

METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR UN MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO EN UNA INDUSTRIA CÍTRICA

Migliavacca, Julieta*, Alves, Nancy

*Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán
Av. Independencia 1800– San Miguel de Tucumán, Argentina
Jmigliavacca1981@gmail.com*

RESUMEN.

El presente trabajo describe la implementación de un sistema de tratamiento de efluentes industriales alineado a los requisitos establecidos por la Junta Ejecutiva de Naciones Unidas a efectos de registrar el mismo como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), mecanismo de flexibilidad del Protocolo de Kyoto, que permite registrar reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El objetivo del trabajo es minimizar el impacto ambiental existente por el tratamiento de los efluentes cítricos, a través de la implementación de un sistema de tratamiento para los efluentes cítricos, de manera que el vertido cumpla la legislación ambiental, capturando el metano con base a los MDL, reduciendo las emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero y valorizando el biogás como sustituto de energías no renovables.

Para realizar el trabajo se realizó un estudio de la actividad citrícola. En esta etapa se cuantificó la cantidad de biogás obtenido a partir del efluente cítrico y se determinó su calidad. Posteriormente, se analizaron los requisitos necesarios para implementar un proyecto MDL. Para finalizar se realizó el ciclo MDL y se registró el proyecto ante la UNFCCC.

Las conclusiones del trabajo son que es posible contribuir al desarrollo sustentable de la región y del país a través del tratamiento de efluentes cítricos, reduciendo gases de efecto invernadero a través de un sistema de tratamiento anaeróbico de efluentes cítricos con su posterior captura de biogás con la certificación de reducciones de emisiones.

Palabras Claves: Cambio climático, Mecanismo de desarrollo limpio, Digestión Anaerobia, Protocolo de Kyoto, Efluentes cítricos.

ABSTRACT.

The present work describes the implementation of an industry effluent treatment system sided to the formalities established by the Executive Board of the United Nations to record it as Clean Development Mechanism (CDM), a flexibility mechanism of the Kyoto Protocol that allows to record the reduction of greenhouse gas emissions.

The aim of this work is to minimize the existing environmental impact due to the treatment of citrus effluents, through the implementation of a citrus effluent treatment system, so the spill accomplishes the environmental legislation, by capturing the methane with basis to the CDM. This reduces gas emissions that contribute to greenhouse effect and values biogas as a non-renewable energy substitute.

To perform this work, a citrus activity study was carried out. In this stage, the obtained biogas amount was quantified from the citrus effluent, and its quality was determined. Subsequently, the necessary formalities to implement a CDM project were analyzed. Finally, the CMD cycle was performed and the project was recorded in the UNFCCC.

This work conclusion is that it is possible contributing to the sustainable development of the region and the country through the treatment of citrus effluents, by reducing greenhouse gases by means of an anaerobic treatment system of citrus effluents, with a later biogas capture, with a certification of emission reductions.

1- INTRODUCCIÓN

Argentina es el primer productor mundial de limón, exporta fruta fresca, jugos cítricos y aceites esenciales desde el año 1970. La producción de citrus en Argentina alcanzó en el año 2007 a 3.367.045 millones de toneladas [1].

En correspondencia con la Tabla N°1, en Argentina existen 19 plantas industrializadoras de cítricos, que procesan 1.632.779 toneladas de limón, mandarina, naranja y pomelo por año, de las cuales 1.058.418 toneladas corresponden al limón. Esto significa que el 65% del total de la fruta cítrica industrializada del país es limón.

Tabla 1. Suministro y distribución del citrus argentino año 2007

	Industrialización	Consumo interno	Fruta Fresca de Exportación	Total
Limón	1,058,418 t	54,519 t	358,526 t	1,516,972 t
Mandarina	141,933 t	197,109 t	99,239 t	486,979 t
Naranja	306,661 t	483,313 t	198,351 t	1,098,139 t
Pomelo	125,767 t	83,506 t	29,187 t	264,955 t
Total	1,632,779 t	818,447 t	685,303 t	3,367,045 t

En estas industrias es donde se generan los conocidos efluentes cítricos que deben ser tratados para reducir su carga orgánica antes de ser descargados para riego o a cauces naturales.

En lo vinculado directamente al Tratamiento de los Efluentes Cítricos, la tecnología que se utiliza para tratar los efluentes del limón es de tipo anaerobia, lo cual trae aparejada la generación de olores y emisión de gases de efecto invernadero, originando nuevos problemas ambientales y sociales. Por ello, se evaluó la posibilidad de Implementar un Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) ante la Organización de Naciones Unidas (ONU).

En Tucumán no existía ningún proyecto presentado ante Naciones Unidas, por lo que la metodología y el proceso de certificación MDL desarrollado en este trabajo se considera inédito. Asimismo, se espera que con sus resultados pueda ser utilizada como guía para cualquier tipo de proyecto que califique como MDL. Con esto último el problema del Tratamiento de los Efluentes Cítricos en Argentina y el mundo estaría solucionado, ya que se tendría una solución integral, debidamente certificada.

El campo de aplicación de este tipo de proyecto MDL son las agroindustrias, cuyos efluentes se caracterizan por tener elevados valores de carga orgánica biodegradable que pueden ser tratados de manera anaeróbica generando de esta manera biogás. Las industrias de Tucumán están mayoritariamente dentro de la categoría de Agroindustrias, por ello se considera que este tipo de proyectos contribuirá al desarrollo sustentable de la región.

Por lo mencionado anteriormente, y dado que en la actualidad el cambio climático es, sin duda, el problema ambiental más importante al que se ha enfrentado hasta el presente la humanidad. Además, esta problemática es de carácter de global, la captura de Gases de Efecto Invernadero que genera el tratamiento de efluentes anaeróbicos, como así también la sustitución de un combustible fósil son consideradas temáticas cada día más importantes a tener en cuenta y a utilizar por las industrias, si lo que se busca como principal finalidad es contribuir al desarrollo sostenible de la región.

2. MARCO TEÓRICO

El Mecanismo de Desarrollo Limpio surge en la Conferencia de las Partes 3 (Kyoto, 1997) y es un instrumento legalmente vinculante que establece compromisos más estrictos de reducción y limitación de emisiones de GEIs para los países desarrollados.[2]

El Protocolo de Kyoto es un mecanismo de Reducción conjunta — en al menos un 5% — de las emisiones de GEIs para el período 2008-2012, comparadas con los niveles de 1990 (expresadas como emisiones de CO₂ equivalente), en cuotas específicas para cada país desarrollado. Este Protocolo rige el 16 de febrero de 2005. Dentro del Protocolo de Kyoto se establecen tres mecanismos de flexibilización:

- Comercio de Emisiones
- Implementación Conjunta
- Mecanismo de Desarrollo Limpio tiene como objetivo:
 - ayudar a los países en desarrollo a lograr un desarrollo sostenible.
 - ayudar a los países desarrollados a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones contraídos en Protocolo de Kyoto, a través de la transacción de certificados de reducción de emisiones.
 - permite el comercio de emisiones entre países anexo I y países en desarrollo.

3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Los efluentes cítricos son producidos principalmente en los procesos de lavado, zaranda y prensado de cascara; centrifugas del proceso de extracción de aceite esencial y jugo concentrados; pre-secador y secador; del proceso de extracción de jugo de limón (turbio y clarificado); procesos de lavados de columnas, filtros y planta en general cuando se termina la producción diaria; recambio de aguas de lavado.

La información base para el proyecto está presentada en la Tabla N° 2 y consta de las variables más relevantes para diagnosticar rápidamente el sistema de tratamiento. Esta información se tabuló con los datos promedios de tres años consecutivos de una cítrica en estudio, tomándose los datos promediados de producción y horas efectivas de molienda.

Tabla 2. Información base para proyecto

Caracterización del Efluente	
Parámetros	Valor obtenido
pH	4,35
DQO mg/L	11,700
DBO mg/L	6,000
ST mg/L	15,764
SV mg/L	13,957
AGV mg/L	5,865
SV / ST	89 %
AGV / DQO	54 %

El procesamiento de fruta arranca en un periodo de descenso de temperatura y baja pluviosidad con pruebas de molienda de fábrica en el mes de marzo y con colas de producción en el mes de octubre, pero los meses de producción plena son seis (abril a septiembre).

En la caracterización del efluente cítrico se identificó una producción de 4,0 m³/tFF, lo que equivale a 480 m³/hora (120 tFF/h x 4 m³/tFF) y una producción diaria de 9.600 m³. El efluente se caracteriza por tener pH bajos (3,5) y picos muy altos (12) por efecto de lavados de fábrica. Estos pH son producto de los lavados que se producen cuando se termina la jornada de producción con una duración de dos y media (2,5) horas diarias en cada Planta.

La concentración orgánica se expresa en:

- Demanda Química de Oxígeno (DQO) con valores promedios encontrados de 11.700 mg/L y,
- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de 6.000 mg/L.

El efluente de cítrico presenta una biodegradabilidad aceptable con un indicador de DBO/DQO de 0,51.

3.1. Implementación de experiencia en planta piloto

La escasa información y experiencia a nivel mundial con el tratamiento de efluentes obligó a realizar una investigación piloto previa a la construcción y montaje del sistema definitivo de tratamiento de efluentes.

Para el proceso de arranque se utilizó un lodo abandonado, al cual se le realizaron pruebas de laboratorio (Actividad Metanogénica -AME) y otras utilizando un botellón de 20 litros para identificar su potencialidad en la producción de biogás.

La planta piloto comenzó con cargas pequeñas hasta llegar a una carga de 1,7 a 2,0 kg DQO/m³ de reactor por día y un promedio de 0,5 m³ biogas/kg DQO removida. Para llegar a esta situación se debió realizar el montaje de un tanque de homogenización para mejorar las condiciones de pH y carga orgánica durante la jornada diaria de producción. El tanque de homogenización se montó con una capacidad de retención hidráulica de 10 a 20 horas; este cambio logró mejorar la calidad de efluente para su tratamiento.

3.1.1. Obtención de parámetros de funcionamiento en planta piloto

De la planta piloto se definieron los siguientes parámetros:

- Carga orgánica: La carga orgánica se normalizó en 1,7 kg DQO/m³ x día.
- Estabilización de pH del efluente de alimentación: Se identificó la necesidad de un mayor contacto del lodo con el efluente para el mejoramiento de la remoción orgánica. Para esto se recirculó el lodo a una tasa del 30% del efluente y se logró homogenizar el pH de alimentación al reactor de contacto a un pH 5,0 – 6,0 mediante un tanque con TRH de 20 horas y la recirculación de lodos al tanque directamente.
- Sedimentabilidad: Los sólidos suspendidos del efluente crudo se agrupan inicialmente en la zona media y los sólidos del lodo del piloto se dividen en dos zonas: una parte sedimenta en el fondo y otra parte flota en la superficie.

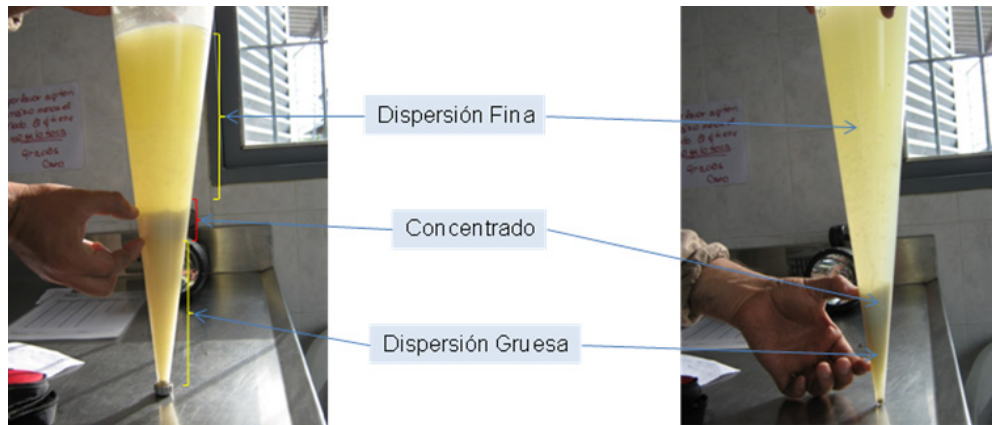


Figura 1: Sedimentabilidad efluente crudo

- Producción y Composición biogás: Para la medición de biogás se construyó un gasómetro con electroválvula y un medidor de gas. Se midió en promedio $0,5 \text{ m}^3$ biogás/kg DQO removida. De acuerdo a las medidas in situ se definieron los siguientes valores de composición de biogás: Metano - CH_4 de 60%, gas sulfhídrico - H_2S de 0,6% y dióxido de carbono - CO_2 de 38,5%.
- Inhibidores: El Limoneno es un monoterpene, compuesto de dos unidades de isopropeno. Es comúnmente encontrado en las cortezas de cítricos, como pomelo, limón y, en particular, naranjas. Esto constituye el 98 % (en peso) del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja. Se piensa que su alta abundancia en esta parte de la fruta está conectada con el hecho que es un bactericida.

3.1.2 Discusión de resultados de planta piloto

Luego de un análisis de los resultados obtenidos en el piloto, y de evaluar las características del efluente en cuanto a la concentración orgánica y a la biodegradabilidad se concluye que el sistema de tratamiento más eficiente y de menor costo para esta situación es un tratamiento combinado: anaerobio en una primera fase para remover la mayor parte de la DQO (aprox. 75%) y aerobio en una segunda fase para pulir la remoción.

3.1.3. Propuestas al sistema de tratamiento

El sistema de manejo del efluente a implementar quedar de la siguiente manera:

3.1.3.1. Pre-tratamiento

- Rejilla mecánica: Rejilla mecánica con un espacio entre ranuras de 20 mm para retener sólidos gruesos.
- Tamizado: Instalación de dos filtros rotativos para retener la pulpa fina.
- Sistema de Homogenización: Que permite regular las variaciones puntuales de pH, caudal y DQO (el pH de las aguas de lavado puede variar de 3,5 a 12). Para esto se construyó una laguna impermeabilizada de 10.000 m^3 para un tiempo de retención hidráulica – TRH de 24 horas.

3.1.3.2. Sistema anaerobio

Construir dos unidades anaerobias nuevas de 40.000 m^3 cada una. Este sistema de lagunas debe contar con componentes anexos que permiten la agitación y recirculación interna y externa de la laguna anaerobia, con lo cual se optimiza el proceso biológico del reactor y permitir su operación durante los periodos de no producción de efluentes de las fábricas. Las lagunas anaerobias se dividen cada una en tres compartimientos, que se constituyen por tabiques separadores en geomembrana, que obligan a la generación de un flujo vertical dentro del reactor, adicional al flujo horizontal, y favorece las condiciones de mezcla interna (contacto lodo-alimento). Para la captura del biogás (como proyecto MDL, se considera línea de base de proyecto las lagunas sin cubrir) ambas lagunas anaerobias serán cubiertas con geomembrana.

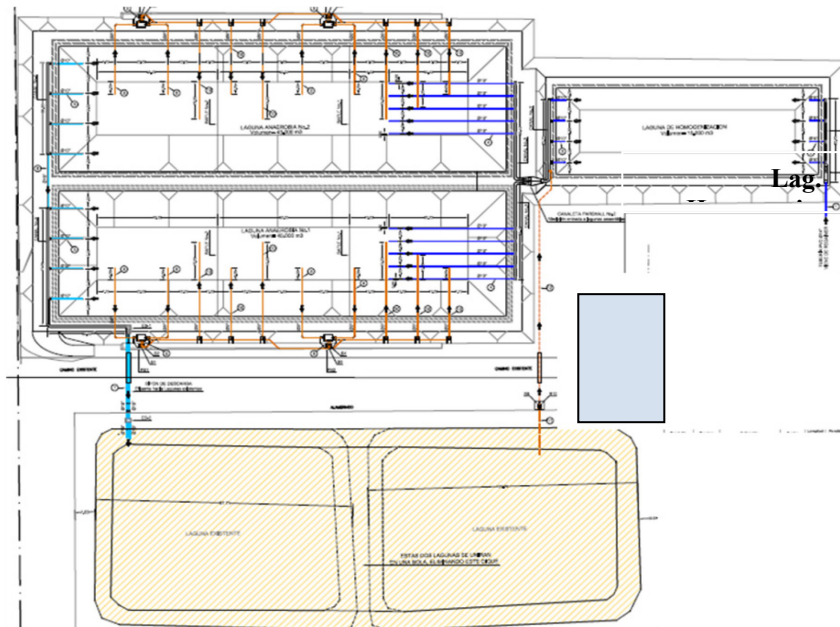


Figura 2. Sistema de alimentación, recirculación y agitación en las lagunas nuevas

3.1.3.3. Sistema aerobio facultativo

Con la finalidad de realizar un pulimento del efluente luego de la depuración anaerobia realizada en los reactores cubiertos se realizarán 7 lagunas aerobias naturales para alcanzar los parámetros de vuelco establecidos en la legislación vigente en la Provincia de Tucumán.

4. Mecanismo de Desarrollo Limpio

Se definió la Actividad del Proyecto del proyecto MDL, la cual consistía en cubrir los dos biodigestores anaeróbicos con Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de 1.500 micrones, que resiste las inclemencias del tiempo y provee un sistema para evacuar la acumulación de agua de lluvia. La cubierta tuvo un anclaje a lo largo del perímetro de cada biodigestor para garantizar que se encuentren herméticamente cerrados. El área cubierta aproximada es de 8.500 m² para cada biodigestor, lo que permite un almacenamiento aproximado total de 50.000 m³ de biogás. El volumen de biogás proyectado es de alrededor de 46.000 m³/día. La cubierta evita la liberación de biogás a la atmósfera. El sistema de recuperación de biogás se maneja por medio de un sistema de control automático que asegura óptimas condiciones operativas. Los biodigestores aseguran fácil mantenimiento y condiciones biológicas estables a lo largo de la vida del proyecto. El biodigestor tiene un sistema de mezcla interna y un sistema de tuberías que funciona como un bypass en caso de malfuncionamiento o mantenimiento. Las unidades de remoción de lodo evitan la progresiva acumulación de lodo en el fondo del biodigestor que podría afectar la capacidad de captación de metano. El exceso de lodo estará continuamente en circulación en el sistema de digestión y ocasionalmente será removido del ciclo de re-circulación

La composición del biogás recuperado es típica y principalmente metano (66%). La distancia entre la captación del biogás y las calderas es de aproximadamente 500 metros. Las cañerías fueron diseñadas para un flujo diario máximo estimado de biogás de 46.000 Nm³/día. El sistema de distribución de biogás incluye cañerías para el flujo de biogás y sopladores de biogás para el transporte del gas. El sistema de cañerías también incluye: sistema de condensación de agua (para remover el contenido de agua), filtros biológicos y químicos para H₂S (para eliminar impurezas), medición del flujo de biogás, análisis del biogás (CH₄, CO₂, O₂, H₂S), antorcha (para quemar el exceso de biogás o durante tareas de mantenimiento), elementos de medición de presión en varios puntos, válvulas y accesorios, puntos de muestreo y varios sopladores para inyectar el biogás dentro de las diferentes unidades de combustión. El biogás pasa por secadores de 2.600 m³/h y luego por sopladores (3 x 1.300 m³/h – Presión: 180 mbar), siendo luego impulsado hacia las calderas.

Las calderas a modificar, funcionaban con gas natural o con Gas Licuado de Petróleo (GLP) aunque sólo funcionaban con GLP cuando no hay gas natural disponible. Los dos combustibles usan el mismo quemador, las mismas cañerías y juego de válvulas.

Las modificaciones que forman parte de la actividad de proyecto permiten un funcionamiento dual (Biogás o Gas Natural) con operación independiente, es decir que cada caldera funcionará 100%

con biogás o 100% con gas natural. Para esto se debía instalar en cada caldera un nuevo quemador, un nuevo juego de válvulas, instrumentación y software para optimizar la operación

Luego de definir la actividad del proyecto, se analizan los siguientes considerandos para evaluar la calificación del proyecto como Mecanismo de Desarrollo Limpio:

- Cumplir con la legislación aplicable
- Demostrar reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
- Contribuir al desarrollo sustentable de la región
- Demostrar el cálculo de una línea base
- Ser adicional y estar monitoreado

A continuación se justificará el cumplimiento de cada uno de los requisitos para que un proyecto califique como Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Para alcanzar el *cumplimiento legal* se realizó el sistema de tratamiento descrito en el punto N°3 que permite remover aproximadamente el 75% de la materia orgánica en el tratamiento anaeróbico, o sea la DQO pasa de 11.700 mg/L a unos 3.000 mg/L ; y el sistema aeróbico natural permite alcanzar los 500 mg/L de DQO requeridos para riego (Res. 030/09 SEMA [4]).

La *adicionalidad del proyecto* quedó demostrada por ser el “primer proyecto de su tipo”. No existía en Argentina ninguna empresa del sector citrícola en ese momento con un sistema de recuperación y aprovechamiento del biogás producido.

Se recibieron notas que demostraban que el proyecto era el primero en su tipo de diferentes organismos como: Secretaría de Medio Ambiente de Tucumán, Secretaría de Medio Ambiente de Entre Ríos, Dirección de Saneamiento Ambiental, Ecología y Medio Ambiente de Corrientes, Punto Focal Provincial de Cambio Climático, Asociación Tucumana del Citrus, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, Industrias cítricas del país respondieron 9 empresas.

Para complementar esta información se realizó un estudio de mercado del sector citrícola, del que se obtiene que Argentina es el primer productor mundial de industrializados de limón, posee 19 plantas industriales de citrus, procesa 1.700.000 toneladas de cítricos por año (65% corresponde al limón), el 87% de industrializados se realiza en Tucumán.

Las *barreras* que debió superar el proyecto que se vinculan con la adicionalidad del mismo son:

- Barreras a la inversión: El proyecto de recuperación y aprovechamiento del biogás requirió una inversión adicional al tratamiento de efluentes convencional.
- Barrera a la Práctica usual: La práctica usual del sector citrícola era tratar sus efluentes en lagunas anaeróbicas abiertas sin recuperación del metano.
- Barrera tecnológica: No existe en Argentina un proveedor local de tecnología para recuperación del biogás.

La actividad de proyecto MDL fue más allá de la legislación aplicable y de las prácticas usuales en Argentina.

A continuación se muestra un esquema de lo que corresponde a la *Línea de base* del proyecto para realizar el cálculo de la misma:

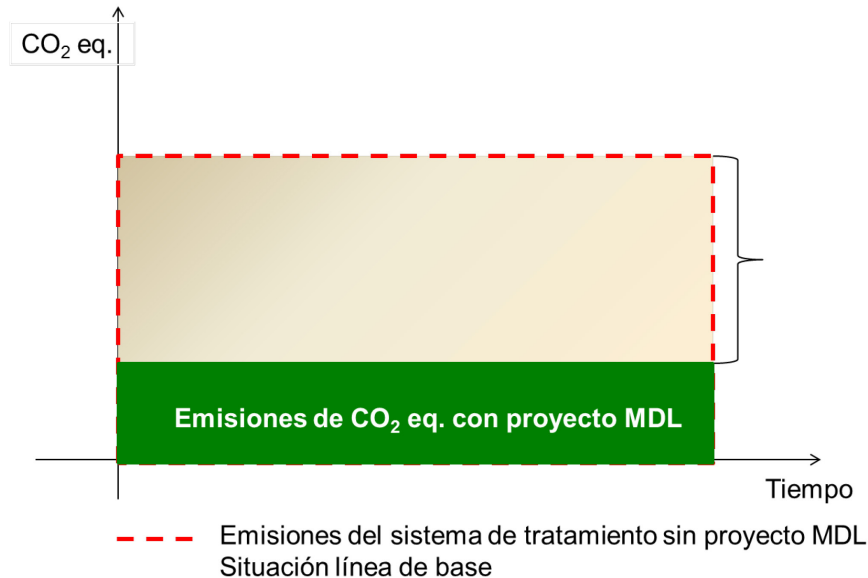


Figura 3: Representación de la línea de base

La reducción de emisiones esperada como consecuencia de evitar la liberación de metano es menor a 60.000 toneladas de CO₂ al año, y por ello el Proyecto encuadra en la categoría de actividad de proyecto de pequeña escala [5].

Las metodologías utilizadas para calcular las emisiones de la línea de base son las establecidas por la Junta Ejecutiva de Naciones Unidas, consideradas como AMS (Approval Methodology Small Scale)[3]: AMS III.H. “Recuperación de metano en Tratamiento de efluentes”, versión 10 y AMS I.C. “Energía térmica para el usuario con o sin generación de electricidad”, versión 13. El cálculo de las emisiones de la línea de base: se realizó utilizando la ecuación (1):

$$BE_y = BE_{\text{recup metano}, y} + BE_{\text{energía térmica}, y} \quad (1)$$

Donde:

BE_y: Emisiones de la línea de base en el año “y” en tCO₂

BE_{recup metano, y}: Emisiones resultantes de la digestión anaeróbica de efluentes en el año “y” en tCO₂. Emisiones de línea de base por la recuperación de metano en el tratamiento de efluentes

BE_{energía térmica, y}: Emisiones en la línea de base debidas al desplazamiento de gas natural para producción de energía térmica en el año “y” en tCO₂

Donde BE_{recup metano, y} se calcula utilizando la ecuación (2)

$$BE_{\text{recup metano}, y} = BE_{\text{electricidad}, y} + BE_{\text{tratam efluente}, y} + BE_{\text{tratam lodo}, y} + BE_{\text{descarga efluente}, y} + BE_{\text{final lodo}, y} \quad (2)$$

Con lo cual el análisis de la situación del proyecto reduce la ecuación (3):

$$BE_{\text{recup metano}, y} = BE_{\text{electricidad}, y} + BE_{\text{tratam efluente}, y} \quad (3)$$

Emisiones en la línea de base por el consumo de electricidad (BE_{electricidad, y}). El consumo de energía incluyó todos los equipos/instrumentos en los sistemas de tratamiento de efluentes (no incluyó el consumo de electricidad relacionado con la captura de biogás y su aprovechamiento en las calderas). Por lo tanto,

$$BE_{\text{electricidad}, y} = 90,24 \text{ tCO}_2/\text{año}$$

Las emisiones de metano de los sistemas de tratamiento de efluentes en la línea de base afectados por la actividad de proyecto (BE_{tratamiento efluentes, y}) son determinadas usando el potencial de generación de metano del sistema de tratamiento de efluentes, según ecuación 4:

$$BE_{\text{tratam efluentes}, y} = \sum Q_{\text{efluentes}, i, y} \times DQO_{\text{removido}, i, y} \times MCF_{\text{tratam efluentes}, BL, i} \times Bo_{\text{efluente}} \times UFBL \times GWP_{CH4} \quad (4)$$

Qefluentes,i,y	Vol. de efluentes tratados en los sistemas de tratamiento de efluentes en la línea de base en el año y (m ³) Valor: 1.400.000 m ³
DQOremovido,i,y	DQO removido por el sistema de tratamiento de efluentes, medido como la diferencia entre la DQO de ingreso y de salida del sistema i. (Valor: 0,0087)
MCFtratamiento efluentes,BL,i	Factor de corrección de metano. Para reactor anaeróbico sin recuperación de metano MCF = 0.8
Bo,efluentes	Capacidad de producción de metano de los efluentes. (Valor; 0,2494)
UFBL	Factor de corrección que tiene en cuenta imprecisiones del modelo (0,94)
GWPCH₄	Potencial de Calentamiento global del metano (Según IPCC: 21)

Figura 4: Información fórmula n°4

$$BE_{\text{tratam efluentes,y}} = 47.971,23 \text{ t CO}_{2e}/\text{año}$$

Para la producción de vapor/calor usando combustibles fósiles las emisiones de línea de base se calculan según ecuación 5, de la siguiente manera:

$$BE_{\text{energía térmica,y}} = HG_y * EFCO_2 / \eta_{th} \quad (5)$$

Donde:

BEenergía térmica,y	emisiones en la línea de base por el vapor/calor desplazado debido a la actividad de proyecto durante el año y en tCO _{2e} .
HG_y	cantidad neta de vapor/calor suministrada por la actividad de proyecto durante el año y en TJ.
EFCO₂	factor de emisión de CO ₂ por unidad de energía del combustible que hubiera sido usado en unidad de la línea de base en (tCO ₂ /TJ), obtenido a partir de datos locales o nacionales.
η_{th}	la eficiencia de la unidad empleando combustibles fósiles que hubieran sido empleados en ausencia de la actividad de proyecto.

Figura 5: Información fórmula n°5

$$BE_{\text{energía térmica,2010}} = 7.626 \text{ tCO}_2/\text{año}$$

Estimación ex-ante de las emisiones de línea de base para el primer período de crédito: 55.687 tCO₂/año

Para demostrar la *contribución al desarrollo sustentable de la región* se fundamentaron tres pilares:

-Crecimiento económico: Requiere inversión adicional, reduce el consumo de gas natural (combustible fósil), mejora en su medida la disponibilidad de gas natural para la región, utiliza tecnología de avanzada. Primero en su tipo, desarrollo de proveedores locales, contribuye al desarrollo general de la economía, producto de una mayor utilización de mano de obra y transferencia de tecnología.

-Protección al Medio Ambiente: Se alinea a la política de desarrollo sustentable por reducir el consumo de combustibles fósiles, mejora el balance energético de la región con lo que contribuye a la sustentabilidad ambiental nacional, promueve la utilización de residuos industriales como fuente de energía, impacta positivamente en el medio ambiente porque evita que se libere metano a la atmósfera, reduciendo las emisiones de GEIs, y evita emisiones de GEIs asociadas al consumo de gas natural.

-Desarrollo Social: Mejoras en la calidad de vida de los vecinos al disminuir los olores, minimiza la proliferación de vectores, disminuye emisiones de GEIs, genera nuevos puestos de trabajo y califica al personal que desarrolla tareas en el sistema de tratamiento de efluentes.

5. Conclusiones

Con la ejecución de este trabajo, Tucumán, primer productor mundial de industrializados de limón obtuvo el registro del primer proyecto MDL del mundo para el tratamiento de los efluentes cítricos ante la Junta Ejecutiva de Naciones Unidas.

Otros resultados del presente trabajo son:

- Existe factibilidad técnica para que los efluentes cítricos alcancen el cumplimiento de la normativa legal vigente.

- Es posible contribuir a la mitigación del cambio climático a través del tratamiento de los efluentes cítricos.
- Es posible contribuir al desarrollo sustentable de la región y del país a través del tratamiento de efluentes cítricos.
- Es posible reducir gases de efecto invernadero a través de un sistema de tratamiento de efluentes anaeróbico con captura de biogás.
- Es posible aprovechar el biogás, generado a través de un sistema anaeróbico de efluentes, como combustible alternativo en calderas.
- Es posible comercializar los certificados de reducción de emisiones.
- Se logró también la integración de todas las áreas y sub-sistemas de la empresa para el mejoramiento de los procesos de calidad necesario para el manejo de la información requerida por el MDL.

Este proyecto se trata de una nueva iniciativa que se alinea al compromiso de desarrollo sustentable de la región.

6. Referencias

[1] Revista Federcitrus, año 2007

[2] KYOTO PROTOCOL REFERENCE (2008) Manual on accounting of emissions and assigned amount . Página 47. Alemania.

[3] Metodologías:

- AMS-I.C.: “Energía térmica para el usuario con o sin electricidad”. Versión 13. Fuente:<http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved>.

- AMS-I.D.: “Generación de electricidad a partir de una fuente renovable conectada a la red”. Versión 13. Fuente: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved>.

- AMS-III.H.: “Recuperación de metano en tratamiento de efluentes”. Versión 10. Fuente: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved>.

- Annex 13. Methodological “Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane” UNFCCC. Fuente: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved>.

BLOBEL, D. (2006)-Ohlendorf del Ecologic – Manual de

[4] Resolución 030/2011 del Ministerio de Desarrollo Productivo de la Provincia de Tucumán, Secretaría de Estado de Medio Ambiente.

[5] Metodología de cálculo de proyectos pequeña escala:

Fuente:<http://cdm.unfccc.int/methodologies/approved>.