



## Markus Altmann-Althausen

President.

ClimeCo International corp.

### **Tratamiento de POME. Convertir residuos en recursos**

POME treatment. Convert waste into resources



USA



# Tratamiento de POME

Convertir residuos en recursos

Markus Althausen

Cartagena, Septiembre 2015

Plantas extractoras de aceite de palma producen

## Grandes volúmenes de aguas residuales (POME)

- 0.8m<sup>3</sup> de POME por tonelada de fruta
- Planta con 150,000tFFB/año produce 112,000m<sup>3</sup> de POME por año,
- Appr. 450m<sup>3</sup>/día
- Appr. 4 piscinas olímpicas de 50x25x2m cada mes (!!!)

## Alto potencial de contaminación de terrenos y aguas

- Demanda Química de Oxígeno 40,000-120,000 mg/L
- Demanda Bioquímica de Oxígeno 20,000-60,000 mg/L
- Sólidos Suspendidos 10,000-30,000 mg/L
- pH ácido 4-5
- Temperatura 70-90° C

***POME requiere tratamiento!***

## Serie de lagunas abiertas

Laguna anaeróbica ⇨ laguna facultativa ⇨ laguna aeróbica

## Problemas

- **Sistemas estáticos (sin mezcla, sin temperatura controlada)**
- **Necesitan mas que 35 días de retención => grandes volúmenes y superficies**  
Planta de 150,000tFFB/ano: lagunas de 17,000m<sup>3</sup> (=7 piscinas olímpicas)
- **Lodos se acumulan en el suelo, reduciendo volumen e eficiencia día a día**
- **Inversiones y gastos no productivos**
- **Emiten BioGás a la atmosfera**



# Digestión Anaeróbica (DA)

*Digestión Anaeróbica es un proceso de fermentación*

Bacterias consumen materias orgánicas

Tres etapas (hidrolisis  $\Rightarrow$  acetogenesis  $\Rightarrow$  metanogenesis)

Emiten BioGas (60% CH<sub>4</sub> y 40% CO<sub>2</sub>) en el proceso

*...produciendo agua purificada (DQO <500mg/L) y abono orgánico al mismo tiempo.*

**BioGás:**

Valor energético de 6kWh/m<sup>3</sup> y

Valor eléctrico de 2.4 kWh<sub>el</sub>/m<sup>3</sup>



La eficiencia de la digestión anaeróbica de POME depende de

**Volumen del digestor/de la laguna (=tiempo de retención)**

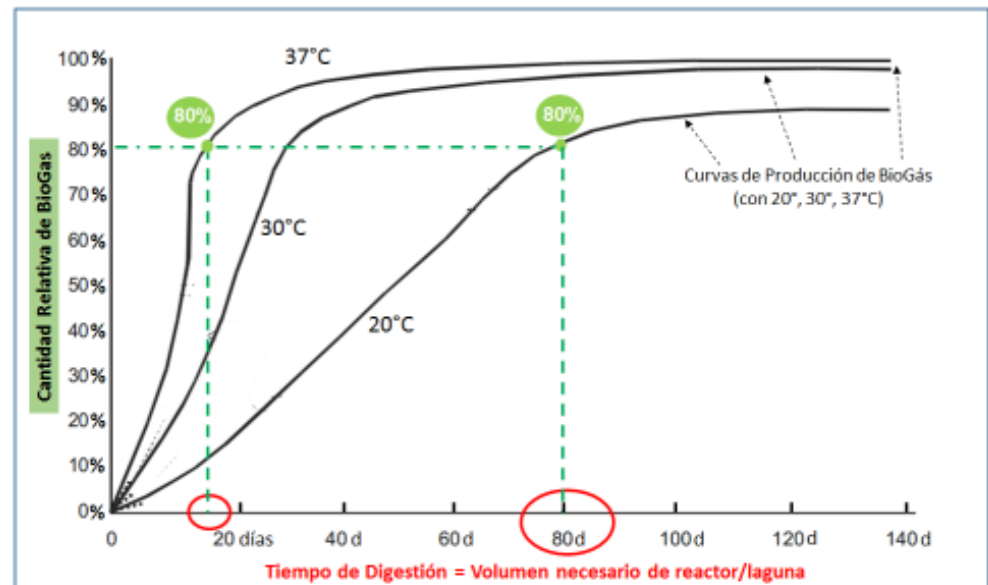
**Temperatura dentro del digestor (optimo 35-37°C)**

**Eficiencia de la mezcla de POME con las bacterias**

*... con alta correlación de estos tres factores.*

La producción de 80% del BioGas disponible en el POME tarda

- 15 días con 37° C
- 80 (!! ) días con 20° C



Source: BioGas Handbook Germany

## *El tratamiento moderno de POME*

**Captura y almacena el BioGás con tapas flexibles**

**Para utilizar el valor energético del BioGás**

**En la planta extractora misma o en venta a terceros**





## Lagunas Cubiertas

Baja inversión, baja calidad

Producción decreciente

Vida útil corta (5 a 7 años)

Sin controles, sin mezcla

Alto Mantenimiento y repuestos

Extracción manual de lodos

Una fase, sistemas estáticos



Primera Generación

## CSTR Europeo

Alta inversión, calidad industrial

Máxima producción, 100% estable

Vida útil larga (25+ años)

Máximo control, mezcla continua

Alto costo de mantenimiento

Extracción continua y automática

Una fase, sistema dinámico



Segunda Generación

## Sistemas Multi-Etapas

Inversión moderada, calidad industrial

Máxima producción, 100% estable

Vida útil larga (25+ años)

Máximo control, mezcla continua

Bajo costo de mantenimiento

Extracción continua y automática

2-3 fases, sistema dinámico



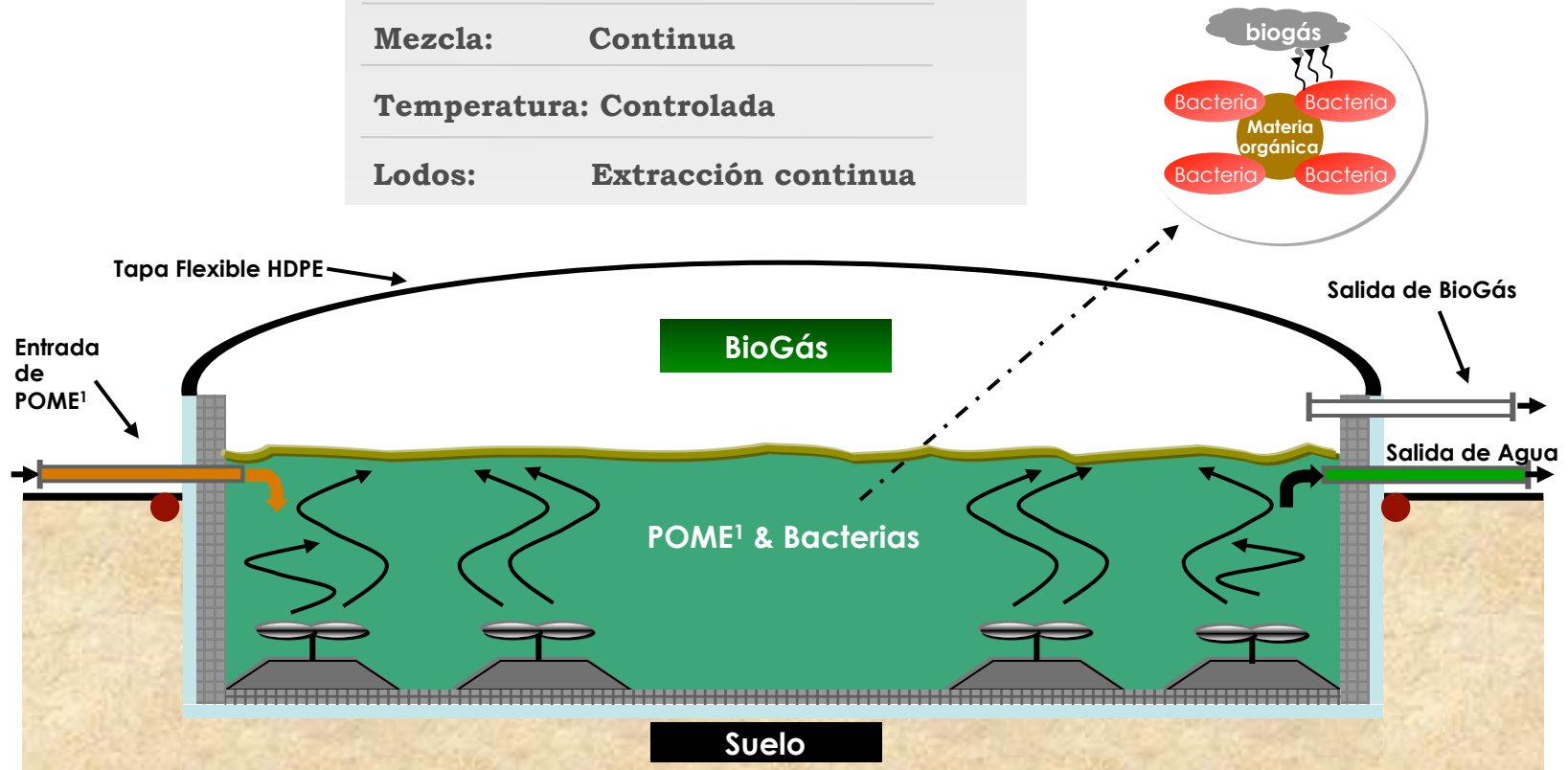
Tercera Generación

Mejor Tecnología Disponible



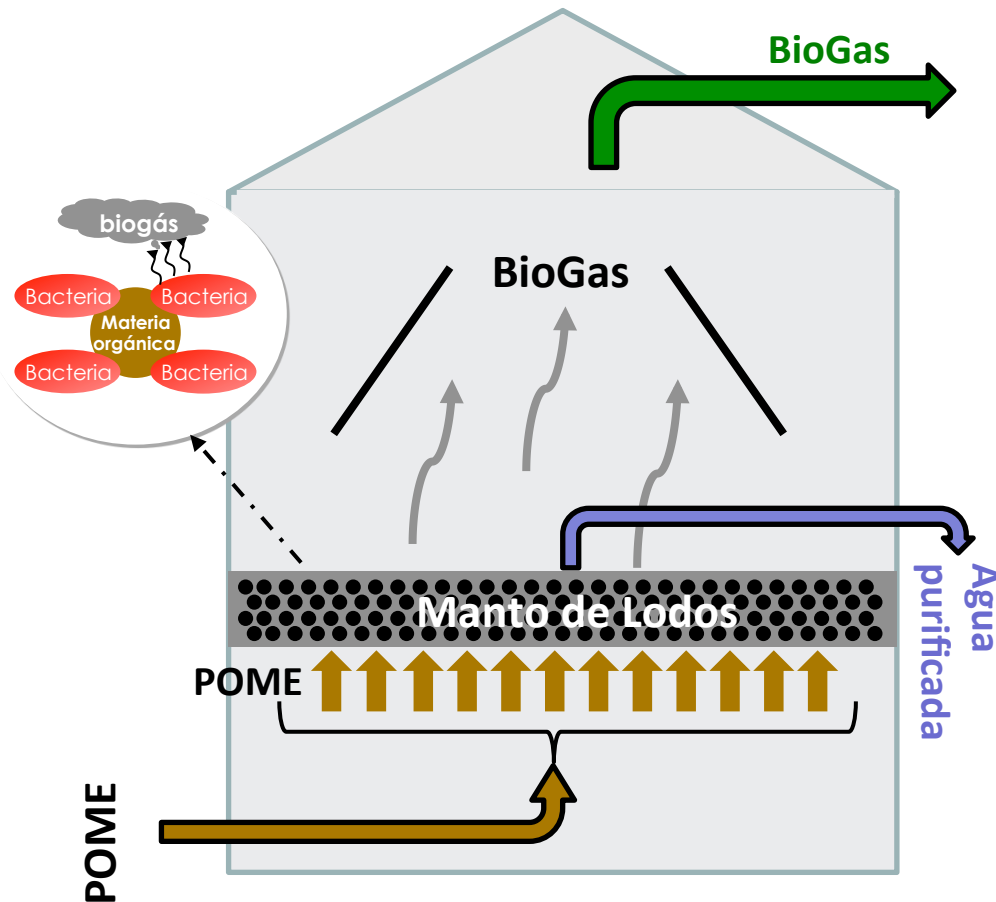
# Reactores Con Mezcla Continua (CSTR)

Sistema CSTR*	
Retención:	15-20 días
DQO Max:	130,000 mg/L
Volumen:	Grande
Eficiencia:	Mediana
Mezcla:	Continua
Temperatura:	Controlada
Lodos:	Extracción continua



1... Palm Oil Mill Effluent (POME) = Efluente de la Planta Extractora de Palma

# Reactores De Flujo Ascendente (UASB)



Sistema UASB*	
Retención:	6-12 horas (!)
DQO Max:	15,000 mg/L
Volumen:	Pequeño
Eficiencia:	Muy alta
Mezcal:	Sin mezcla, flujo continuo
Lodos:	Sin acumulación de lodos

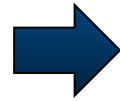
**Sistema**

## Primera Fase



### CSTR

<b>Retención:</b>	<b>15-20 días</b>
<b>DQO</b>	<b>Reducción de 130k a 15k</b>
<b>Volumen:</b>	<b>Grande</b>
<b>Eficiencia:</b>	<b>Mediana</b>
<b>Mezcla:</b>	<b>Continua</b>
<b>Lodos:</b>	<b>Extracción continua</b>



## Segunda Fase



### UASB

<b>Retención:</b>	<b>6-12 horas</b>
<b>DQO</b>	<b>Reducción 15k a 2k</b>
<b>Volumen:</b>	<b>Pequeño</b>
<b>Eficiencia:</b>	<b>Muy alta</b>
<b>Mezcla:</b>	<b>Flujo continuo</b>
<b>Lodos:</b>	<b>Sin acumulación de lodos</b>

## Resultando

***Sistema ideal para POME***

**Alta eficiencia y estabilidad**

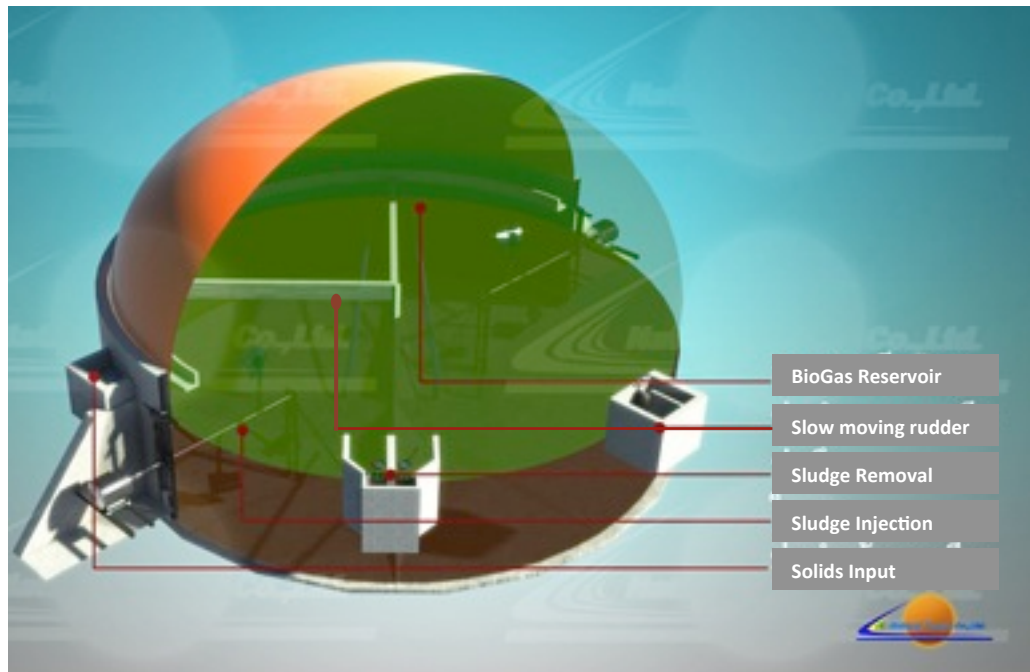
**Operaciones continuas y muy robustas**

# OPCIONAL Tercera Fase: Reactor de Lodos

Reactor opcional para extractoras con tricanter

Recicla los lodos de la 1ª Fase (CSTR) con solidos del tricanter

Resulta en 20% mas BioGás que sistema de 2 fases



## Reactor de Lodos y Solidos

**Retención:** 5-10 días

**DQO Max:** 150,000 mg/L

**Volumen:** Mediano (~2,000m<sup>3</sup>)

**Solidos:** Altos (>10% TS)

**Mezcla:** Mezcla mecánica continua

**Lodos:** Sin acumulación de lodos

**OPCIONAL Tercera Fase**

# Beneficios de Proyectos BioGás

## Energía Renovable (24/7)

Energía eléctrica

Energía térmica y vapor

Eliminación de cortes

Gas Natural Comprimido

## Desarrollo Sostenible

No desechos, agua purificada

No GHG\* emisión ni olor

Fertilizante orgánico

Cumple con RSPO y regulación

## Beneficios Financieros

Energía bajo costo

No tratamiento desechos

Menor área ocupada

BioCombustible bajo costo



# Opciones de Uso de BioGás

Una planta extractora con 150,000 tFFB por año produce appr. 3.4MM m<sup>3</sup> de Biogás

## Uso Directo en Caldera

Cogeneración en caldera actual

Eficiencia eléctrica de 15%

Producción<sup>1</sup> de 2.7MM kWh<sub>el</sub>

Capacidad de 450 kW<sub>el</sub>

CAPEX<sup>2</sup> app. US\$ 100k



## Motor de BioGás

Combustión en Motor CHP<sup>3</sup>

Eficiencia eléctrica de 40%

Producción de 7.3MM kWh<sub>el</sub>

Capacidad de 1,200 kW<sub>el</sub>

CAPEX<sup>2</sup> US\$ 1.2MM



## Membranas de GNC

Separación de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>

Eficiencia de 95% (CH<sub>4</sub>)

Producción de 1.8MM m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>

Corresponde a 1,400 t de Diésel-E<sup>4</sup>

CAPEX<sup>2</sup> ≈ US\$ 1.2MM<sup>5</sup>



*Estas tres opciones también se pueden combinar en sistemas híbridos!*



# Desde POME a Biogás y Energía Renovable

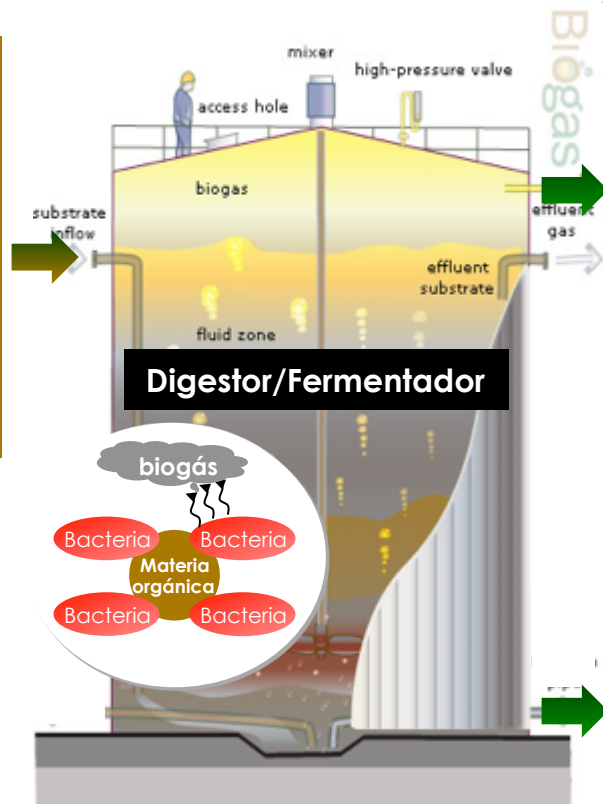
POME

Digestión Anaeróbica

BioGás

Energía Renovable

Aguas Residuales



BioGás

Motor BioGás



Energía Eléctrica

Membrana BioGás



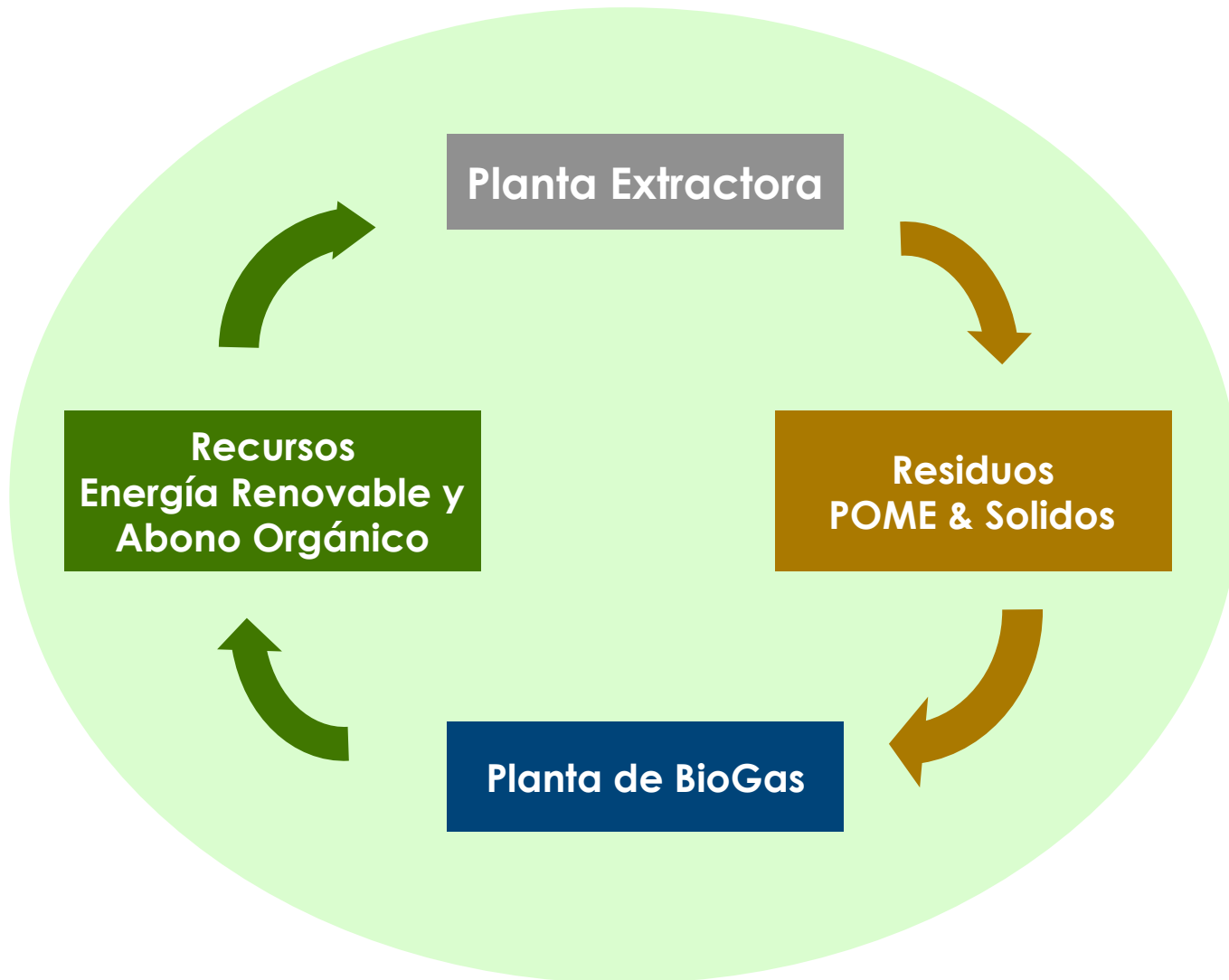
BioMetano  
Gas Natural Comprimido

Abono orgánico,  
estabilizado, seco





# Circulo Cerrado – Producción Sostenible





**Markus Althausen**

[ma@climecointernational.com](mailto:ma@climecointernational.com)

**Yuda Saydun**

[ys@climecointernational.com](mailto:ys@climecointernational.com)

[www.climecointernational.com](http://www.climecointernational.com)