

# INDUSTRIALIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y DERIVADOS

## Experiencia Brasileña (biogas y biometano)



Junio/2019

COMPANY REGISTERED FOR  
**ISO 9001**  
RENEWABLE ENERGY

COMPANY REGISTERED FOR  
**ISO 37001**  
ANTI-BRIBERY



**BENG** es una empresa de consultoría en ingeniería centrada en generación de energía a través de residuos sólidos y bonos de carbono (MDL).

Experiencia en Brasil, Chile, Costa Rica, México, Nicaragua, Guatemala y Paquistán.



- Estudio del potencial de generación de biogás
- Elaboración de los sistemas de coleta, transporte y quema del biogás;
- Evaluación del uso energético final del biogás y biometano
- Estudio de factibilidad técnico y económica
- Desarrollo del proyecto de MDL

**1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

**2. PANORAMA DEL BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU EN BRASIL**

**3. PROYECTOS DE BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU**

**4. DESAFÍOS**

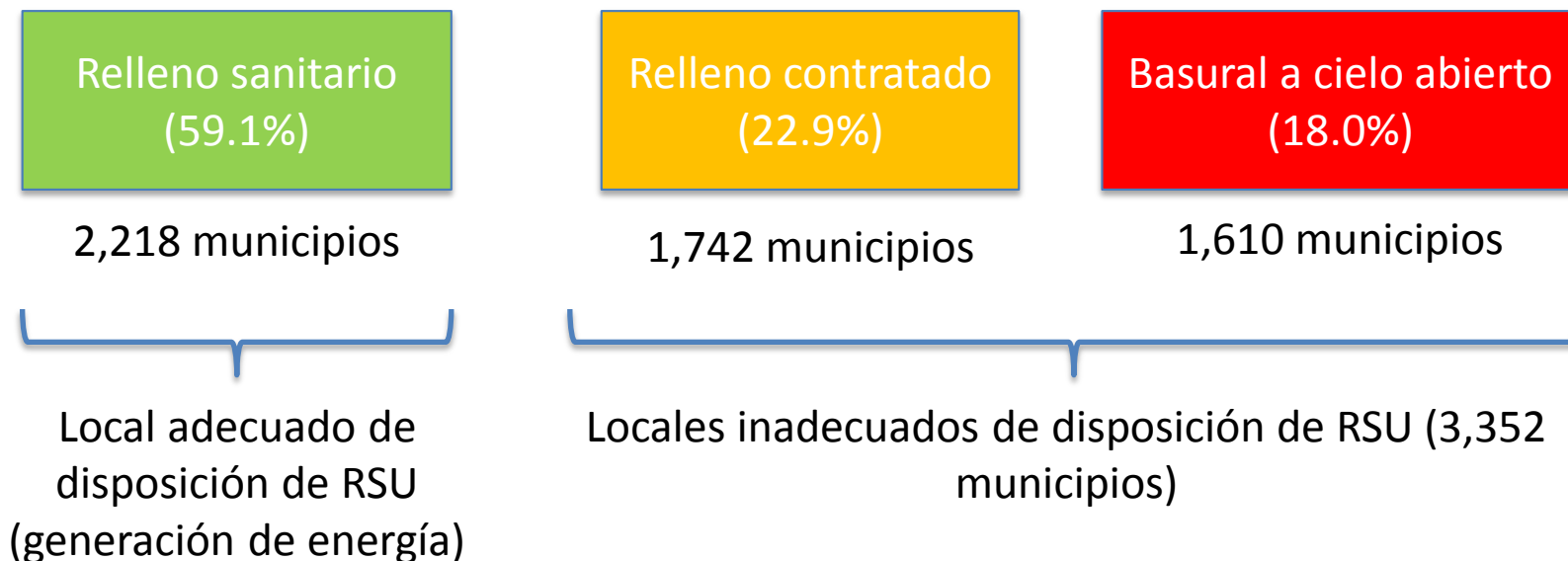
## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

## 2. PANORAMA DEL BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU EN BRASIL

## 3. PROYECTOS DE BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU

## 4. DESAFÍOS

- Generación de RSU en Brasil en 2017: 196,050 toneladas/año
- Relación de generación de RSU en Brasil: 1.035 kg/hab/día
- Responsable por la gestión de RSU es la municipalidad



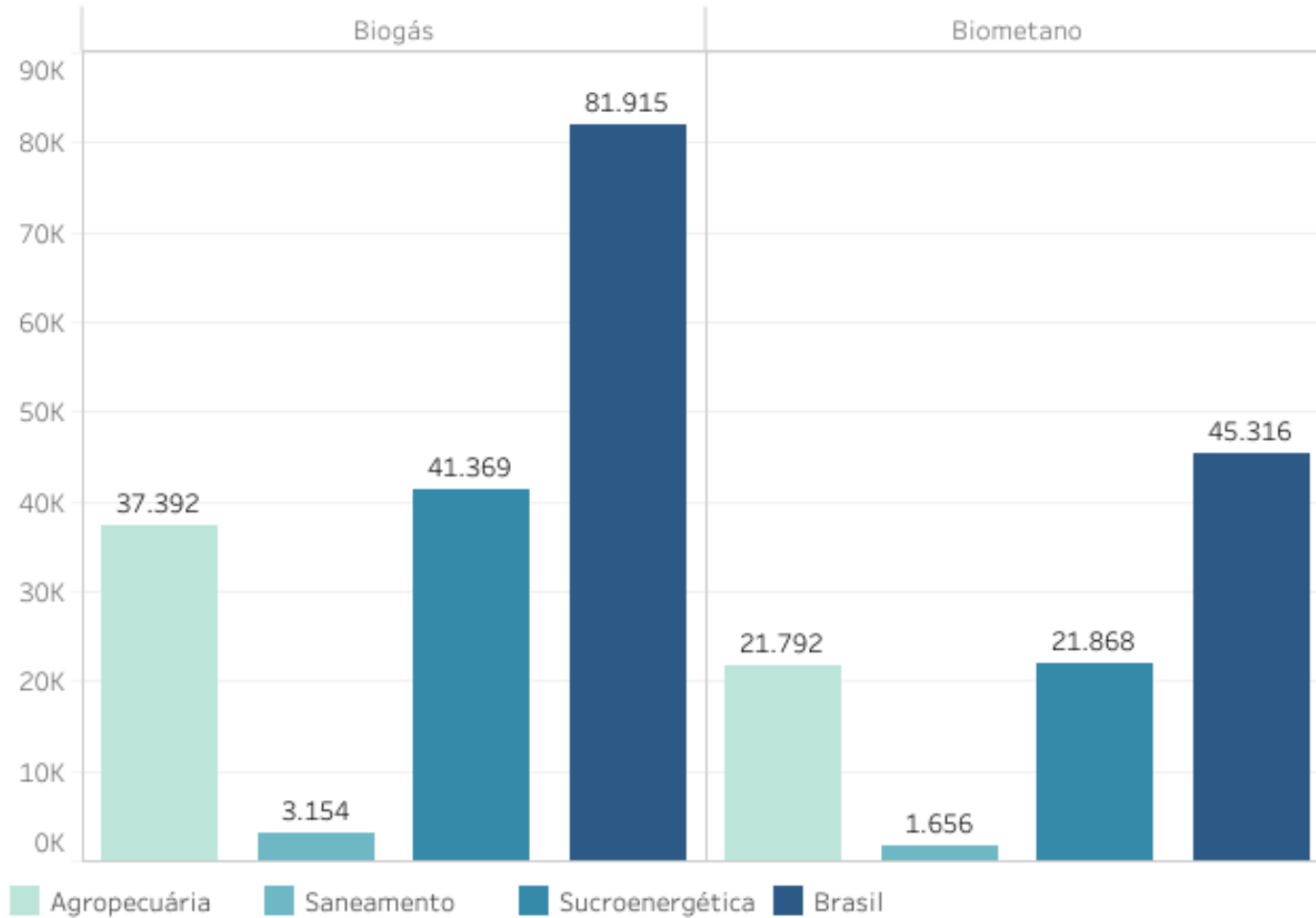
Fuente: ABRELPE, 2017

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

**2. PANORAMA DEL BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU EN BRASIL**

3. PROYECTOS DE BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU

4. DESAFÍOS



Fuente: ABIOGÁS, 2018

Relleno sanitario	Potencia instalada (MW)	Inicio de operación
Bandeirantes*	4.6	2003
São João Biogás	24.6	2008
Salvador	19.7	2010
Ambient	1.5	2011
Uberlândia	2.9	2011
Relleno Itajaí	1.1	2013
040 km	1.4	2013
CTR Juiz de Fora	4.3	2013
Guatapará	5.7	2014
Tecipar	4.3	2015
Biotérmica Recreio	8.6	2015
Curitiba Energia	8.6	2016
Termoverde Caieiras	29.5	2016
Asja Sabará	7.1	2017
Tremembé	4.3	2018
João Pessoa	3.2	2019
Nova Iguaçu	16.9	2019
<b>Total</b>	<b>148.3</b>	

\* Inicio de la operación: 20 MW

### Principales marcos regulatorios

2004 - Exoneración en 100% de tarifa (TUSD) para proyectos de RSU

2005 - Protocolo de Kioto (MDL)

2010 - Política Nacional de Residuos Sólidos

2012 - Generación distribuida – subsidios y incentivos (compensación) hasta 5 MW

2015 - Exoneración de impuesto estaduais – reducción de 18% (ICMS) hasta 1 MW por unidad generadora

2015 – Subasta de Banco Mundial para proyectos de MDL de RSU para venta de tCO2

2017 – Política Nacional de Biocombustibles (RenovaBio). Inicio a partir de 2020

**Aprovechamiento actual de solamente 14.8% (17 plantas)**



Relleno sanitario	Volume de biometano (m <sup>3</sup> /día)	Inicio de operación
Dois Arcos	15,000	2015
Caucaia	105,000	2017
<b>Total</b>	<b>120,000</b>	

Aprovechamiento actual de solamente 2.6%

### Principales marcos regulatorios

2014 – Acciones estatales de incentivo de inyección de una cantidad mínima de biometano en la red de gas natural

2017 – Regulación del biometano proveniente de rellenos sanitarios

País	Cantidad de plantas (unid.)	Capacidad instalada (MW)	Volumen de basura (1,000 t)	Flujo de biogas (m³/h)
África do Sul	4	4	4	1,600
Alemania	182	270	380	78,500
Austrália	18	76	101	43,657
Áustria	15	22	28	8,820
Canadá	15	106	120	72,000
China	4	4	4	2,160
Coréia do Sul	3	16	14	7,000
Dinamarca	23	22	20	5,913
España	14	36	51	20,700
Finlândia	14	12	20	6,500
França	26	30	35	12,400
Grécia	1	13	20	7,400
Holanda	47	62	100	26,575
Hong Kong	8	32	28	14,620
Inglaterra	151	320	400	180,000
Itália	135	362	240	115,150
Letônia	1	5	5	2,850
México	1	7	7	3,800
Noruega	30	28	13	5,790
Polônia	19	18	15	5,000
Portugal	1	2	2	900
República Checa	6	7	8	2,700
Suécia	61	55	35	12,950
Suíça	7	7	8	2.988
Taiwan	4	20	20	10.972
Turquia	1	4	8	2.200
USA	594	1.813	2.850	958.400
<b>Total</b>	<b>1.152</b>	<b>3.929</b>	<b>4.548</b>	<b>1.615.545</b>

Fuente: WILLUMSEN, 2010 (adaptado)

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

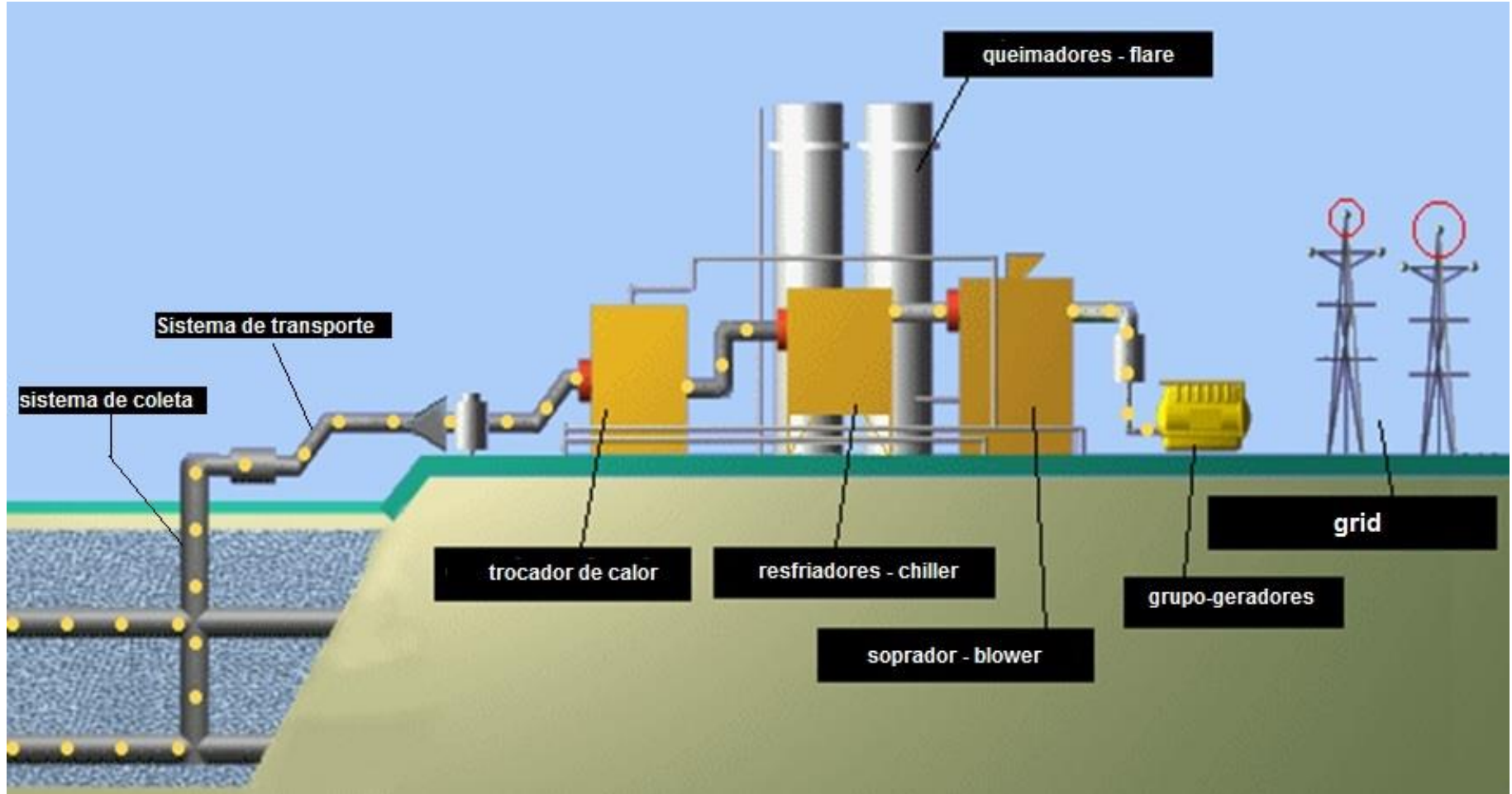
2. PANORAMA DEL BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU EN BRASIL

**3. PROYECTOS DE BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU**

4. DESAFÍOS

# BENG

Generación de energía del biogas de RSU



Fuente: EPA, 2010

## Relleno sanitario: Macaubas/ASJA

- Cantidad de basura: 3,000 toneladas/día
- Capacidad instalada: 7.1 MW
- Inversión: 7 millones de euros
- Reducción de emisión: 400,000 tCO<sub>2</sub>/año
- Energía equivalente: 25,000 familia/año



Fuente: Macaubas/ASJA, 2019

## Relleno sanitario: GNR DOIS ARCOS

- Inicio de operación: Feb/2015
- Flujo de biometano: 15,000 m<sup>3</sup>/día
- Clientes: estaciones de servicios de la región. Em negociación para venta de biometano para el concesionario de distribución de gas
- Inversión: 5.0 millones de euros
- Proceso de purificación: WATER SCRUBBER



## Relleno sanitario: Caucaia

- Inicio de operación: Dic/2017
- Flujo de biometano: 105,000 m<sup>3</sup>/día
- Clientes: concesionario de distribución de gas (CEGÁS)
- Inversión: 31.2 millones de euros
- Proceso de purificación:
  - H<sub>2</sub>S : químico o biológico
  - CO<sub>2</sub> e VOCs (compuestos orgánicos volátiles): Solvent Scrubber



# BENG

Generación de energía de biometano de RSU

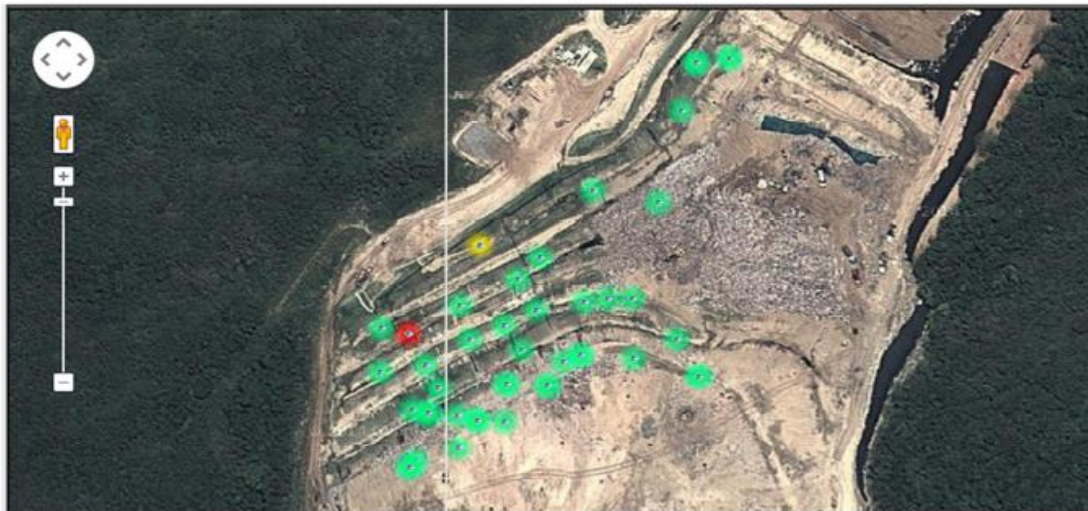
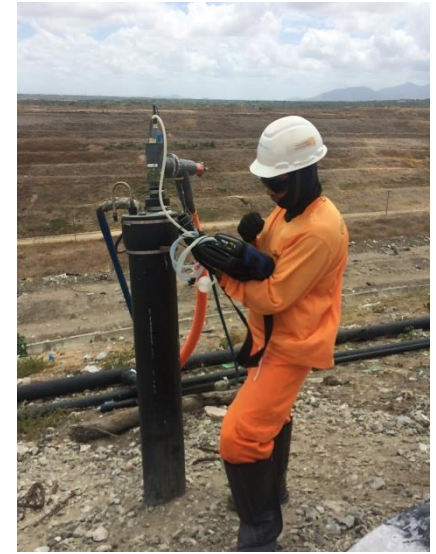


Figura 2 - Spot Map para O2 evidencia quais poços devem ser evitados para não causar contaminação de O2 no sistema.



Fuente: ECOMETANO, 2019



1. CONTEXTUALIZAÇÃO

2. PANORAMA DEL BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU EN BRASIL

3. PROYECTOS DE BIOGAS Y BIOMETANO DE RSU

**4. DESAFÍOS**

LandGEM

$$Q = \sum_0^n \frac{1}{\%_{vol}} k M L_0 e^{-k(t-t_{lag})}$$

UNFCCC

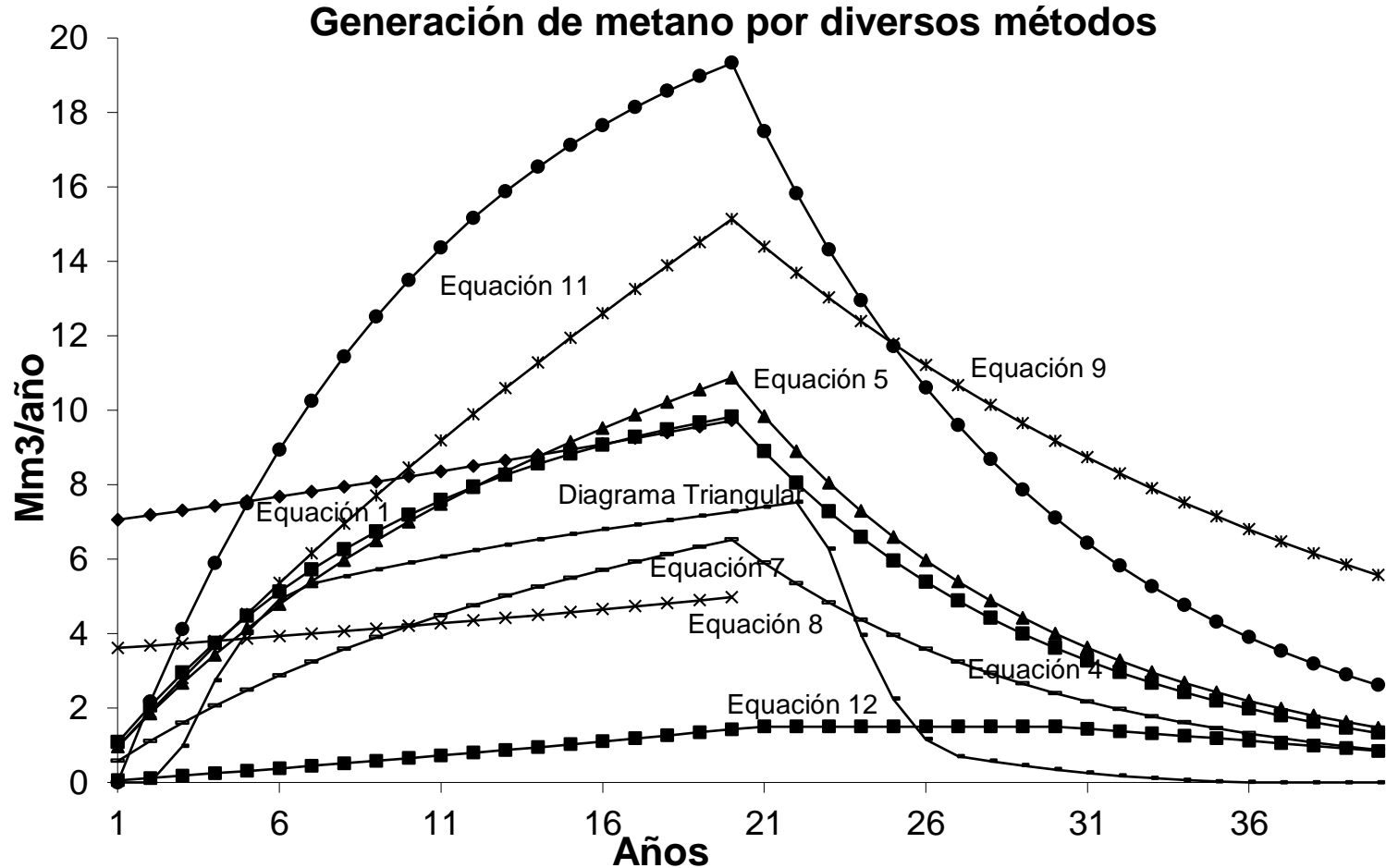
$$BE_{CH_4, SWDS, y} = \varphi \cdot (1-f) \cdot GWP_{CH_4} \cdot (1-OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j(y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

IPCC I

$$\sum Q_T = F \cdot k \cdot L_0 \cdot \sum R_x \cdot e^{-k \cdot (T-x)}$$

IPCC II

$$Q = (k \cdot A \cdot MSWt(x) \cdot MSWf(x) \cdot L_0(x) \cdot e^{-k \cdot t} - R(x)) \cdot (1-OX)$$



Tropicalización del método. No hay formula pronta

- Cualificación de los técnicos de los municipios
- Garantizar seguridad regulatoria (inversiones de largo plazo)
- Necesidad de recursos financieros
- Intercambios entre los sectores de saneamiento y energético para desarrollo de políticas comunes



**Beng**  
engenharia

Francisco Santo  
Director

[francisco.santo@beng.eng.br](mailto:francisco.santo@beng.eng.br)

Tel.: +55 (11) 2614-9383  
+55 (11) 9.8510-9927

COMPANY REGISTERED FOR  
**ISO 9001**  
RENEWABLE ENERGY

COMPANY REGISTERED FOR  
**ISO 37001**  
ANTI-BRIBERY