emisiones no son tenidas en cuenta para el cálculo de la reducción de emisiones *ex ante*, debido que el biosólido generado se esparce en el suelo; por lo tanto:

$$BE_{s,final,y} = 0$$

Entonces:

Ecuación 1

$$BE_y = \{ BE_{power,y} + BE_{ww,treatment,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,final,y} \}$$

$$BE_y = 5,1 + 1617,49 + 151,67 + 160,06 + 0$$

$$BE_y = 1934,32 \text{ tn/ año}$$

Emisiones de la actividad del proyecto
Ecuación 2

$$PE_y = \left\{ \begin{array}{l} PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{s,final,y} + \\ PE_{fugitive,y} + PE_{biomass,y} + PE_{flaring,y} \end{array} \right\}$$

- **Ecuación 2.1:** Emisiones del proyecto generadas por el consumo de electricidad

Las emisiones generadas por el consumo de electricidad va a seguir siendo la misma que en la situación ex ante del proyecto.

$$PE_{power,y} = BE_{power,y} = CONel * FRed / (1000)$$

$$PE_{power,y} = 5.1 \text{ tn/año}$$

- $CONel$ = Consumo anual de electricidad (KWh)
- $FRed$ = Factor de emisión de la red (0,5 kgCO₂/KWh)

El consumo de energía incluye todos los equipos involucrados en el digester. Conforme el cálculo desarrollado en www.ambiente.gov.ar/cambioclimatico, las emisiones del proyecto es el consumo anual de electricidad (kWh) consumido por el digester multiplicado por el factor de emisión de la red (se considera que el sistema eléctrico de Santa Fe está interconectado a la red nacional, por la tanto se considera el factor de emisión de la generación eléctrica global que hoy está definido en 0,5 kg CO₂e/kWh).

2.2) Emisiones de metano provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales afectados por la actividad del proyecto, y no equipados con recuperación de biogás, en el año y (tCO₂e).

- **Ecuación 2.2:**

$$PE_{ww,treatment,y} = BE_{ww,treatment,y} = \sum_i (Q_{ww,i,y} * COD_{inf\ low,i,y} * \eta_{COD,BL,i} * MCF_{ww,treatment,BL,i}) * B_{o,ww} * UF_{BL} * GWP_{CH4}$$

$$PE_{ww,treatment,y} = 1617,49 \text{ tn/año}$$

2.3) Emisiones de metano provenientes de sistemas de tratamiento de barros afectados por la actividad del proyecto, y no equipados con recuperación de biogás, en el año y (tCO₂e).

- **Ecuación 2.3:**

$$PE_{treatments,y} = BE_{treatments,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * MCF_{s,treatmentBL,j} * DOC_s * UF_{BL} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4}$$

$$PE_{treatment,s,y} = 151,67 \text{ tn/año}$$

2.4) Emisiones de metano provenientes de carbón orgánico degradable en las aguas residuales tratadas en el año y (tCO2e).

- **Ecuación 2.4:**

$$PE_{ww,discharge,y} = BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} * GWP_{CH4} * B_{o,ww} * UF_{pj} * COD_{ww,discharge,pj,y} * MCF_{ww,pj,discharge}$$

$$PE_{ww,discharge,y} = 160,06 \text{ tn/año}$$

2.5) Emisiones de metano provenientes de la descomposición anaeróbica del barro final producido en el año y (tCO2e).

- **Ecuación 2.5:**

$$PE_{s,final,y} = S_{final,pj,y} * DOC_s * UF_{pj} * MCF_{s,pj,final} * DOC_F * F * 16 / 12 * GWP_{CH4}$$

Como se explicó con anterioridad, estas emisiones no son tenidas en cuenta para el cálculo de la reducción de emisiones *ex ante*, debido que el biosólido generado se esparce en el suelo.

Esta información estará disponible y será monitoreada para los cálculos realizados *ex post*. Por lo tanto, *ex ante*:

$$PE_{s,final,y} = 0.$$

2.6) Emisiones de metano provenientes de la liberación de biogás en sistemas de captura en el año y (tCO2e).

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,s,y}$$

- **Ecuación 2.6.1:**

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - CFE_{ww}) * MEP_{ww,treatment,y} * GWP_{CH4}$$

$$PE_{fugitive,ww,y} = (1 - 0,9) * 995,92 * 21$$

$$PE_{fugitive,ww,y} = 2091,44 \text{ tn/año}$$

▪ **Ecuación 2.6.1.1:**

$$MEP_{ww,treatment,y} = Q_{ww,y} * B_{o,ww} * UF_{PJ} * \sum_k COD_{removed,PJ,k,y} * MCF_{ww,treatment,PJ,k}$$

$$MEP_{ww,treatment,y} = 3217600 * 0,21 * 0,94 * 0,001960 * 0,8$$

$$MEP_{ww,treatment,y} = 995,92 \text{ tn/año}$$

Obs.: La determinación del $COD_{removed, PJ,k,y}$ se encuentra en el Anexo 3

○ **Ecuación 2.6.2:**

$$PE_{fugitive,s,y} = (1 - CFE_s) * MEP_{s,treatment,y} * GWP_{CH4}$$

$$PE_{fugitive,s,y} = (1 - 0,9) * 30,62 * 21$$

$$PE_{fugitive,s,y} = \mathbf{64.3 \text{ tn/año}}$$

▪ **Ecuación 2.6.2.1:**

$$MEP_{s,treatment,y} = \sum_l (S_{l,PJ,y} * MCF_{s,treatment,PJ,l}) * DOC_s * UF_{PJ} * DOC_F * F * 16/12$$

$$MEP_{s,treatment,y} = 219,52 * 1 * 0,21 * 1,06 * 0,94 * 0,5 * 16/12$$

$$MEP_{s,treatment,y} = 30,62 \text{ tn/año}$$

Entonces:

• **Ecuación 2.6:**

$$PE_{fugitive,y} = PE_{fugitive,ww,y} + PE_{fugitive,s,y}$$

$$PE_{fugitive,y} = 2091,44 + 64,3$$

$$PE_{fugitive,y} = \mathbf{2155,74 \text{ tn/año}}$$

• **Ecuación 2.7:** Emisiones del proyecto generadas debido a un incinerado incompleto

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} * (1 - \eta_{flare,h}) * GWP_{CH4} / 1000$$

$$PE_{flare,y} = 42,9 * (1 - 0,9) * 21 / 1000 = \mathbf{0.09 \text{ tn/año}}$$

○ **Ecuación 2.7.1:**

$$TM_{RG,h} = FV_{RG,h} * fV_{CH4,RG,h} * \rho_{CH4,\eta}$$

$$TM_{RG,h} = 10,54 * 0,65 * 0,716 = 4,9 \text{ kg/h} = 42,9 \text{ tn/año}$$

Entonces:

- **Ecuación 2**

$$PE_y = \left\{ \begin{array}{l} PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{s,final,y} + \\ PE_{fugitive,y} + PE_{biomass,y} + PE_{flaring,y} \end{array} \right\}$$

$$PE_y = 5,1 + 1617,49 + 151,67 + 160,06 + 2155,74 + 0,09$$

$$PE_y = 4090,15 \text{ tn/ año}$$

Fugas

Conforme al AMS-III.H, la fuga total es igual a cero ya que la actividad del proyecto no considera equipos transferidos desde otra parte del proceso.

$$LE_{y,ex\ ante} = 0$$

Reducciones de las emisiones

Ecuación 3:

$$ER_{y,ex\ ante} = BE_{y,ex\ ante} - (PE_{y,ex\ ante} + LE_{y,ex\ ante})$$

$$ER_{y,ex\ ante} = 1934,32 - 4090,15$$

$$ER_{y,ex\ ante} = -2155,83 \text{ tn/año}$$

B.7 Aplicación de una metodología de monitoreo y descripción del plan de monitoreo:

El Plan de Monitoreo del Proyecto ha sido desarrollado de acuerdo con los parámetros establecidos por la Metodología de Monitoreo Consolidada AMS111-H/Versión 16.

De acuerdo a la metodología de monitoreo, las principales variables que deben ser determinadas son: el caudal de agua tratada, la Demanda Química de Oxígeno de entrada y salida, la cantidad de materia seca del barro tratado, volumen de biogas, metano contenido en el biogas, Temp y presión del biogas, eficiencia de quemado y emisiones relacionadas con la energía utilizada.

B.7.1 Información y parámetros monitoreados:

Dato / Parámetro	$Q_{ww,i,y}$
Unidad	m ³ /mes
Descripción	Caudal de agua residual tratada en el año y
Fuente de datos utilizados	Muestreos realizados por personal de ASSA
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	La medición se lleva a cabo mediante un sensor ubicado en la cámara parshall antes de descargar el efluente en el arroyo La Candelaria y luego mediante una fórmula se determina el Q_{efluente}

Dato / Parámetro	$DQO_{ww,untreated,y}$
Unidad	$Tn DQO / m^3$
Descripción	La demanda química de oxígeno de aguas residuales antes del tratamiento
Fuente de datos utilizados	Muestreos realizados por personal de ASSA
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Extracción de muestras dos veces al mes para determinación en el laboratorio de ASSA

Dato / Parámetro	$DQO_{ww,discharge,PJ,y}$
Unidad	$Tn DQO / m^3$
Descripción	La demanda química de oxígeno de aguas residuales tratadas
Fuente de datos utilizados	Muestreos realizados por personal de ASSA
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Extracción de muestras dos veces al mes para determinación en el laboratorio de ASSA

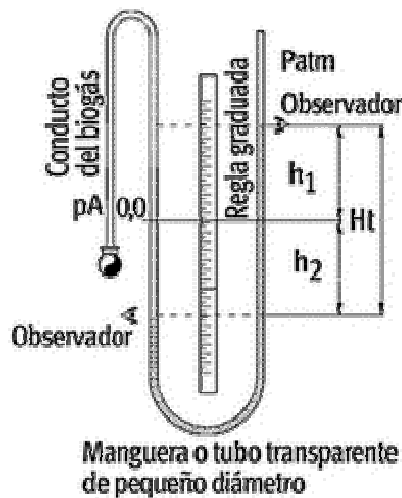
Dato / Parámetro	$S_{final,PJ,y}$
Unidad	Tn
Descripción	Cantidad de materia seca en el barro
Fuente de datos utilizados	Muestreos realizados por personal de ASSA
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	El volumen y la densidad de barros se pueden utilizar para determinar la cantidad de barros (base húmeda). Las muestras representativas se toman para determinar el contenido de humedad para calcular la cantidad total de barros en base seca.

Dato / Parámetro	BG _{burnt,y}
Unidad	m ³
Descripción	Volumen de biogás en el año y
Fuente de datos utilizados	Muestreo realizado por el personal de ASSA
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	En todos los casos, la cantidad de biogás recuperado, combustible, quemado u otras utilidades serán objeto de seguimiento a posteriori, usando caudalímetros de medición continua. Si los flujos de biogás quemado y combustible (o utilizado) se controlan por separado, las dos fracciones se pueden sumar para determinar el total de biogás recuperado, sin la necesidad de controlar el biogás recuperado antes de la separación. La medición de contenido de metano se llevará a cabo cerca de las instalaciones de captación.

Dato / Parámetro	T
Unidad	°C
Descripción	Temperatura de biogás
Fuente de datos utilizados	Se medirá al mismo tiempo que cuando se realice la medición del contenido de metano en el biogás
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	La temperatura del gas es necesaria para determinar la densidad del metano quemado. Si el medidor de flujo de biogás determina la presión y la temperatura entonces no hay necesidad de un control independiente.

Dato / Parámetro	$w_{CH_4, y}$
Unidad	%
Descripción	Metano contenido en el biogas en el año y
Fuente de datos utilizados	Muestras realizadas por personal de ASSA
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	La fracción de metano en el gas deberán ser medidos con un analizador continuo o, alternativamente, con mediciones periódicas en un nivel de confianza 90 / 10 / nivel de precisión. Se medirá con un equipo que pueda medir directamente el contenido de metano en el biogás - la estimación del contenido de metano del biogás basado en la medición de otros componentes del biogás, como el CO ₂ no está permitido. La medición de contenido de metano se llevará a cabo cerca de las instalaciones de generación y captación

Dato / Parámetro	P
Unidad	Pa
Descripción	Presión del biogas
Fuente de datos utilizados	Se medirá al mismo tiempo que cuando se realice la medición del contenido de metano en el biogás
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	Para conocer la presión que se desarrolla en el interior de un biodigestor se utilizará un manómetro que puede ser creado por los operadores mediante una manguera, preferiblemente transparente, que apoyada sobre una tabla vertical permita observar el agua en el interior. La superficie de un lado está en contacto con el biogás, y sobre ésta se ejerce la presión que se desea conocer (en la rama de salida, la presión es la atmosférica). Inicialmente, con la presión atmosférica (P_{atm}) en ambas ramas, los dos extremos ocupan la posición 0,0. Al desarrollarse la presión del interior del digestor ésta hace descender la altura h_1 y ascender la altura h_2 . De este modo, al medir la diferencia entre los dos extremos, se tiene la presión manométrica: $p_A = (h_1 + h_2) = Ht.$ (obs. dibujo)



Dato / Parámetro	PE fugitive
Unidad	%
Descripción	Eficiencia de quemado
Fuente de datos utilizados	Tabla III.H.2 del AMSIII.H v 16
Justificación de la elección de datos o descripción de métodos y procedimientos de medición aplicados	De acuerdo a la "Herramienta para determinar las emisiones del proyecto de quema de gases que contiene metano". El mantenimiento regular se llevará a cabo para garantizar el funcionamiento óptimo del quemado.

B.7.2 Descripción del Plan de Monitoreo:

Los parámetros monitoreados y a monitorear van a ser los siguientes:

- Caudal de salida de planta: medido continuamente en forma automática, mediante sensor en la Cámara Parshall de la Planta Depuradora.
- Demanda Química de Oxígeno (DQO): se toman muestras con personal de Aguas Santafesinas S.A. (ASSA) en los siguientes puntos:
 - ◆ al ingreso de la Planta Depuradora
 - ◆ en el efluente de salida de planta
- Materia seca: en el barro final generado por el sistema de tratamiento del proyecto:

Cuando el volumen de barro muestra un incremento considerable, debe extraerse una fracción de éste del digestor, se realizan remociones periódicas del exceso de barros, con una frecuencia semanal.

Las emisiones generadas por la disposición del barro serán registradas cada vez que éste sea extraído del sistema, a partir de la cantidad de materia seca en el barro final generado por el sistema de tratamiento del proyecto.

- Electricidad utilizada en el proyecto: El consumo de electricidad será medido de modo continuo, utilizando un medidor de electricidad instalado en el sitio del proyecto. Los medidores de electricidad deberán cumplir con los procedimientos de calibración y mantenimiento recomendados por el fabricante.
- Tasa de flujo volumétrico del gas residual que alimenta al quemador: La cantidad de biogas producido por el digester será monitoreada de modo continuo. El uso de caudalímetros es implementado y considerado por la actividad del proyecto con el fin de monitorear la producción de biogas. Todos los equipos e instrumentos utilizados por el sistema serán calibrados y mantenidos conforme a los requerimientos del fabricante.
- Fracción volumétrica de CH₄ en el gas residual: El contenido de CH₄ en el biogas será monitoreado por medio de un analizador de gas continuo. El analizador de gas será calibrado y mantenido conforme a los requerimientos del fabricante.
- Temperatura en el gas de escape del quemador: Con el fin de medir la temperatura, se utilizará una termocupla o mecanismo similar de control de temperatura.
- Eficiencia de incinerado: Teniendo en cuenta que la eficiencia de incinerado se la define como dependiente de la fracción de tiempo en el cual la temperatura del quemador es superior a 500° C, se realizará un monitoreo de la temperatura del quemador y de la tasa de flujo del biogas. La temperatura hora por hora y la tasa de flujo del biogas continuos permitirán la determinación del valor de la eficiencia de incinerado que será utilizado. Se utiliza un valor predeterminado de eficiencia de incinerado del 90% para la hora *h* si la temperatura es superior a 500°C por un período mayor a 40 minutos durante la hora *h* y si las especificaciones del fabricante con respecto al funcionamiento adecuado del quemador son cumplidas de modo continuo durante la hora *h*. En caso de no cumplirse con las especificaciones del fabricante respecto del funcionamiento adecuado, se utilizará un valor del 50% y un valor del 0% si la temperatura en el gas de escape del quemador (Tflare) es inferior a los 500° C por un período mayor a 20 minutos durante la hora *h*.
- Sólidos totales: es la cantidad de materia que queda como residuo después de una evaporación entre los 103° C a 105° C. Este parámetro se determina en el laboratorio de ASSA, luego de extraer la muestra un operador de la planta.
- Sólidos volátiles: Los sólidos Totales sometidos a combustión a una temperatura de 600°C, durante 20 minutos, transforman la materia orgánica a CO₂ Y H₂O. Esta pérdida de peso se interpreta en términos de materia orgánica o volátil (SV), los sólidos que no volatilizan se denominan sólidos fijos (SF). Este parámetro se determina en el laboratorio de ASSA, luego de extraer la muestra un operador de la planta.

SECCIÓN C. Duración de la actividad de proyecto / Período de acreditación:

C.1. Duración de la actividad de proyecto de pequeña escala:

7 años con posibilidad de renovación

C.1.1. Fecha de inicio de la actividad de proyecto de pequeña escala:

Se considera la fecha de inicio mediados de 2013.

C.1.2. Tiempo estimado de vida operacional de la actividad de proyecto de pequeña escala:

En cuanto a la vida útil del Sistema de Captación y Tratamiento, deben considerarse separadamente el Sistema de Quemadores y el Sistema de Generación de Energía Eléctrica. Se estima una vida útil mayor a 20 y 10 años respectivamente.

C.2. Selección del período del crédito e información relacionada:

Renovable.

C.2.1. Renovación del período del crédito:

7 años

C.2.1.1. Fecha de Comienzo del primer período del crédito:

2014

C.2.1.2. Duración del primer período del crédito:

7 años

C.2.2. Período de crédito fijo:

No aplicable.

C.2.2.1. Fecha de inicio:

No aplicable.

C.2.2.2. Duración:

No aplicable.

SECCIÓN D. Impactos Ambientales

D.1. Si llegara a ser solicitado por la Parte anfitriona, documentación del análisis de impacto ambiental de la actividad del proyecto:

Aguas Santafesinas S.A. presentó a la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Santa Fe el Informe el Informe Ambiental de Cumplimiento donde se evaluaron los impactos generados en la PDLC de la ciudad de Casilda; a continuación se resumen los impactos específicos al proyecto:³¹

- **Efecto invernadero / calidad del aire:** La generación de biogas se produce en la etapa del proceso de digestión de los barros donde se lleva a cabo la degradación anaeróbica de la materia orgánica; con su venteo a la atmosfera se está contaminando el aire y produciendo efecto invernadero.
- **Generación de olores:** Se produce en las etapas del proceso donde el líquido puede septizarse ó desprender gases debido a períodos de retención altos y/o saltos hidráulicos y en las etapas del proceso donde se produzca la degradación anaeróbica de materia orgánica (digestores).
- **Contaminación del suelo:** puede generarse debido a la aplicación del biosólido por varios años, en el terreno de la PDLC, debido que no existe normativa que habilite su uso fuera del predio de ASSA.

La implementación del Sistema de Captación y Tratamiento con aprovechamiento de gases no presenta impactos negativos sobre el medio, sino al contrario, se han sido identificados una serie de impactos positivos, como ser:

- ❖ evitar en forma eficaz la emisión de metano a la atmósfera, reduciendo de esta manera, el aporte de gases con un alto potencial de generación de efecto invernadero.
- ❖ la quema de biogas capturado, no solo destruye el metano sino que también destruye compuestos del biogas como compuestos orgánicos volátiles y amoníaco. Esto reduce la emisión de gases a la atmósfera con la consecuente mejora en la calidad del aire de la zona, se eliminan los malos olores y se reduce notablemente el riesgo de incendio que podría producirse a consecuencia de las altas concentraciones de metano contenidas en dicho gas.
- ❖ aprovechamiento de una fuente renovable de energía como el biogás, la cual permite reducir el consumo de energía eléctrica proveniente de la red, y con ello no solo se reducen las emisiones producidas durante su generación en la fuente de origen sino que se conservan las fuentes de recursos no renovables como los combustibles fósiles.
- ❖ reutilización de biosolidos mediante la aplicación del biofiltro; se reduciría la contaminación en el suelo y se generaría un sistema sustentable en el tiempo.
- ❖ Beneficios Sociales: la captación y eliminación del biogas además de contribuir a la mitigación del cambio climático también producirá mejoras en la salud y

calidad de vida de las personas que viven cerca de la planta depuradora, reduciendo considerablemente los olores que debido a los vientos predominantes van hacia la ciudad.

- ❖ Transferencia de tecnología: el proyecto incentivará la realización del mismo en otras plantas depuradoras, con el mismo sistema de producción que la de Casilda.

D.2. Si los participantes del proyecto o la Parte anfitriona consideran que los impactos ambientales son significativos, por favor, otorgar conclusiones y todas las referencias pertinentes para respaldar la documentación de una Evaluación de Impacto Ambiental

No se han identificado impactos negativos significativos.

SECCIÓN E. Comentarios de las partes interesadas

G.1. Resumen de los comentarios recibidos

“Abordar y resolver la gestión de los gases generados en los digestores a fin de mitigar su impacto ambiental es una necesidad concreta. El aporte sobre el MDL es innovador ya que brinda una nueva alternativa de financiamiento para la realización de este tipo de obras que permite avanzar en la ejecución de este tipo de proyectos”. **Lic. Patricia Mariela Zago – Analista Dpto. Gestión Ambiental – DNI 22.367.679**

“La producción de biogás en los digestores es necesaria para el buen funcionamiento de los mismos. Estos gases sería bueno reutilizarlos para calefaccionar los digestores o también para uso domestico como ser la alimentación de la cocina, calefón, estufa, etc. en la sala de guardia.

Si no se puede reutilizar para estos fines lo que se debería hacer es quemar dicho biogás, utilizando mecheros automáticos” **Sr. Sergio Beato – Jefe Planta Depuradora de Líquidos Cloacales Casilda - DNI 20.269.133**

“El aprovechamiento del biogás generado en los digestores es una buena posibilidad para reducir los impactos ambientales y generar energía para usar en la planta” **Sr. Marcial Giusti - Operador Planta Depuradora de Líquidos Cloacales Casilda - DNI 26.840.143**

Conclusión:

El proyecto presentado consistió en analizar una alternativa de financiamiento para realizar el tratamiento de los gases generados en los digestores de la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales de la ciudad de Casilda.

Para ello se utilizó como herramienta el Manual para el Desarrollo Limpio de proyectos (MDL), el cual prevé la venta de bonos verdes a países que firmaron el Protocolo de Kyoto.

Desde el punto de vista ambiental, la concreción del sistema de tratamiento de los gases generados en los biodigestores permitirá evitar la emisión de **2156 tn de dióxido de carbono por año** a la atmósfera, contribuyendo al mismo tiempo a disminuir el efecto de cambio climático. Asimismo se evitará la contaminación del suelo en las instalaciones de la PDLC reutilizando el biosólido, generado en las playas de secado, como biofiltro.

Desde el punto de vista energético, si consideramos que la energía generada con la puesta en marcha de este estudio permitirá ahorrar un **37.3%** de la energía por medios fósiles y un ahorro de \$26176 anuales; es una alternativa a tener en cuenta ya que se implementaría un proyecto de autoabastecimiento eléctrico (al menos parcial).

Se obtendría además el beneficio indirecto de contribuir a disminuir la fuerte crisis energética por la que está atravesando la Argentina y en particular la provincia de Santa Fe.

Desde el punto de vista económico la inversión que se debe realizar es aproximadamente **\$424000**; se realizó un breve análisis económico, evaluando por un lado la recuperación que se obtendría según el costo energético que se tiene con la operación de la Planta Depuradora, dando como resultado un recupero de la inversión en 16 años; sin embargo el segundo análisis consistió en evaluar la inversión con la venta de los CERs (**312404 \$/año**), dando como resultado un recupero de la inversión en 1 año y tres meses, concluyendo que además de ser un periodo mucho menor se seguirían generando ganancias con las ventas de dichos bonos en los años subsiguientes.

*Es importante destacar que el Presupuesto total para Inversiones en el año 2014 destinado para la Planta Depuradora es de **\$167700** y por lo tanto la venta de bonos verdes impactaría de manera significativa para futuras inversiones y mantenimientos a realizar en la Planta.*

Del punto de vista técnico se observa que las instalaciones propuestas tienen amplia experiencia desarrolladas a nivel mundial en Rellenos Sanitarios (Argentina, España, Brasil) que demuestran la confiabilidad del sistema.

Finalmente se debe tener en cuenta que de no realizarse el proyecto no existe una disposición legal que genere la obligatoriedad de hacerlo, no obstante la razón principal de este proyecto no es la de obtener un rédito económico sino la de poner en marcha una planta de generación de energía limpia contribuyendo con esto a la disminución de las emanaciones de gases de efecto invernadero al medio ambiente.

Bibliografía Referenciada:

1. **Aguas Provinciales de Santa Fe.** (1994). *Doblamiento y Obras de Salubridad en la Provincia de Santa Fe, Programa Patrimonio Histórico*, p. 42 y 43
2. **Empresa – Institucional** - Disponible en : www.aguasdesantafe.com.ar – Consulta 03/04/10
3. **Baquedano Muñoz, M., Young Medina, M. Morales, L..** (1987) *Los Digestores. Energía y fertilizantes para el desarrollo rural*, Valparaíso, Chile, Cetal. p. 10.
4. **Botero, R; Preston, T.,** (1997) *Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir de excretas; manual para su instalación, operación y utilización (en línea)*, Universidad EARTH, Mercedes de Guácimo, Costa Rica, p.4
5. **Barlately, M.A., Budzinski S. ,** (2011) *Técnicas Energéticas 67.56 – Aplicaciones Biogas*, Fac. Ingeniería UBA. Material brindado en capacitación en Biodigestión Anaeróbica, dictado por el INTI .
6. **Guía Latinoamericana del MDL. Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kioto. Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica** (2005), p. 7.15 – Disponible en: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/mdl/File/08_manualmdl.pdf – Consulta 03/04/10
7. **Mecanismo de Desarrollo Limpio** – Disponible en: http://www2.unesa.es/documentos_biblioteca/MDL/capitulo_7.pdf ; Pag 7.1 – Consulta: 22/1210
8. Ibidem 7
9. **Gavioli, F.,** (2010, 24 de Enero). *Costo-beneficio: la conveniencia de entrar al mercado de carbono*. Diario Clarín, IEco, Suplemento Económico.
10. **Avances del MDL y el Portafolio de Proyectos MDL del Perú-** Disponible en: http://cd4cdm.org/LatinAmerica/Peru/CentralRegionWorkshop/Avance&PortafolioMDL-Peru_Garcia.pdf – Consulta: 22/12/10
11. **Oficina Argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio** – Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=542> – Consulta: 18/03/14
12. **Guía Latinoamericana del MDL. Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kioto. Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica.** Programa Synergy. (2005), p. 9.6 – Disponible en:

http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/mdl/File/08_manualmdl.pdf –

Consulta 03/04/10

13. **Kantor, D.**, *El negocio de limpiar el aire*, Diario Clarín, IEco , Suplemento Económico, 24 de Enero de 2010.
14. *Ibidem* 12 - Pág.9.7
15. **Educación Ambiental** – Disponible en:
<http://www.mma.gov.br/legislacao/responsabilidade-socioambiental/category/36-educacao-ambiental> - Consulta 15/01/13
16. **Legislaciones Ambientales** – Disponible en:
<http://www.seam.gov.py/legislaciones-ambientales.html> - Consulta 15/01/13
17. **Marco Legal** – Disponible en: <http://www.mvotma.gub.uy/ambiente-territorio-y-agua/instrumentos-de-gestion-ambiental/evaluacion-de-impacto-ambiental/item/10002476> - Consulta: 15/01/13
18. **Leyes y Decretos** – Disponible en:
www.minamb.gob.ve/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=66&Itemid=74 - Consulta 15/01/13
19. **Marco Legal** – Disponible en:-
<http://www.ambiente.gov.ar/?aplicacion=normativa&IdSeccion=29>-
Consulta: 19/07/12
20. **Manual para el Desarrollo de proyectos en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio** – Disponible en:
http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/mdl/File/08_manualmdl.pdf -
Consulta 22/05/2011
21. **Metodología MDL** – Disponible en: <http://cdm.unfccc.int/DOE/scopelst> -
[Consulta 22/05/2011](#)
22. **Seguro, E.**, (2006) *Filtro Biológico para la remoción de olores cloacales. Parámetros de diseño*, Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental N°88; pag. 88.
23. **Mancini S.**, (2007) *Generación de energía eléctrica con biogás del Relleno Sanitario Puente Gallego III*, Práctica Profesional Supervisada, Universidad Tecnológica Nacional, p. 17.
24. **Methodologies SSC approved** - Disponible en:
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved.html> -
Consulta 22/05/2011
25. **Methodological “Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane”** – Disponible en:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-06-v1.pdf>

- Consulta 22/05/2011

26. **Guevara Vera, A.**, (1996). *Fundamentos Básicos para el Diseño de Biodigestores Anaeróbicos rurales. Producción de Gas y Saneamiento de Efluentes*, OPS/CEPIS, Lima, p. 40.
27. **Viquez Arias, J.**, (2010) . Generación Eléctrica con Biogas. Revista ECAG N°52 , pag.52
28. **Cotizaciones de las principales monedas** – Disponible en: http://www.bna.com.ar/bp/bp_cotizaciones.asp?op=m - Consulta 07/05/2014
29. **Carbon 2012, A market waiting for Godot, p. 7-** Disponible en: http://www.pointcarbon.com/polopoly_fs/1.1814671!Carbon2012_FINAL.pdf – Consulta: 22/01/13
30. Ibídem 28
31. **Ugalde, M. J., Zago, P.**, (2008) *Informe Ambiental de Cumplimiento. Planta Depuradora Líquidos Cloacales Casilda*”, Dpto. Gestión Ambiental, Aguas Santafesinas S.A.
32. **Manual Degremont**, (1979) .Cuarta edición , pag 439

Bibliografía recomendada:

Borsotti, C. (1995) *Esquema para la formulación de un proyecto de investigación*, Universidad Nacional de Lujan, Departamento de Educación, Área Metodología de la Investigación

Eaton, A., (2009) .The Role of Small Scale Biodigesters in the energy, health, and climate change baselina in Mexico, Humboldt State University , The Faculty of environmental Resource Engineering,

GTZ (Gesellschaft für technische zusammenarbeit, (DE)) (1998). Biogas basic eschborn , GTZ, pag.45

Lewis, J. P., (1995) *La biosfera y sus ecosistemas. Una introducción a la ecología*, Centro de Investigaciones en Biodiversidad y Ambiente. ECOSUR Serie de publicaciones técnicas N°2. Rosario.

López M., Lavín A., Andrés H., (1996) *Biosólidos generados en la depuración de aguas: planteamiento del problema.*, Ingeniería del Agua, Vol. 3 Num.2, p.54

Martínez Pietri E., Servian González P., (2007) *Evaluación del tratamiento anaeróbico de aguas residuales ordinarias (excretas humanas) de la Universidad Earth para su aprovechamiento energético*, Universidad Earth, Guácimo, Limón, Costa Rica.

Metcalf & Eddy. *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, vertido y reutilización.* Vol. 1 y 2 3ª Ed. Mc. Graw Hill.

Poggiana, J., Ugalde, M. J., (2008) *Manual de Operación y Mantenimiento Planta Depuradora de Líquidos Cloacales Casilda*, Jefatura Dtos. Sur, Aguas Santafesinas S.A..

Fernández, F., (1997) *Lodos provenientes del tratamiento de agua y desagües cloacales. Experiencia en Brasil*, Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental N°35.

Dos Santos, H.F., Tsutiya M.T., (1997) *Aprovechamiento y disposición final de los lodos de las plantas depuradoras cloacales del Estado de San Pablo, Brasil*, Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental N°35.

Laos, F., Mazzarino, M.J., Satti, P., Roselli, L., Moyano, S., Ruvial, M., Moller Poulsen, L., (2000) *Planta de compostaje de biosólidos. Investigación y desarrollo en Bariloche, Argentina*, Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental N°50.

Schvarstein, L., (2003) *La inteligencia social de las organizaciones*, Editorial Paidós, Buenos Aires.

Synergy, Unesa, (2005) *Guía Latinoamericana del MDL. Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kioto. Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica*, Universidad Politécnica de Madrid, Institut System-und Innocationsforschung, Instituto Mexicano del Petróleo, Universidad Nacional Autónoma de México, CIER y OLADE.

Sitios de internet:

Generación eléctrica con biogás – Una alternativa de ahorro eléctrico para granjas lecheras y porcinas – Disponible en:
<http://www.viogaz.com/downloads/Retosyexperienciasconlaproducci.pdf> - Consulta: 19/03/2014

Herramienta para determinar las emisiones del proyecto Provenientes de gases de incinerado que contienen metano- Disponible en:
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-06-v1.pdf> - Consulta: 08/10/10

Historia de la Digestión Anaerobia – Disponible en: <http://www.inverter-china.com/blog-es/articles/green-energy/History-of-anaerobic-igestion.html> - Consulta: 03/04/10

Manual para el Desarrollo de proyectos en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio - Disponible en:

http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/mdl/File/08_manualmdl.pdf - Consulta 22/05/2011

Mecanismo de Desarrollo Limpio – Disponible en:

http://www2.unesa.es/documentos_biblioteca/MDL/capitulo_7.pdf - pag. 7.1 -

http://www2.unesa.es/documentos_biblioteca/MDL/capitulo_9.pdf - pág. 9.6 , 9.7

Consulta 22/11/10

Recuperación de metano en el tratamiento de aguas residuales AMS-III.H, Versión 16- <http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved.html> - Consulta 08/10/10

United Nations Framework Convention on Climate Change. Clean Development Mechanism. CDM METHODOLOGY Booklet. UNFCCC - Disponible en:

http://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet.pdf#AMS-III.H. –

Consulta 20/1/2011

ANEXOS

Anexo 1: Información para contacto con los participantes en la actividad del proyecto

Proponente del Proyecto

Organización:	Aguas Santafesinas S.A.
Calle/Código Postal:	Bs. As. 2048 – Loc. 19 / 2170
Ciudad:	Casilda
Provincia:	Santa Fe
País:	Argentina
Teléfono:	(+54)-(3464) - 429005
FAX:	(+54)-(3464) - 429004
Página Web:	http://www.aguassantafesinas.com.ar
Presentado por:	María José Ugalde
Título:	Ingeniera Industrial
Cargo:	Asesor Técnico
Apellido:	Ugalde
Nombre:	María José
Departamento:	Staff Gerencia Nodo Rosario
Teléfono celular:	(+54)-(3464) – 155-58419
e-mail:	mariajose.ugalde@aguasdesantafe.com.ar
e-Mail Personal:	majougalde@gmail.com

Consejeros del Proyecto

Organización:	Universidad Nacional de Rosario
Calle/Código Postal:	Ovidio Lagos y Ruta 33
Edificio:	
Ciudad:	Casilda
Provincia:	Santa Fe
Postcode/ZIP:	2170
País:	Argentina
Teléfono:	03464 422050/423377 int 202
FAX:	
E-Mail:	
Página Web:	www.fveterunr.edu.ar
Representado por:	
Título:	Diplomado en Salud Pública (DSP Med. Veterinario)
Cargo:	Profesor titular de Epidemiología – Salud Pública

Apellido:	Alfieri
Nombre:	Arsenio
Departamento:	Medicina Preventiva y Salud Publica
Teléfono celular:	0341 156936729
FAX:	-
Teléfono:	-
E-Mail:	arsenioalfieri@hotmail.com

Organización:	Aguas Santafesinas S.A.
Calle/Código Postal:	Ituzaingo 1501
Ciudad:	Santa Fe
Provincia:	Santa Fe
País:	Argentina
Teléfono:	(+54)-(342) - 4504543
FAX:	(+54)-(342) - 4504549
Página Web:	http://www.aguassantafesinas.com.ar
Presentado por:	
Título:	Ingeniera Química – Especialista en Ing. Sanitaria
Cargo:	Jefa Dpto. Gestión Ambiental
Apellido:	Grangetto
Nombre:	María Teresa
Departamento:	Gestión Ambiental
e-mail:	maria.grangetto@aguasdesantafe.com.ar

Anexo 2: Datos de la organización

Organización:	Aguas Santafesinas S.A.
Calle/Código Postal:	Ituzaingo 1501
Ciudad:	Santa Fe
Provincia:	Santa Fe
País:	Argentina
Teléfono:	(+54)-0810-777-2000
Página Web:	http://www.aguassantafesinas.com.ar

Anexo 3:

Equipamiento instalado en la Planta Depuradora:

Equipo	Marca	Modelo	Función	Potencia Kw
Reja	Meva	RS14-60-6	Retener sólidos	1.5
Bomba	Pumpex	SP 30	Desarenador	3.3
Bomba	Pumpex	K 156	Elevación de líquido crudo a Cámara Partidora A	15
Bomba	Pumpex	K 156	Elevación de líquido crudo a Cámara Partidora A	15
Bomba	Pumpex	K 156	Elevación de líquido crudo a Cámara Partidora A	15
Bomba	Hidrostal		Extracción de barros	1.5
Bomba	Hidrostal		Extracción de barros	1.5
Motor	Czeweny		Funcionamiento de puente barredor	1.5
Motor	Weg		Funcionamiento de puente barredor	1.5
Motor	Altium		Funcionamiento de Brazos regadores - LPA	0.6
Motor	Czeweny		Funcionamiento de Brazos regadores - LPB	0.55
Motoreductor	Lentax	COT 3	Para Lecho percolador	1.3
Bomba	Pumpex	K 102	Recirculación a Cámara Partidora A	5.5
Bomba	Pumpex	K 102	Recirculación a Cámara Partidora A	5.5
Bomba	Pumpex	K 102	Recirculación a Cámara Partidora B	5.5
Bomba	Pumpex	K 102	Recirculación a Cámara Partidora B	5.5
Motor	Czeweny	MOTO-REDUCTOR	Funcionamiento de puente barredor	1.5
Motor	Eberle	MOTO-REDUCTOR	Funcionamiento de puente barredor	1.5
Compresor	Gamco	132 B	Recirculación de Digestores	9
Electrobomba	Pumpex	K 156	Sala bombas	10
Electrobomba	Pumpex	K 156	Sala bombas	10
Electrobomba	Pumpex	K 156	Sala bombas	10
Dosificador Gas Cloro	Siemens	AAB-3647	Sala de Cloración	
Electrobomba Sumergible	Pumpex	K 102	Sala de Cloración	5
Electrobomba Sumergible	Pumpex	K 102	Sala de Cloración	5
Bomba	Weg		Sala de Cloración	1.5
Varios			Iluminación y Taller	7.5
Electrobomba	Pumpex	SP30	Sumergible portátil para fangos	3.3

Total Potencia Instalada	133.75
---------------------------------	---------------

Anexo 4: Ecuaciones

Ecuación 1.2:

$Q_{ww,i,y}$	$COD_{inflow,i,y}$	$\eta_{COD,BL,i}$	$MCF_{ww,treatment,BL,i}$	
303017	0.00019	0.57	0.8	26.21
259957	0.00030	0.56	0.8	35.06
293196	0.00015	0.54	0.8	18.86
250815	0.00015	0.52	0.8	15.22
256079	0.00029	0.52	0.8	31.13
268440	0.00021	0.55	0.8	24.08
250178	0.00030	0.54	0.8	32.12
268474	0.00040	0.53	0.8	45.13
255159	0.00037	0.54	0.8	40.86
267316	0.00041	0.55	0.8	48.05
277894	0.00022	0.55	0.8	26.66
267075	0.00041	0.54	0.8	46.81
3217600				390.19

Donde:

$Q_{ww,i,y}$: Volumen de aguas residuales tratadas por la planta depuradora de líquidos cloacales de Casilda en el año 2009 (m³).

$COD_{inflow,i,y}$: Demanda Química de oxígeno determinada en el caudal de ingreso a la planta depuradora de líquidos cloacales de Casilda en el año 2009 (tn/m³).

$\eta_{COD,BL,i}$: Eficiencia de remoción de DQO

$MCF_{ww,treatment,BL,i}$: Factor de corrección para los sistemas de tratamiento de aguas residuales

En relación al valor del Factor de Corrección (MCF) se utiliza la tabla III.H.1 de la metodología aprobada por el IPCC, donde determina que para un digestor anaeróbico de lodos sin recuperación de metano el valor del **MCF = 0.8**

i : Índice para el sistema de referencia para el tratamiento de aguas residuales.

$B_{o,ww}$: Capacidad de producción de metano de las aguas residuales
 UF_{BL} : Factor de corrección del metano para explicar las incertidumbres del modelo (**0,94**)

GWP_{CH4} : Potencial de Calentamiento Global para el metano (**valor = 21**).

Observaciones:

* $COD_{inflow,i,y}$: datos obtenidos de los muestreos realizados por personal de ASSA y analizados en el Laboratorio central de ASSA.

* $\eta_{COD,BL,i}$: datos obtenidos de Indicadores de Funcionamiento de las plantas depuradoras elaborado por el Dpto de Gestión Ambiental – ASSA

Ecuación 1.3:

- Determinación de la materia seca en el barro digerido en los digestores:

Debido que la salida de los digestores en la Planta Depuradora no cuenta con la medición de gases generados en el proceso de digestión se han obtenido los datos teóricos en función de las muestras de barro analizadas en el laboratorio de ASSA:

Resultados de análisis de muestras realizados en la PDLC Casilda:

Cámara partidora A	178	mg/l
Caudal	8000	m ³ /lt
Kg entran /día	1424	
Kg entran /día al digestor	854,4	

Promedio % Sólidos totales	% ST	%	9,3
Promedio % Sólidos Volátiles (de los ST)	% SV	%	60,3
Promedio % Solidos Fijos	% SF	%	39,7

Entonces, los Kg de sólidos crudos/día purgados al digestor:

Kg sólidos/día ingresados al digestor	M	Kg/día		854,4
Kg sólidos volátiles al digestor	Mv	Kg SV/día	M + % SV	515,2
Kg sólidos fijos al digestor	Mf	Kg SF/día	M - Mv	339,2

Esos Kg de sólidos fijos no sufren cambios en el digestor, y aparecen en el barro digerido, pero en otro porcentaje.

Entonces se hace el cálculo al revés.

% de sólidos volátiles en los barros digeridos	%	43,6
Por diferencia el % de S Fijos es	%	56,4

Este 56,4 % de sólidos fijos pesa 339,2 Kg, entonces los Kg de barros digerido será

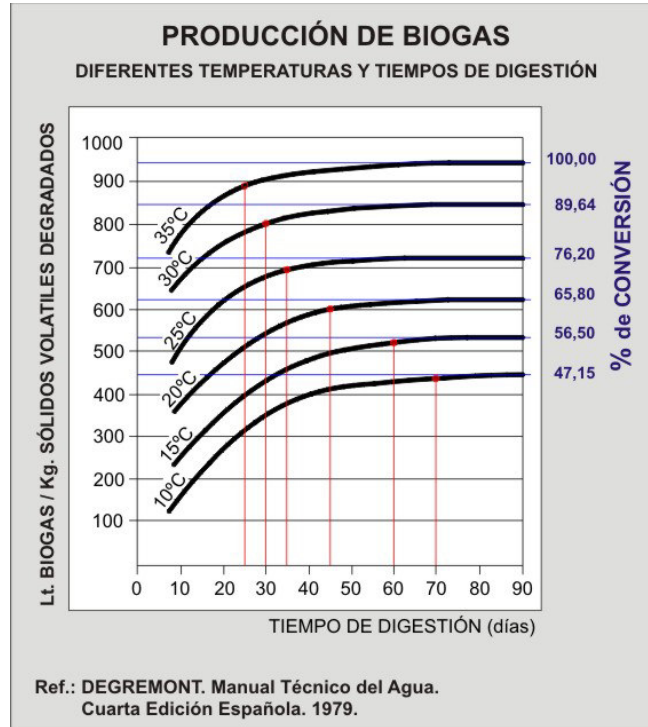
MATERIA SECA (S_{i,BL,v})	100*339,2 Kg SF/56,4%	Kg /día	601,41
		Tn /año	219,52

De estos Kg totales/día

$$Mvt = Ms * 43,6/100 = 262,2 \text{ Kg de volátiles}$$

Entonces: $Mv - Mvt = 515,2 - 262,2 = 253 \text{ Kg de volátiles destruidos}$

La producción de biogas para el biodigestor de Casilda (que funciona actualmente sin calefacción y la temperatura varía entre 20 °C (invierno) y 25 °C (verano)) estaría entre 0.6 y 0.7 m³/Kg de sólidos volátiles destruidos³¹



Si se adopta 0.65 m³/Kg SV destruido; la producción de biogas = **164,5 m³**

Entonces como el contenido de metano CH₄ se encuentra entre el 60 y 70 %
= **106,9 m³ metano/día**

Ecuación 1.4:

Volumen tratado (m3) $Q_{ww,y}$		DQOs = $COD_{ww,discharge,BL,y}$ (tn/m3)
Enero	303017	0,000103
Febrero	259957	0,000120
Marzo	293196	0,000100
Abril	250815	0,000090
Mayo	256079	0,000108
Junio	268440	0,000115
Julio	250178	0,000155
Agosto	268474	0,000165
Septiembre	255159	0,000128
Octubre	267316	0,000117
Noviembre	277894	0,000105
Diciembre	267075	0,000110
Total	3217600	0,00012

Obs.: Información brindada por el Dpto. de Gestion Ambienta (ASSA)- Año 2009

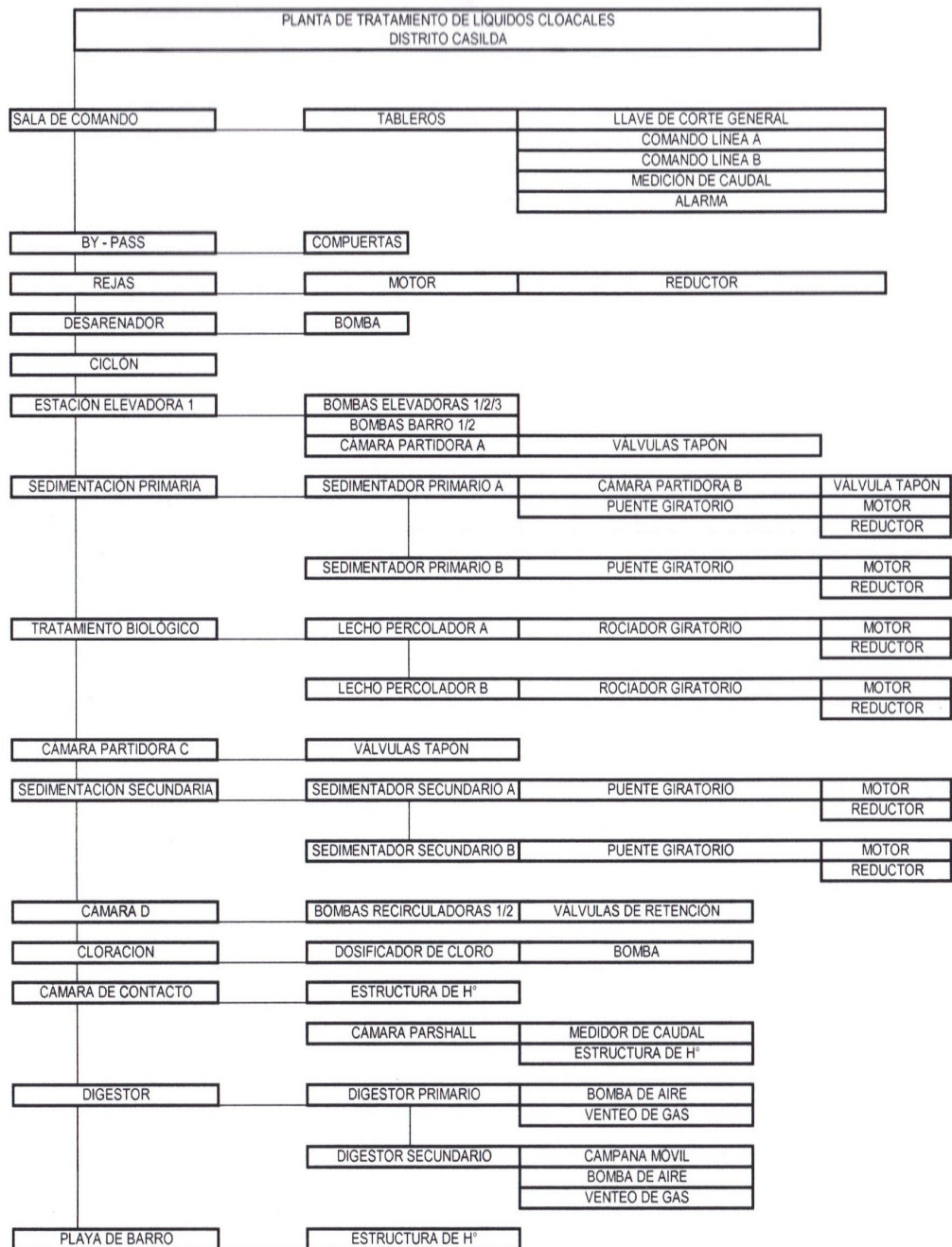
Ecuación 2.6.1.1:

	DQO (mg/l) (DQOe-DQOs)	DQO (mg/m3)	DQO (tn/m3)
Enero	88	87500	0.000088
Febrero	180	180000	0.000180
Marzo	50	50000	0.000050
Abril	55	55000	0.000055
Mayo	183	182500	0.000183
Junio	90	90000	0.000090
Julio	140	140000	0.000140
Agosto	230	230000	0.000230
Septiembre	242	241670	0.000242
Octubre	293	293340	0.000293
Noviembre	115	115000	0.000115
Diciembre	295	295000	0.000295
			0.001960
		COD removed,PJ,k,y	

Anexo 5:

PROCESO DE DEPURACIÓN DE LIQUIDOS CLOACALES - CASILDA

El líquido cloacal crudo de toda la ciudad es colectado por dos tuberías de hormigón armado: el colector Lisandro de la Torre, que tiene un diámetro de 450 mm., y el colector Tucumán, de diámetro 550 mm. Estos conductos se unen en una cámara ubicada a pocos metros de la Planta de Tratamiento, y el ingreso a la misma se realiza por una tubería de hormigón armado de \varnothing 550 mm.



Cámara de descarga atmosférica

Junto a la cámara de By-Pass se encuentra una cámara construida en hormigón armado con tapa de cierre superior de chapa plegada. Su función consiste en amortiguar el fuerte impacto que producen las descargas de líquidos que traen los camiones atmosféricos, y asimismo controlar la procedencia del mismo mediante planilla del tipo declaración jurada firmada por el propietario del domicilio.

El procedimiento consiste en que luego de tomar registro de procedencia y autorizar su volcamiento, se realice una descarga mínima a la cámara de control, tomando valores instantáneos de: color, olor, temperatura, pH, etc, para luego de aprobado descargue en forma continua y a bajos caudales, controlado por la válvula esclusa que se encuentra en una pequeña cámara con tapa de losa, al lado de la cámara de descarga, agregándole simultáneamente un caudal de agua limpia (mediante pico y manga instalado) para que el líquido que ingrese al By-Pass sea diluido para disminuir su alto impacto.

Los camiones atmosféricos realizan la extracción de los líquidos cloacales de los pozos ciegos de todas las viviendas o fincas de la ciudad y zona rural aledaña, que no cuentan con el sistema de recolección por cloacas. Para poder tratar estos líquidos, se deben ingresar a la planta, a través de la cámara de descarga. Esta fue especialmente diseñada para controlar el flujo de entrada del líquido séptico, debido a que su alto grado de contaminación podría llegar a afectar el proceso, si fuese alimentado súbitamente.

Cámara de By Pass

El líquido ingresa a una cámara, para luego cambiar de dirección e ingresar a una segunda cámara, en la cual se encuentra la compuerta de ingreso a la Planta, que es de accionamiento manual. Para el caso de cerrarse esta compuerta, el líquido cloacal crudo pasa por desborde a una cámara que está conectada a la tubería de descarga al cuerpo receptor, arroyo La Candelaria, de manera que forma un by-pass general de la planta.

La instalación de este by-pass hace posible el desvío de todo el líquido a tratar directamente al canal de descarga, para el supuesto caso de tener que efectuar una parada general de la planta con el propósito de realizar un mantenimiento de la misma.

Además, de producirse una parada simultánea de las bombas elevadoras de líquido crudo, o en el caso de una muy fuerte precipitación acompañada de un aumento desmesurado del caudal; se produciría el desborde automático hacia el cuerpo receptor, cuando el nivel del líquido se encuentre 10 cm. por debajo del nivel de la vereda que rodea los canales de rejillas y desarenador, evitándose la inundación de la misma.

En condiciones normales de funcionamiento de la planta, todo el líquido cloacal colectado en la ciudad es introducido en la misma, para proceder al tratamiento de depuración. En situaciones excepcionales, puede darse el caso de tener que efectuar una parada general de la planta, ya sea por rotura o puesta fuera de servicio de algunos equipos fundamentales, por accidente fortuito de algún operario, o por necesidad de efectuarse una limpieza general o mantenimiento de equipos que deben ser vaciados para tal fin. En tales casos se debe efectuar un by-pass general de la planta.

En caso de aumentar el caudal afluente en una magnitud desmesurada, ya sea por fuertes precipitaciones, o por algún tipo de volcamiento clandestino de gran magnitud, una parte del líquido recibido puede llegar a salir por desborde hacia la tubería que conduce al canal receptor, efectuándose un by-pass automático (sin la intervención de ningún operario). Se puede producir esta misma acción si por algún motivo, las bombas impulsoras de la estación elevadora 1 se encuentran incapacitadas para bombear todo el líquido cloacal recibido, ya que el nivel de la tubería de by-pass está diseñada para descargar al cuerpo receptor antes de que se produzca una inundación de la vereda del recinto de la cámara de rejillas y desarenador.

Cámara de rejillas:

El primer paso en el tratamiento del líquido cloacal consiste en la separación de los sólidos gruesos (bolsas, trapos, maderas, desperdicios en general) para que no ingresen a la planta y provoquen inconvenientes mecánicos. Los residuos recogidos en las rejillas deben ser extraídos para luego ser enterrados en un lugar destinado a tal fin.

El procedimiento utilizado en esta planta consiste en hacer pasar el agua residual a través de rejillas de limpieza manual, también llamadas rejillas gruesas, y luego a través de rejillas de limpieza automática o rejillas finas. Las rejillas gruesas se usan para eliminar objetos grandes y están construidas con barras rectangulares espaciadas regularmente. La abertura es de 75 mm. y las barras están inclinadas un ángulo de 45° con respecto a la horizontal. Los objetos retenidos se remueven manualmente con un rastrillo y se depositan en los canastos con fondo perforado que están ubicados inmediatamente detrás de las rejillas, para luego ser retirados manualmente y enviados al vertedero controlado o cava.

Las rejillas finas se utilizan para eliminar los objetos más finos que pueden pasar a través de las rejillas gruesas. Son de accionamiento mecánico por medio de un motor eléctrico y reductor de velocidad, poseen rastrillos giratorios con una abertura de 30 mm. y barras fijas inclinadas que se alternan con los dientes del rastrillo giratorio y ayudan a elevar el material, que luego es volcado automáticamente por unos peines de limpieza en canastos con fondo perforado, similares a los que se utilizan en las rejillas gruesas, para luego ser retirados en forma manual y enviados a la cava.

El cambio de canal se realiza periódicamente, con el fin de poder realizar la limpieza del canal desarenador, permitiendo efectuar además una minuciosa inspección, limpieza y mantenimiento de todos los elementos que componen el canal que queda fuera de servicio. También se cambiará de canal en caso fortuito de rotura o fuerte atascamiento de cualquier elemento que compone el mismo.

La limpieza de las rejillas fijas tiene como objeto recolectar la masa de sólidos gruesos acumulada sobre ellas, para permitir el libre paso del líquido cloacal a tratar.

Si bien la rejilla de accionamiento mecánico posee un sistema de recolección de sólidos, es necesario efectuar un lavado de los rastrillos con agua limpia a presión, para mantener la efectividad de los mismos. Esta operación, al igual que el lavado de las rejillas fijas, y de cualquier otro lugar donde se produzcan acumulaciones de materiales, evita la producción de olores desagradables, debido al proceso de fermentación.

Canal desarenador

Los desarenadores retienen arena, polvo, piedras y todos los elementos que tengan velocidades de sedimentación o pesos específicos superiores al de los sólidos putrescibles del agua residual. De esta manera protegen los equipos mecánicos móviles de la abrasión y desgastes, reducen la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos; y disminuyen las excesivas acumulaciones de arena en los digestores.

El agua residual que atraviesa el desarenador, que es de flujo horizontal, se mantiene a una velocidad próxima a 0,3 metros por segundo, a través de unos vertederos proporcionales de PRFV (plástico reforzado de fibra de vidrio), ya que a esta velocidad se arrastran la mayoría de las partículas orgánicas pero se produce la sedimentación de la arena.

Los desarenadores son de forma rectangular, el tirante de funcionamiento varía de un mínimo de 10 centímetros a un máximo de 20 centímetros, y está regulado por el vertedero proporcional ubicado al final del recorrido. Ambas unidades poseen un falso fondo de viguetas combinadas removibles, para permitir el pasaje del material sedimentable hacia la tolva de almacenamiento ubicada por debajo de dicho fondo falso.

Para realizar la limpieza y descarga del material arenoso se utiliza una bomba centrífuga especial para bombear materiales particulados, que envía el líquido con alto contenido de arenas hacia un hidrociclón. Este separa la arena mediante la rotación del líquido dentro del cilindro formando un vórtice de velocidades nulas en el centro provocando que las partículas pesadas se depositen en el fondo. Asimismo el pasaje violento del líquido que queda rotando en la parte superior, produce un lavado de las arenas, quedando éstas libres de materia orgánica putrescible, siendo más sencillo su manejo y disposición final, con menos olores y presencia de insectos. El líquido de retorno también puede utilizarse como líquido de lavado del canal del desarenador. Además, sobre la vereda de estos canales se encuentran puntos de llegada de agua a presión mediante picos externos con una manguera para el lavado continuo de esta zona. La disposición final de las arenas y partículas retenidas, se destinan al relleno sanitario controlado o cava.

Existen dos circuitos totalmente independientes, que constan de compuertas de accionamiento manual, rejas gruesas, rejas finas de accionamiento mecánico y desarenador, lo que hace posible operar en forma continua la Planta de Tratamiento, ya que siempre se encuentra en funcionamiento uno de los canales mientras que en el otro se están realizando tareas de limpieza y mantenimiento. Ambos canales desembocan en un foso común de aspiración ubicado en el fondo de la estación elevadora 1.

Estación Elevadora 1

Luego de pasar por la cámara de rejas y desarenador, el líquido cloacal libre de sólidos y desperdicios más gruesos cae dentro de una cámara de sección rectangular construida totalmente en hormigón armado, elevando el líquido cloacal crudo hasta la cámara partidora A, construida sobre el techo de la estación elevadora, por medio de tres bombas PUMPEX de 15 Kw cada una, capaces de bombear 300 metros cúbicos por hora a 10 metros de altura.

Esta cámara cumple la función de aquietar el fluido proveniente del bombeo y particionar el mismo a los sedimentadores primarios en forma laminar y sin ninguna turbulencia que pueda afectar luego el normal funcionamiento de los mismos, con las variantes de conducir todo el líquido por un solo sedimentador, o repartirlo proporcionalmente entre ambos. Esta operación se controla mediante válvulas tapón ubicadas en la cámara partidora A, desde una plataforma de acceso y operación. Asimismo, esta cámara recibe el aporte del líquido tratado que proviene de la cámara partidora C, mediante bombeo, llamado Recirculación N° 1.

El bombeo del líquido crudo está regulado por un sistema automático de control del tipo ultrasónico marca Milltronics, el que envía la señal del nivel de líquido instantáneamente al tablero central de comando y control, accionando secuencialmente las bombas e interrumpiendo su funcionamiento, de acuerdo al nivel del líquido dentro del pozo de aspiración de la estación.

En el mismo edificio de la estación elevadora 1, sobre el nivel del piso, están instaladas las bombas de impulsión de barros frescos provenientes de los sedimentadores primarios hacia el digestor primario, y en la parte superior cuenta con un sistema de izaje de cargas de tipo aparejo diferencial corredizo, que se desplaza sobre el ala inferior de un perfil doble T y tiene capacidad para elevar un peso muy superior al del equipo más pesado. El piso de hormigón armado tiene aberturas cubiertas por tapas móviles de chapa reforzada, que al rebatirlas dejan espacio suficiente para remover las bombas o visualizar su correcto funcionamiento.

Cámara Partidora A

En condiciones normales, todo el flujo que ingresa a la Cámara Partidora A, se reparte en porciones iguales hacia los distintos sedimentadores primarios.

Si alguna unidad sedimentadora se encuentra fuera de servicio, ya sea por tareas de reparación o mantenimiento, se debe hacer circular todo el flujo hacia el otro sedimentador.

Sedimentadores Primarios

La sedimentación es la separación de las partículas suspendidas más pesadas que el agua, mediante la acción de la gravedad. Es una de las operaciones unitarias más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales, especialmente como etapa previa a los tratamientos biológicos.

La finalidad del tratamiento por sedimentación es eliminar todos los sólidos fácilmente sedimentables y el material flotante del líquido cloacal, para poder tratar luego en forma separada los sólidos por digestión anaeróbica en los digestores de barros; y el líquido por digestión aeróbica en los lechos percoladores.

Las partículas en suspensión en el líquido cloacal son arrastradas por el efecto de la velocidad y la acción mezcladora del mismo. Si se reduce en gran medida la velocidad del líquido cloacal durante un período prolongado, los sólidos de peso específico superior al del líquido tenderán a depositarse en el fondo y los de menor peso específico

a ascender, eliminándose la mayor parte de los sólidos.

Los dos tanques utilizados para la sedimentación primaria son piletas circulares de 15 metros de diámetro, de 3 metros de tirante, con un volumen de 534 metros cúbicos cada uno. En cada uno de ellos el líquido residual es conducido hasta el centro del depósito por una tubería envuelta en hormigón por debajo de la solera. En el centro del tanque el líquido penetra en un cilindro destinado a distribuir el caudal uniformemente en todas direcciones y sin causar remolinos o perturbaciones en el líquido que se está sedimentando.

El líquido permanece en el tanque un tiempo considerable, llamado tiempo de retención, que es de aproximadamente 120 minutos, y durante el mismo se sedimentan la mayor parte de los sólidos.

El líquido ya clarificado es colectado en un espacio anular que forma una canaleta, donde el agua residual vuelca en dirección radial, para después fluir por esta alrededor del tanque y ser colectada y conducida hacia la cámara partidora B, ubicada por detrás del sedimentador primario B, para el tratamiento posterior en los lechos percoladores. El vertedero está construido de tal modo que la velocidad de paso es tan baja que evita el arrastre de los sedimentos acumulados en el fondo del tanque, y cuenta además con pantallas delante de los vertederos para evitar la pérdida de sólidos flotantes y la grasa o espuma.

El mecanismo de extracción del fango sedimentado es del tipo de tracción perimetral, la estructura metálica se compone de un puente móvil de accionamiento perimetral y pivote eje central, con rascadores de fondo y de superficie solidarios a la estructura giratoria. El fondo del decantador tiene una pendiente hacia el centro, formando un cono invertido que colabora para que el fango sea conducido por las rasquetas del rascador de fondo a un cuenco o tolva relativamente pequeña situada cerca del centro. Los barros son bombeados de manera intermitente desde esa tolva hacia los digestores para un tratamiento posterior, a través de las bombas de barros ubicadas en el edificio de la estación elevadora 1.

El material flotante junto con la espuma son recogidos por los barredores superficiales y enviados a una cámara colectora de espumas de acero inoxidable, ubicada unos centímetros sobre el nivel de líquido. Cada vez que la estructura giratoria cumple un giro completo impulsa a la espuma, junto con una pequeña porción de líquido, a desbordar el nivel de la entrada a la cámara, y así gran parte del material flotante es eliminado de la superficie del sedimentador. Este material es enviado a una cámara de espumas ubicada fuera de la estructura de los sedimentadores, donde se separa el líquido que se extrajo junto a la espuma y es enviado a la estación elevadora 1 para retomar el ciclo de depuración, quedando la espuma en un recinto de acero inoxidable que debe ser retirado periódicamente en forma manual.

Cámara partidora B

Luego de pasar por los sedimentadores primarios A y B, el líquido cloacal es juntado nuevamente en una cámara de partición de caudales, cámara partidora B, para poder abastecer a los lechos percoladores A y B. En esta cámara se recibe además el líquido

de la recirculación de la cámara D, llamado Recirculación N° 2, y su finalidad es la de aquietar el fluido y particionar proporcionalmente el mismo a las unidades percoladoras en forma laminar y sin ninguna turbulencia, con las variantes de conducir todo el líquido por un solo percolador o por ambos. Esta operación se controla mediante válvulas tapón desde una plataforma de acceso y operación.

Lechos Percoladores

Depuración biológica aeróbica: corresponde a las líneas de proceso aeróbico de cultivo fijo, en las que el agua residual a tratar escurre a través de un medio permeable de material inerte, al cual se adhieren los microorganismos responsables del proceso de estabilización.

En los lechos percoladores se produce la depuración biológica aeróbica de las aguas residuales, o sea que se elimina la materia orgánica que contiene el líquido residual, previamente clarificado en los sedimentadores primarios, a través de la acción de microorganismos bacterianos que utilizan oxígeno para degradar la contaminación orgánica.

El principio básico de funcionamiento de los lechos percoladores consiste en rociar el líquido residual sobre una masa de material granítico de gran superficie específica que contiene adherida una película biológica de espesor variable con una gran capacidad depuradora.

Los lechos percoladores son recintos circulares de hormigón armado de 24 metros de diámetro, que contienen una gran cantidad de piedras graníticas de tamaño uniforme que se encuentran soportadas sobre ladrillos acanalados, que forman un canal de recogida que conduce el líquido percolado hacia el sistema de drenaje en la parte inferior. El agua residual se rocía en forma de lluvia por medio de un distribuidor rotativo de cuatro brazos montados sobre un pivote central que giran en un plano horizontal. Los brazos son huecos y contienen boquillas que descargan el líquido sobre unas placas deflectoras que distribuyen el flujo en forma pareja sobre el lecho de piedras. El rociado se realiza desde una distancia cercana a la superficie del lecho para evitar la acción de los vientos. Todo el equipo está construido de material resistente a la oxidación y posee un sistema de tracción perimetral constante que garantiza la distribución continua proporcional para distintos tipos de caudales, evitando así la presencia de zonas no rociadas (sin alimento) que provocan la migración bacteriana a otras zonas.

El tamaño del material del medio filtrante ha sido seleccionado para que presente una elevada área superficial por unidad de volumen, permitiendo sostener una alta población biológica y una buena aireación sin permitir que se obstruya el medio filtrante.

La materia orgánica presente en el agua residual es degradada por la población de microorganismos adherida al medio. Dicha materia orgánica es adsorbida sobre la película biológica o capa viscosa, en cuyas capas externas es degradada por los microorganismos aeróbicos, que utilizan el oxígeno del aire que le llega por difusión a través de los conductos de aireación de diam. 5” que rodean toda la pared perimetral. Al

mismo tiempo se eliminan en los fluidos líquidos y gaseosos los productos finales y el dióxido de carbono resultantes de la degradación biológica.

Cuando los microorganismos crecen, el espesor de la película biológica aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar en todo el espesor de la película. Por lo tanto, se establece un ambiente anaerobio cerca de la superficie del medio.

Conforme la película aumenta de espesor, la materia orgánica adsorbida es metabolizada antes de que pueda alcanzar los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante. La consecuencia de no disponer de una fuente orgánica externa es que los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante se encuentran en la fase endógena, o sea que se ven forzados a autoconsumirse, perdiendo su capacidad de adherirse a la superficie del medio. En estas condiciones el líquido, al pasar a través del medio, arrastra la película y comienza el crecimiento de otra nueva.

Esta autolimpieza del manto filtrante exige necesariamente el empleo de sedimentadores secundarios a la salida de los lechos percoladores, para recoger la materia sedimentable con el fin de enviarlas a un posterior tratamiento de barros.

El sistema de recolección, que recibe el líquido residual tratado y la película sólida desprendida del medio filtrante, está compuesto por la solera del filtro, el canal de recogida y los drenes inferiores. Estos últimos están contruidos por tubos de PVC, diseñados de tal manera que permiten la aireación por tiro natural del medio filtrante. Alrededor de ambos percoladores hay un canal perimetral o trinchera que facilita la aireación y limpieza, el cual desemboca en los canales de recogida del líquido percolado. La ventilación se produce a partir de una diferencia de temperatura entre el aire ambiente y el agua residual dentro del filtro, que hace que exista una corriente de convección. Esta tiene por objeto aportar a la masa del líquido el oxígeno necesario para mantener una buena depuración aeróbica.

Cámara Partidora C

Esta cámara cumple la función de aquietar el fluido proveniente de los lechos percoladores A y B, y particionar el mismo a los sedimentadores secundarios en forma laminar y sin ninguna turbulencia que pueda afectar luego el normal funcionamiento de los mismos, con las variantes de conducir todo el líquido por un solo sedimentador, o repartirlo proporcionalmente entre ambos. Esta operación se controla mediante válvulas tapón ubicadas a nivel del suelo.

Dentro de la cámara partidora C hay dos bombas PUMPEX K 102 de 5,5 Kw cada una, capaces de bombear 120 metros cúbicos por hora a 8,6 metros de columna de agua, para recircular líquido cloacal a la cámara partidora A. Esta operación, conocida como recirculación N° 1, se realiza cuando se desea aportar a la etapa inicial una gran carga bacteriana para aumentar el rendimiento del proceso de depuración.

Para evitar un posible vaciamiento de la cámara partidora C en el momento que se está recirculando, existe en la misma una boya de mínimo nivel, la cual produce la parada de las bombas recirculadoras en forma automática, cuando el nivel se encuentra próximo al ojo de succión de las bombas, evitando cualquier tipo de deterioro en las mismas.

Sedimentadores Secundarios

Luego de pasar por los percoladores A y B, el líquido residual contiene una cierta cantidad de sólidos, como resultado del desprendimiento de la capa bacteriana y del producto de la descomposición de la materia orgánica, que deben decantarse en los sedimentadores secundarios. Estos tienen las mismas características que los sedimentadores primarios, con la variante de no poseer barredores superficiales ni placas deflectoras, ya que no existen materiales flotantes en esta etapa del proceso.

Como la capacidad de los sedimentadores secundarios es igual a la de los sedimentadores primarios, y teniendo en cuenta que el caudal tratado es mayor, ya que existe recirculación sobre los lechos percoladores proveniente de la cámara D, llamada Recirculación N° 2, es de esperar que el tiempo de residencia sea algo menor que el de los sedimentadores primarios.

El fango acumulado en el fondo de las unidades de sedimentación es recirculado en forma continua hacia la estación elevadora 1. La recirculación se produce por gravedad y se controla por medio de válvulas mariposa desde una cámara ubicada entre los sedimentadores secundarios A y B, y la finalidad es la de aumentar el rendimiento de la depuración general, ya que se realiza una siembra de bacterias depuradoras en las etapas iniciales del proceso donde el líquido crudo a tratar posee un alto contenido orgánico. Los residuos sólidos o fangos biológicos se decantan luego en los sedimentadores primarios, junto a los fangos primarios provenientes del líquido cloacal crudo.

Cámara D

El líquido clarificado en los sedimentadores secundarios es enviado por gravedad a la cámara D ubicada antes del sistema de cloración. En esta hay dos bombas para líquidos cloacales PUMPEX K102 de 5,5 Kw cada una, que son capaces de bombear 120 metros cúbicos por hora a 8,6 metros de columna de agua, hasta la cámara partidora B ubicada antes de los lechos percoladores. Esta operación, llamada Recirculación N° 2, se realiza para aportar a los lechos percoladores una carga adicional de líquido con alguna cantidad de nutrientes, en el caso de tener un líquido crudo con muy baja carga orgánica, o por un eventual by-pass general de la planta, ya que en ese caso no se podría dejar de aportar líquido a los lechos, lo que traería como consecuencia la muerte y pérdida de la colonia de microorganismos degradadores de materia orgánica.

Para evitar un posible vaciamiento de la cámara D en el momento que se está recirculando, existe en la misma una boya de mínimo nivel, la cual produce la parada de las bombas recirculadoras en forma automática, cuando el nivel se encuentra próximo al ojo de succión de las bombas, evitando cualquier tipo de deterioro en las mismas.

En condiciones normales de funcionamiento de la Planta, el líquido que circula por la cámara D pasa a la cámara de cloración y luego a la cámara de contacto, efectuándose su desinfección.

Sala de Cloración

La desinfección es el último paso del tratamiento del agua residual, y consiste en la destrucción selectiva de los organismos causantes de enfermedades. No todos los

microorganismos se destruyen durante el proceso de cloración, sino que se eliminan aquellos que traen mayores consecuencias en la producción de enfermedades.

El cloro se suministra como un gas licuado a alta presión en tubos de 900 a 1000 kilos. El equipo clorador marca ADVANCE 203-C 3 dispone de una capacidad de hasta 10.000 g/h y consta de un eyector que crea un vacío necesario para arrastrar el cloro gaseoso fuera de los tubos, haciéndolo disolver en una corriente de agua que es suministrada por una bomba.

La solución formada, ácido hipocloroso, es transportada desde el eyector a un dispositivo de medición y regulación de cloro, y luego hasta el punto donde se efectúa la alimentación al agua residual. Dicho elemento de regulación actúa cambiando el grado de vacío y se regula manualmente, según varía el caudal o la cantidad de cloro residual del efluente clorado.

La instalación soporta la conexión de dos tubos de gas cloro simultáneamente, aunque para tratar el líquido residual es necesario sólo uno. Esto permite que al agotarse el contenido del tubo que se estaba utilizando, se pueda accionar el otro que estaba de reserva, sin interrumpir el proceso de cloración. Existe un sistema de alarma que indica el vaciamiento de los tubos de cloro, dando una señal sonora en la sala de comando y control.

Existe también un detector de gas cloro cuyo sensor se encuentra instalado a una distancia aconsejada de 50 cm por sobre el nivel de piso, para acusar la presencia de gas cloro (que es más pesado que el aire), enviando una señal al sistema de alarma instalado por medio de campana sonora y luz de advertencia, por sobre el nivel de dintel de la puerta de ingreso a la sala de cloración. Este sistema a su vez, pone en funcionamiento un extractor a paletas instalado a nivel del piso, para enviar al exterior en gas retenido en dicha sala.

Al principio de la cloración todo el cloro se encuentra como ácido hipocloroso e ion hipoclorito, y estos compuestos constituyen el cloro residual libre o activo. Como por lo general las aguas residuales contienen amoníaco o nitrógeno orgánico, una parte del cloro reacciona formando cloraminas, que constituyen el cloro residual combinado. Otra parte del cloro es consumida por la reacción de éste con la materia orgánica del agua y los organismos causantes de enfermedades. La cantidad de cloro consumida por estos se denomina demanda de cloro.

Cámara de Contacto y Cámara Parshall

Para asegurar el tiempo necesario para actuar antes del vertido al cuerpo receptor, el líquido clorado pasa a través de una cámara de contacto especialmente diseñada para lograr un contacto íntimo entre el cloro y el líquido cloacal. Dicha cámara mide 18 metros por 12,30 metros, y posee tres tabiques divisorios que fuerzan al líquido a cambiar de dirección, logrando así una mejor homogeneización de la solución clorada, a la vez que aseguran un tiempo de permanencia mínimo de 30 minutos de contacto.

Al final de la cloración el efluente sale por desborde y atraviesa un canal de Hormigón armado del tipo Parshall. Luego, el líquido afluente en su etapa final es vertido al caño

de descarga, que está comunicado con el caño que se utiliza al hacer by-pass general de la planta, que conduce los líquidos al cuerpo receptor (arroyo La Candelaria).

DIGESTORES

En estas unidades se produce la descomposición de la materia orgánica e inorgánica de los barros por digestión anaeróbica. La materia orgánica contenida en los fangos primarios (provenientes sedimentos del líquido cloacal crudo que se ha decantado en los sedimentadores primarios); y de los fangos biológicos (provenientes de la recirculación de los sedimentadores secundarios), es convertida por bacterias, que actúan sin la presencia de oxígeno, en metano y dióxido de carbono, dejando como subproducto un fango estabilizado que no es putrescible y sin contenido de organismos patógenos.

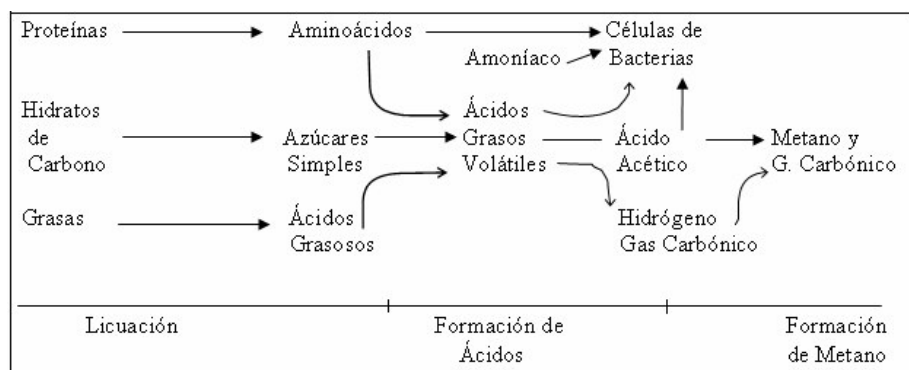
La digestión se produce en etapas:

En una primera etapa rápida las bacterias actuantes producen ácidos sencillos a partir de los compuestos orgánicos complejos del barro crudo. Hay un alto porcentaje de producción de gas, principalmente dióxido de carbono, el barro toma una coloración gris, y el pH desciende, de aquí que se denomine a esta etapa Fermentación Ácida.

En una segunda etapa o Etapa Alcalina se produce una reducción de la acidez por medio de bacterias que utilizan los compuestos resultantes de la primera etapa, degradando éstos en otros más sencillos. El color del barro es marrón y la generación de gas se reduce, a la vez que se comienza a producir gas metano.

En una tercera etapa lenta actúan las bacterias metanogénicas o formadoras de metano, las cuales estabilizan realmente el barro al convertir los productos de las etapas anteriores en gas metano y dióxido de carbono, el gas metano así obtenido es sumamente insoluble y su separación de la solución representa la estabilización real del residuo. El pH se estabiliza entre 6,8 y 7,4.

Las primeras dos etapas se evidencian sólo al poner en marcha el digestor, ya que una vez establecida la digestión alcalina la etapa ácida no se hace manifiesta, a menos que la operación salga de régimen por algún inconveniente, como ser la contaminación del barro con residuos industriales que puedan inhibir la normal acción de los microorganismos depuradores. Se debe evitar también un agregado excesivo de barros al digestor, ya que en este caso la etapa ácida puede llegar a ser muy predominante y esto desfavorece a los microorganismos que actúan en la segunda etapa.



Etapas de la fermentación anaeróbica¹.

¹ BAQUEDANO, M. *Los Digestores. Energía y fertilizantes para el desarrollo rural.* p. 5.

El sistema de digestión consta de dos digestores cilíndricos de 13 metros de diámetro por seis metros de altura, con bases cónicas con una gran pendiente hacia el centro, en donde se encuentra la tubería de extracción, para evitar zonas muertas en la deposición de la materia a degradar. El digestor primario posee una cubierta fija de hormigón armado, y el digestor secundario una campana móvil tipo gasómetro de chapa, y entre ambos está alojada la galería o playa de maniobra de digestores, que consta de dos bombas impulsoras de diafragma y de un sistema de tuberías que hace posible una gran cantidad de maniobras, como el pasaje de los barros del digestor primario al digestor secundario y viceversa, recirculación de barros del digestor primario sobre sí mismo, recirculación de barros del digestor secundario sobre sí mismo, extracción de barros de ambos digestores hacia las playas de secado, tanto por gravedad como por bombeo, recirculación de los licores sobrenadantes de ambos digestores, venteo de gases, y una serie de posibles by-pass, así como el lavado de la tubería con agua limpia de red.

El gas metano producido por la digestión se acumula en la parte superior de los digestores, y la presión se mantiene mediante la campana móvil del digestor secundario. El digestor secundario posee un manómetro donde puede observarse en todo momento la presión desarrollada dentro del mismo. Cuando la presión se eleva demasiado, o cuando la campana móvil está llegando al final de su recorrido, se pueden ventear los gases, a través de un juego de válvulas y tuberías diseñadas para tal fin.

Los barros provenientes de los sedimentadores primarios se bombean hacia el digestor primario, por medio de las bombas de barro específicas, ubicadas en el edificio de la estación elevadora 1. Estas bombas están diseñadas especialmente para bombear fangos, ya que al poseer un impulsor del tipo tornillo sin fin, no se atascan por el paso de materiales sólidos que puedan haber pasado por la primera etapa de retención con rejas. El bombeo se debe realizar en breves períodos pero en forma reiterada durante todo el día, ya que el trabajo de las bacterias es más eficiente cuando la materia orgánica se agrega en pequeñas cantidades a intervalos frecuentes. No debe dejarse pasar un período prolongado entre extracciones, ya que los rascadores de fondo de los sedimentadores primarios pueden apelmazar de tal modo los barros, que se dificulte luego el normal bombeo de los mismos. A medida que se bombean los barros, el líquido sobrenadante que contiene el digestor sale por rebalse, y va a una cámara donde se junta con los líquidos que drenan en las playas de secado de barros. Esta cámara desemboca en el pozo de aspiración de la estación elevadora 1, donde se comienza nuevamente el ciclo de purificación.

Una vez que el barro ingresa al digestor primario comienza el proceso de digestión. Para aumentar la eficiencia del proceso se recirculan los barros de los distintos niveles del digestor por sobre sí mismo, por medio de las bombas de diafragma, para lograr una fuerte agitación que homogeneiza la masa de fangos, evita la formación de costras y aumenta la posibilidad de encuentro de los microorganismos con la materia a degradar. El mezclado, en adición con una alimentación regular de barro fresco, posibilita que se mantenga una temperatura óptima y constante en toda la masa del digestor.

Los barros digeridos en el digestor primario son bombeados en intervalos regulares al digestor secundario, donde se produce un espesamiento o concentración del barro

digerido, con la consecuente formación de una capa de sobrenadante relativamente clarificado, el cual es enviado nuevamente al pozo de aspiración de la estación elevadora 1, por el mismo circuito que el sobrenadante del digestor primario. Los barros digeridos y espesados se extraen desde el fondo y se envían, a ciertos intervalos de tiempo, a las playas de secado de barros. Esta operación se realiza normalmente por gravedad, pero puede bombearse en caso de ser necesario.

Datos Técnicos:

- Bombas:

Marca: Indesur

Modelo: D75FEBXN

Nº 3047

Capacidad: 48.000 litros/hora

2,8 Kg/cm²

Aire lubricado

- Compresor:

Marca: Kohlbach

Modelo: 132 B

12,5 CV , 1450 RPM, 380-660 V , 20-11,5 Amp.

Filtro de aire: F 128 - cada 4.000 horas

Aceite del carter: multigrado

Lubricación del aire: aceite hidráulico

- Válvulas:

5 del tipo mariposa de 3 pulgadas de diámetro

12 del tipo mariposa de 3 pulgadas de diámetro

3 del tipo mariposa de 6 pulgadas de diámetro

2 del tipo mariposa de 8 pulgadas de diámetro

Playas de secado de barros:

Las playas de secado de barros digeridos consisten en piletas rectangulares de hormigón armado, de 9,30 por 6,6 metros. Cada pileta posee laterales de hormigón armado a 45°, y un sistema de drenaje inferior, cubierto por un manto de grava gruesa, un manto de grava fina y un manto de arena en la parte superior.



El barro ya digerido en los digestores, es conducido mediante cañerías que recorren las playas en forma aérea, y realizando la apertura de válvulas mariposas existentes en cada par de playas se permite que estos sean vertidos dentro de las playas elegidas para cada extracción, para que comience el escurrimiento del líquido que contiene el fango, facilitando el secado del mismo.

El sistema de drenaje conduce los líquidos hacia la misma cámara donde se colectan los licores sobrenadantes de los digestores, la cual desemboca en la cámara de aspiración de la estación elevadora 1. Al final del recorrido de la última playa es posible retornar los líquidos nuevamente al sistema general de entrada, ya que al final de estas, la cañería de llenado de playas posee un caño que está conectado al circuito de retorno.

Pasado un tiempo de secado del agua que contienen los barros, la operatoria del retiro de la capa formada como costra superior debe realizarse periódicamente y en forma manual, disponiendo los mismos como relleno sanitario, ya que resultan inocuos.

Anexo 6:

Factura tipo Empresa Provincial de la Energía – Distrito Casilda

GRANDES CLIENTES		CAE: 4130101																																																																																																																									
 <p>EMPRESA PROVINCIAL DE LA ENERGÍA DE SANTA FE Primer Junta 2558 - 53000CDD - Santa Fe I.V.A. RESPONSABLE INSCRIPTO - C.U.I.T. Nº 30-54578816-7</p>		<p>FACTURA Nro. 0006-00915254 FECHA VTO.: 20/03/2014 SEDE FACT.: ROSARIO DIRECCION: BV. ORONO 1260 Cód. Cliente: 70002712 Inicio de Actividades: 18/12/1988 Ingresos Brutos: C.M. Nº 921-744147-1 Jub. y Pens. Prov. Santa Fe Ley Nº 6915</p>																																																																																																																									
<p>AGUAS SANTAFESINAS S.A. ITUZAINGO 1501 3000 SANTA FE SANTA FE</p>		<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> A </div>																																																																																																																									
<p>Domicilio Suministro: SAN MARTIN NRO. 2121 Localidad: Categoría: RESP. INSCRIPTO C.U.I.T.: 30-70951414-4 Fecha de Emisión: 10/03/14 Mes de Facturación: FEBRERO / 2014</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>GER</th> <th>SIST.</th> <th>LOC.</th> <th>PLAN</th> <th>RUta</th> <th>FOLIO</th> <th>EQ.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R</td> <td>400</td> <td>013</td> <td>98</td> <td>8020</td> <td>6180</td> <td>99</td> </tr> </tbody> </table> <p>TARIFA: 2 B1 BAJA TENSION - DE MANDAS MENORES A 300 KW Periodo de Consumo desde 01/02/14 hasta 01/03/14</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Capacidad Sum. Contratada</th> <th colspan="2">Capacidad Sum. Registrada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P.: 225 kW</td> <td>F.P.: 226 kW</td> <td>P.: 0 kW</td> <td>F.P.: 0 kW</td> </tr> </tbody> </table>		GER	SIST.	LOC.	PLAN	RUta	FOLIO	EQ.	R	400	013	98	8020	6180	99	Capacidad Sum. Contratada		Capacidad Sum. Registrada		P.: 225 kW	F.P.: 226 kW	P.: 0 kW	F.P.: 0 kW																																																																																																		
GER	SIST.	LOC.	PLAN	RUta	FOLIO	EQ.																																																																																																																					
R	400	013	98	8020	6180	99																																																																																																																					
Capacidad Sum. Contratada		Capacidad Sum. Registrada																																																																																																																									
P.: 225 kW	F.P.: 226 kW	P.: 0 kW	F.P.: 0 kW																																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="8">RESUMEN DE FACTURACIÓN</th> </tr> <tr> <th></th> <th>NRO. MEDIDOR</th> <th>ESTADO ANTERIOR</th> <th>ESTADO ACTUAL</th> <th>Fact/Mult</th> <th>CONSUMO</th> <th>IMPORTE PARCIAL</th> <th>IMPORTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="8">Cargo Comercial \$ 199,80000</td> </tr> <tr> <td colspan="8">Cargo por Capacidad de suministro</td> </tr> <tr> <td>Horario Pico</td> <td>\$/kW 66,85200</td> <td>1</td> <td>1321,1000</td> <td>1321,1000</td> <td>0</td> <td>225</td> <td>14.816,70</td> </tr> <tr> <td>Horario Fuera de Pico</td> <td>\$/kW 29,36300</td> <td>1</td> <td>1223,8300</td> <td>1223,8300</td> <td>0</td> <td>226</td> <td>6.636,04</td> </tr> <tr> <td colspan="8">Cargo por Potencia Adquirida</td> </tr> <tr> <td>Horario Pico</td> <td>\$/kW 4,08000</td> <td>1</td> <td>1321,1000</td> <td>1321,1000</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td colspan="8">Energía Eléctrica Activa Consumida</td> </tr> <tr> <td>Horario Pico</td> <td>\$/kWh 0,10003</td> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>1</td> <td>30933</td> <td>3.094,23</td> </tr> <tr> <td>Horario Resto</td> <td>\$/kWh 0,08701</td> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>1</td> <td>75064</td> <td>6.531,32</td> </tr> <tr> <td>Horario Valle</td> <td>\$/kWh 0,07668</td> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>1</td> <td>32533</td> <td>2.559,05</td> </tr> <tr> <td colspan="8">Energía Reactiva Consumida</td> </tr> <tr> <td>Recargo / Bonificación Factor de Potencia</td> <td colspan="2">Tangente Fi (E.R./E.A.): 0,559</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(Sobre el Importe Total de Energía Activa)</td> <td colspan="2">RECARGO: 23,0000%</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>2.802,46</td> </tr> </tbody> </table>				RESUMEN DE FACTURACIÓN									NRO. MEDIDOR	ESTADO ANTERIOR	ESTADO ACTUAL	Fact/Mult	CONSUMO	IMPORTE PARCIAL	IMPORTE	Cargo Comercial \$ 199,80000								Cargo por Capacidad de suministro								Horario Pico	\$/kW 66,85200	1	1321,1000	1321,1000	0	225	14.816,70	Horario Fuera de Pico	\$/kW 29,36300	1	1223,8300	1223,8300	0	226	6.636,04	Cargo por Potencia Adquirida								Horario Pico	\$/kW 4,08000	1	1321,1000	1321,1000	0	0	0,00	Energía Eléctrica Activa Consumida								Horario Pico	\$/kWh 0,10003	1	0,00	0,00	1	30933	3.094,23	Horario Resto	\$/kWh 0,08701	1	0,00	0,00	1	75064	6.531,32	Horario Valle	\$/kWh 0,07668	1	0,00	0,00	1	32533	2.559,05	Energía Reactiva Consumida								Recargo / Bonificación Factor de Potencia	Tangente Fi (E.R./E.A.): 0,559							(Sobre el Importe Total de Energía Activa)	RECARGO: 23,0000%						2.802,46
RESUMEN DE FACTURACIÓN																																																																																																																											
	NRO. MEDIDOR	ESTADO ANTERIOR	ESTADO ACTUAL	Fact/Mult	CONSUMO	IMPORTE PARCIAL	IMPORTE																																																																																																																				
Cargo Comercial \$ 199,80000																																																																																																																											
Cargo por Capacidad de suministro																																																																																																																											
Horario Pico	\$/kW 66,85200	1	1321,1000	1321,1000	0	225	14.816,70																																																																																																																				
Horario Fuera de Pico	\$/kW 29,36300	1	1223,8300	1223,8300	0	226	6.636,04																																																																																																																				
Cargo por Potencia Adquirida																																																																																																																											
Horario Pico	\$/kW 4,08000	1	1321,1000	1321,1000	0	0	0,00																																																																																																																				
Energía Eléctrica Activa Consumida																																																																																																																											
Horario Pico	\$/kWh 0,10003	1	0,00	0,00	1	30933	3.094,23																																																																																																																				
Horario Resto	\$/kWh 0,08701	1	0,00	0,00	1	75064	6.531,32																																																																																																																				
Horario Valle	\$/kWh 0,07668	1	0,00	0,00	1	32533	2.559,05																																																																																																																				
Energía Reactiva Consumida																																																																																																																											
Recargo / Bonificación Factor de Potencia	Tangente Fi (E.R./E.A.): 0,559																																																																																																																										
(Sobre el Importe Total de Energía Activa)	RECARGO: 23,0000%						2.802,46																																																																																																																				
<p>INFORMACION COMPLEMENTARIA</p> <p>Horas Facturadas: 720 Precio Promedio kWh: 0,264 Vencimiento Proxima Factura: 22/04/14 Fecha Desconexión por Falta de Pago: 27/03/14 Contrato U N° 19925 vigente hasta el 30/04/14</p>				<p>DETALLE DE FACTURACION</p> <p>IMPORTE BÁSICO 36.639,60 Impuestos y Tasas 12.339,72</p> <p>Ley Nro. 23681 (s/Básico) 0,60% 219,84 Ley Nro. 7797 (s/Básico) 6,00% 2.196,38 Cuota Alumb.Peo.(CAP) 22,33 I.V.A. (s/Básico + CAP) 27,00% 9.898,72 RG AFIP Nro. 3337 (s/Bas. + CAP) 3,00% 0,00 Ord. Mun.1 (s/Básico) 0,00 Ord.Mun.2 (s/Básico) 0,00 Ley N° 12692 Energías Renovables 0,52</p>																																																																																																																							
<p>Agua Santafesinas S.A. Distrito Casilda</p> <p>RECIBIDO 12/03/14 ENVIADO 12/03/14</p>				<p style="text-align: center;">ANALIA LEGGE Distrito Casilda Agua Santafesinas S. A.</p>																																																																																																																							
<p>Importe Básico sin Subsidio: \$****87.085,06 SUBSIDIO ESTADO NACIONAL: \$****50.445,46</p>				<p>FECHA VENCIMIENTO: 20/03/2014 IMPORTE TOTAL >>>>>>> \$****48.979,39</p>																																																																																																																							
<p>Factura Nro. 0006-00915254</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ger</th> <th>Sist.</th> <th>Loc.</th> <th>Plan</th> <th>Ruta</th> <th>Folio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R</td> <td>400</td> <td>013</td> <td>98</td> <td>8020</td> <td>6180</td> </tr> </tbody> </table> <p>Mes: FEBRERO/2014</p> <p>Vencimiento: 20/03/2014 Importe Total: \$****48.979,39</p>				Ger	Sist.	Loc.	Plan	Ruta	Folio	R	400	013	98	8020	6180	<p>Factura Nro. 0006-00915254 GRANDES CLIENTES</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ger</th> <th>Sist.</th> <th>Loc.</th> <th>Plan</th> <th>Ruta</th> <th>Folio</th> <th>Mes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>R</td> <td>400</td> <td>013</td> <td>98</td> <td>8020</td> <td>6180</td> <td>FEBRERO/2014</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vencimiento: 20/03/2014 Importe Total: \$****48.979,39</p>				Ger	Sist.	Loc.	Plan	Ruta	Folio	Mes	R	400	013	98	8020	6180	FEBRERO/2014																																																																																										
Ger	Sist.	Loc.	Plan	Ruta	Folio																																																																																																																						
R	400	013	98	8020	6180																																																																																																																						
Ger	Sist.	Loc.	Plan	Ruta	Folio	Mes																																																																																																																					
R	400	013	98	8020	6180	FEBRERO/2014																																																																																																																					
				<p>GRANDES CLIENTES</p>																																																																																																																							

Gerencia: R Sistema: 400 Localidad: 13 Ruta: 8020 Folio: 6180/21

Razon Social: AGUAS SANTAFESINAS S.A. Tarifa: 2 B1 Nro. de Plan: 98
 Postal ITUZAINGO 1501 Dom. Sum.: BV. ESPANA 1756
 Postal SANTA FE Loc. Sum.:
 3000 SANTA FE
 Cuentas ... 1211010 4111620
 : 420001 Actividad Principal: Distribuidor y/o Bombeo de Agu
 A: 5 Nro. de CUIT: 30-70951414-4 Nro. de Orden: 0

DATOS DEL SUMINISTRO

Periodo de Prueba Tension del Suministro: 0,38 bt
 Periodo Estacional Fecha de Conexion: 08/02/06
 DE SUMINISTRO CONVENIDA EN KW FECHAS DE LECTURAS PERIODO DE CONSUMO
 o Punta Fuera de Punta Anterior Actual
 0 0 01/02/14 01/03/14 FEBRERO / 2014
 0 0 Horas trabajadas: 720

DATOS DE LOS MEDIDORES

ACTIVA KWH

MEDIDOR Nro.	LECT.ANTERIOR	LECT.ACTUAL	LECTURA X	CONSUMO
115693	30112,00	30112,00	40,00	5.130 kWh
115693	69678,00	69678,00	40,00	11.988 kWh
115693	33858,00	33858,00	40,00	5.682 kWh
TOTAL CONSUMO ENERGIA ACTIVA:				22.800 kWh

ACTIVA kVarh

115693	47192,00	47192,00	40,00	17.562 kVarh
--------	----------	----------	-------	--------------

DE ENERGIA ACTIVA

5264734	484587,00	484587,00	4,00	778 kWh
4703625	460753,00	460753,00	4,00	695 kWh
4881508	729168,00	729168,00	4,00	817 kWh
TOTAL CONSUMO DE CONTROLES				2.290 kWh

DE SUMINISTRO

0	7,45	8,43	0,00	0 kW	EXCESO
0	7,77	8,69	0,00	0 kW	
0	7,66	8,69	0,00	0 kW	

Detalle Planillas de Imágenes EPE - A.S.S.A.		Factura N° 0006A00915254		Feb-14
Periodo consumo desde 01/02/14 al 01/03/14		Folio 6180		
Descripción	Ceco	Medidor N°	Consumo KW	
Tab.A Pozos N° 2/3 - Av. Ov. Lagos esq. Bv. America	2620	116849	8610	
Tab.B.Pozos N° 1/4/5-Cisterna - Ov Lagos 3280	2620	36899	91680	
Est.Elev.Cloacales-Lavalle 1273	2630	193458	2744	
Planta Liq. Cloacales - Bv. España 1756	2645	115693	22800	
Bv. América 1735 - Pozo N° 26	2620	83805	10187	
Est.Elev.Cloacales-Casado 1369	2630	473743	2509	
Total Consumo kw			138530	

Anexo 7:
Presupuesto Bounous



bounous hnos s.a.i.m.

Av. J. Newbery 444 (2252) Gálvez - Santa Fe
TE: 03404-481610 FAX: 03404-481609
Intern.: xx - 54 - 3404 - xx

Sitio Web: WWW.bounous-sa.com.ar E-mail: info@bounous-sa.com.ar



Gálvez, 09 de Abril de 2014.-

Sr :

ASSA – Nodo Rosario

At.: Ing. María José Ugalde

E-mail: MaríaJose.UGALDE@aguasantafesinas.com.ar

De n/mayor consideración :

Tenemos el agrado de cotizar lo solicitado.-

Grupo Electrónico **BOUNOUS GAS AGUA.**

(Foto de carácter ilustrativo)

MOTOR IMPULSOR:

Marca: MWM

Modelo: 4.12

Cilindros: 4 Verticales.

Cilindrada: 4.750 cm³. (103 x 129 mm.)

Refrigeración: Por agua mediante radiador

Potencia: 35 Kw (1.500 rpm) Stand by

Aspiración: Normal.

Filtro: Aire, Aceite

Sistema de escape: con salida exterior.

Dispositivo de protección: Por sobre temperatura, baja presión de aceite.

Kit de gas: Carburador. Electro válvula de corte

CONSUMO DE GAS: 12 m³/hora aprox. G.N

GENERADOR:

Marca: Cramaco

Tipo: Sincrónico. Autorregulado, autoexcitado y autoventilado. Sistema Brushless. 3 Fases.

Regulador de tensión: Electrónico.



FACTOR DE POTENCIA: 0,8	
CATE 17/15 FULL – 1500 RPM	24/21 amperes por fase
17 Kva (Stand By) @ 50 Hz @ 3 x 380 - 1x220 V.	

Normas Técnicas: potencia eléctrica declarada Stand By / Prime, bajo normas ISO 3046 (motores) ISO 8528 (equipos) en condiciones ambientales estándar (1.000 mbar; 25 °C., 30% humedad relativa, 100 mts. sobre nm.).

ACOPLAMIENTO: directo con carcasa SAE y discos flexibles.

TABLERO:

Instrumentos: Amperímetro CA., Voltímetro CA. Llaves conmutadoras. Interruptor

Termomagnético CA. Leds de fases, funciones y detección de fallas. Frecuencímetro.

Horímetro. Llave de arranque y parada.

BATERIA: 12V.

Juego de manuales Técnicos.

Al precio de **US\$ 18.200,00 + IVA**



bounous hnos s.a.i.m.

Av. J. Newbery 444 (2252) Gálvez - Santa Fe

TE: 03404-481610 FAX: 03404-481609

Intern.: xx - 54 - 3404 - xx

Sitio Web: WWW.bounous-sa.com.ar E-mail: info@bounous-sa.com.ar



Hoja nº 2 – Cotización.-

TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA BOUNOUS. REEMPLAZA TABLERO STD.-

(Foto de carácter ilustrativo)

MONTAJE: en gabinete de chapa punzonada, plegada y pintada,

CONTENIDO: Central de control de transferencia automática marca DEEP SEA 7320, origen Reino Unido, que permite selección de modo de funcionamiento:

- **Manual:** Habilita los pulsadores del panel de arranque, parada, cierre del interruptor de red, cierre del interruptor de grupo y protección del motor y generador.
- **Automático:** Monitorea la tensión de red, realizando arranque, protección y parada del motor ante una anomalía de red por baja tensión, alta



tensión, falla de fase y tiempo de presencia de la anomalía y realiza la transferencia y retransferencia entre red y grupo a la carga.

- **Test:** realiza el arranque del motor, sin hacer la transferencia de la carga al generador. Si se presenta una falla de red, transfiere la carga al generador como en

automático.

VISUALIZACIÓN: En equipos trifásicos, se visualizan las 6 tensiones de red (fase/fase y fase/neutro). Además de las 6 tensiones (fase/fase y Fase/neutro), las 3 corrientes, potencia activa, reactiva y aparente, coseno de phi por fase y kilovatios por hora del generador. Horas de marcha de motor, Tensión de batería, etc.

MODIFICACIÓN: En panel frontal, tiempos de arranque, enfriamiento y parada del motor, tiempos de transferencia y retransferencia, parámetros del motor, parámetros del generador, niveles de tensión de falla de red, etc.

MENSAJES EN PANTALLA Y TESTIGOS LUMINOSOS: Estado de funcionamiento, estados de alarma, protección de motor, sobre y baja frecuencia, filtro de aire tapado, falla de arranque, etc. Posibilidad de señalización de alarmas a distancia por contacto seco.

INTERRUPTOR GENERAL: Encendido con llave. Testigo luminoso de contacto.

CARGADOR DE MANTENIMIENTO: de batería con testigos de estado de funcionamiento.

PROTECCIÓN : Ante sobrecarga, con prealarma, por medio de la central de transferencia y ante cortocircuito por interruptor termomagnético tripolar Marca ABB de accionamiento manual.

CONMUTACIÓN: Red-grupo a través de contactores.-

TELEGESTIÓN: Mediante PC conectado a través de puerto RS485 o RS232, y a través de modem GSM con un modulo externo aparte.-

Al precio de..... \$ 15.500,00 + IVA .-



bounous hnos s.a.i.m.

Av. J. Newbery 444 (2252) Gálvez - Santa Fe

TE: 03404-481610 FAX: 03404-481609

Intern.: xx - 54 - 3404 - xx

Sitio Web: WWW.bounous-sa.com.ar E-mail: info@bounous-sa.com.ar



Hoja n° 3 – Cotización.-

CABINA METÁLICA INSONORIZADA

(Foto de carácter ilustrativo)

Tipo: Desmontable.

Cobertura: Tratamiento antiherrumbre y cobertura polyester.

Puertas: Laterales con abertura casi 180°

Cerrojos: De seguridad tipo embutidos.

Ventilación: Techo, paneles, y puertas con canalización adecuada.

Soporte: Centralizado superior con cáncamo para izaje.

Drenajes: Canalizados al exterior de la cabina.

Silenciador de escape: Oculto en cajón de salida aire caliente.

Acceso desde exterior: Para conexionado eléctrico y remoto.

Insonorización: Revestimiento acústico

Nivel sonoro: 72/74 dBA. a 7 m de distancia.



Al precio de \$ 25.500,00 + IVA .-

GENERALES:

PLAZO DE ENTREGA: aprox. 150 días.-

FORMAS DE PAGO:

a) 40% Anticipado, saldo contra aviso de entrega.-

b) Consultar por Convenios con Banco Galicia; Banco Nación; Banco Credicoop.-

VALIDEZ DE LA OFERTA: 10 días .

GARANTIA: 1.000 horas o 12 meses, lo que primero ocurra, a partir de la fecha del despacho.

ASISTENCIA TECNICA: a través de la provisión de repuestos y servicio técnico.

LUGAR DE ENTREGA: Puesto en fábrica Gálvez (SANTA FE).-

OBS.: Nuestra provisión se limita al grupo electrógeno con sus accesorios normales.-
No incluye provisión ni tendido de conductores, ni conexionado de ningún tipo.-

Anexo A:

Países incluidos en la Convención Marco sobre el Cambio Climático

Alemania	Australia	Austria	Bélgica
Bielorrusia*	Bulgaria*	Canadá	CEE
Checoslovaquia*	Dinamarca	España	EEUU
Estonia*	Federación Rusa*	Finlandia	Francia
Grecia	Holanda	Hungría*	Irlanda
Irlanda del Norte	Islandia	Italia	Japón
Letonia*	Lituania*	Luxemburgo	Noruega
Ucrania	Portugal	Gran Bretaña	Rumanía*
Suecia	Suiza	Turquía	Nueva Zelanda
Polonia			

* Países en transición a economía de mercado

Las Partes que proveerán asistencia financiera (incluida la transferencia tecnológica) a las Partes en desarrollo para que éstas puedan cumplir sus obligaciones.

Alemania	Australia	Austria	Bélgica
Bulgaria	Canadá	CEE	Dinamarca
España	EEUU	Finlandia	Francia
Grecia	Holanda	Irlanda	Islandia
Italia	Japón	Luxemburgo	Noruega
Nueva Zelanda	Portugal	Gran Bretaña	Irlanda del Norte
Suecia	Suiza	Turquía	