

**PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL**

**“ESTUDIO PARA LA EVALUACIÓN**

**SOCIOECONÓMICA Y AMBIENTAL DE TRES**

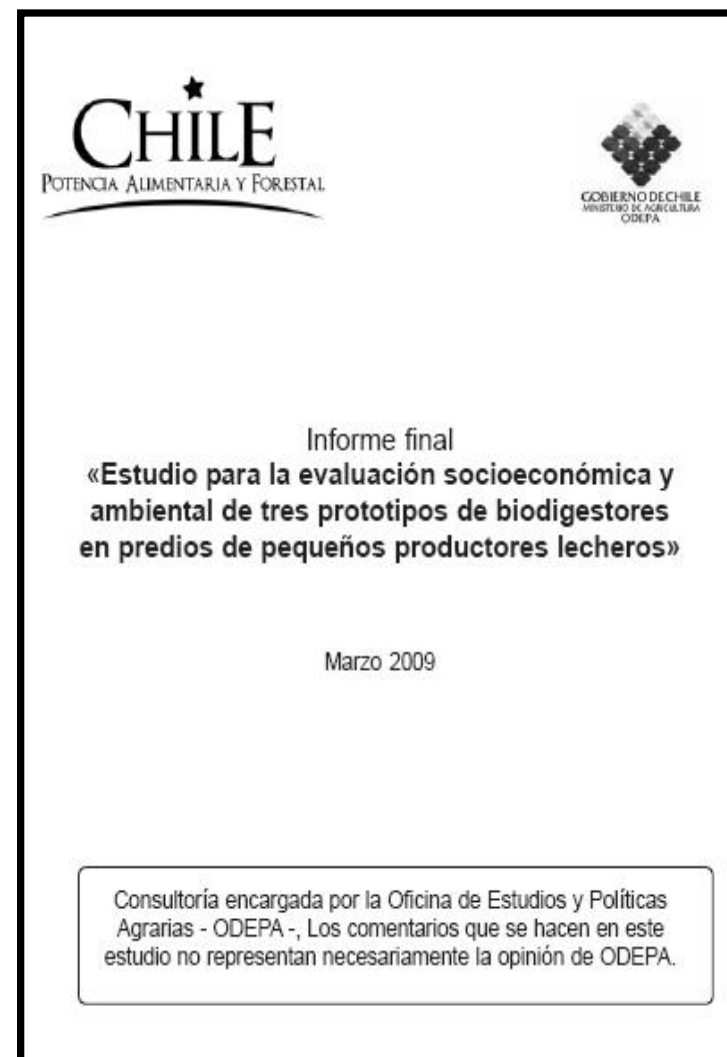
**PROTOTIPOS DE BIODIGESTORES EN PREDIOS**

**DE PEQUEÑOS PRODUCTORES LECHEROS”**

**Gerhard Schleenstein**

**Ingeniería Alemana S.A., Avenida Antonio Varas 2700,**  
**Ñuñoa, Santiago, Chile**

**gs@iasa.cl, ++56-2-2698158**



**PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA**  
OBJETIVOS DE LA ASESORIA  
UN POCO DE TEORIA  
TECNOLOGÍAS DISPONIBLES  
POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGAS  
DISEÑO CONCEPTUAL Y  
EVALUACIÓN ECONÓMICA



- FUNDADA: 1996
- STAFF: 20+ profesionales (Ingenieros Civiles, Ingenieros Ambientales, Biólogos, Abogados y Geógrafos)
- COOPERACIÓN CON RWTH AACHEN, ALEMANIA
  - Desde 1998: Intercambio permanente de investigadores, estudiantes de doctorado y diplomado
  - Desde 2007: Convenio de cooperación
- CERTIFICACIÓN ISO 9001: Desde 05/2007 contamos un Sistema de Gestión de Calidad certificado por AENOR.



## RESIDUOS SÓLIDOS

- Planes Maestros y de Gestión
- Rellenos Sanitarios y Estaciones de Transferencia
- Plantas de Tratamiento, Compostaje y Reciclaje
- Centros de Manejo de Residuos Industriales
- Planes de Cierre
- Optimización de Recolección

## AGUAS SERVIDAS Y RILES

- Plantas de Tratamiento de Residuos Industriales
- Tratamiento de Aguas Servidas
- Emisarios Submarinos
- Monitoreo de Aguas y Efluentes
- Auditoría de Procesos Industriales

## SANEAMIENTO AMBIENTAL Y GEOLOGÍA

- Saneamiento de Sitios Contaminados
- Geología e Hidrogeología
- Estratigrafía y Mecánica de Suelos
- Estudios de Napas y Acuíferos

## ASESORÍA E INGENIERÍA

- Factibilidad Técnico-Económica
- Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental
- Modelamiento de emisiones y descargas
- Acuerdos de Producción Limpia (APL)
- Auditorías Ambientales y de Procesos Industriales
- Permisos y Asesoría Legal
- Ingeniería conceptual, básica y de detalle
- Inspección Técnica de Obras (ITO)

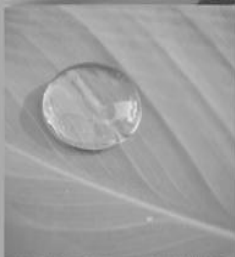
- **Área Manejo de Residuos Sólidos:**  
100+ proyectos (Planes Maestros, Búsqueda de Sitios, Asesoría, Estudios para la Elaboración de Normativas Técnicas Nacionales)
- **Área Aguas Residuales:**  
50+ proyectos (Auditorías, Monitoreo, Asesorías, Diseño de Ingeniería)
- **Área Descontaminación Industrial:**  
10+ proyectos (incluyendo ejecución de saneamientos)
- **Área de Ingeniería Civil:**  
60+ proyectos (rellenos sanitarios, cierre de vertederos, plantas de tratamiento de aguas servidas y RILES, entre otros)
- **Área Auditorías Ambientales:**  
30+ proyectos (asesorías ambientales a industrias y minería, destacando 4 Auditorías Ambientales Independientes)
- **Área SEIA:**  
30+ Estudios de Impacto Ambiental y  
40+ Declaraciones de Impacto Ambiental



## Soluciones Ambientales para Aguas Servidas y RILES



- Diagnóstico y optimización de procesos
- Diseño de plantas de tratamiento
- Factibilidad técnico-económica
- Ingeniería de detalle



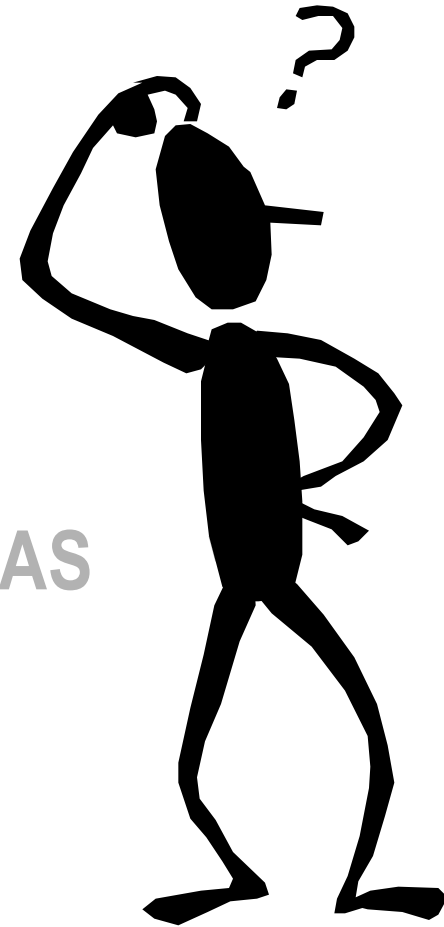
- Diseño de emisarios submarinos
- Vulnerabilidad de acuíferos, D.S. 46
- Riego y disposición en suelos
- Manejo de lodos



- Estudios de impacto ambiental
- Convenios con empresas sanitarias
- Permisos y asesoría legal
- Regularización SISS y D.S. 90

- **Gestión y Manejo sustentable de Aguas Lluvia en Megaciudades de Países en Desarrollo en el Ejemplo de Santiago de Chile - FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE ALEMANIA.** 2008 a la fecha.
- **Auditoría de la Evaluación de Cumplimiento de las Normas de Emisión D.S. SEGPRES N°90/00 y D.S. SEGPRES N° 46/02 y Normalización de las Resoluciones de Monitoreo Asociadas a dichas Normas – SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS.** 2008.
- **Propuesta Metodológica para el Establecimiento de Indicadores de Calidad de Servicio basado en Paneles de Olores – SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS.** 2007.
- **Estudio de Alternativas de Tratamiento de RILES para la Agroindustria Vitivinícola – CORFO RM.** 2006.
- **Catastro y Plan Regional de Gestión de Residuos Industriales – SECRETARIA EJECUTIVA DE PRODUCCION LIMPIA DEL GOBIERNO REGIONAL DE LOS LAGOS (X. Región).** Los resultados se subieron al RETC. 2005-2006.
- **Diagnóstico de la industria pesquera de la XII Región - CORFO, XII REGION.** 2004.
- **Auditoría Ambiental Independiente de la Planta de Aguas Servidas de Talagante – AGUAS ANDINA / CONAMA RM (para Proambiente S.A.)** 2004 a la fecha.
- **Elaboración de un Manual de Emergencias Ambientales - SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG).** 2003.
- **Caracterización, Reutilización, Tratamiento y Disposición Final de Lodos provenientes de Plantas de Tratamiento, para la Elaboración de una Norma Técnica Nacional de Manejo. - CONAMA NACIONAL (junto a Knight-Piésold S.A.).** 1998.

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA  
**OBJETIVOS DE LA ASESORIA**  
UN POCO DE TEORIA  
TECNOLOGIAS DISPONIBLES  
POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGAS  
DISEÑO CONCEPTUAL Y  
EVALUACIÓN ECONÓMICA



“El objetivo general del estudio es determinar la viabilidad técnica, económica, social y ambiental de biodigestores para predios de **pequeños productores lecheros** con paquetes tecnológicos incorporados en prototipos teóricos para tres escalas de productores, a partir de una muestra representativa, a fin de contar con información técnica que permita implementar un **Programa Piloto de Biodigestores.**”

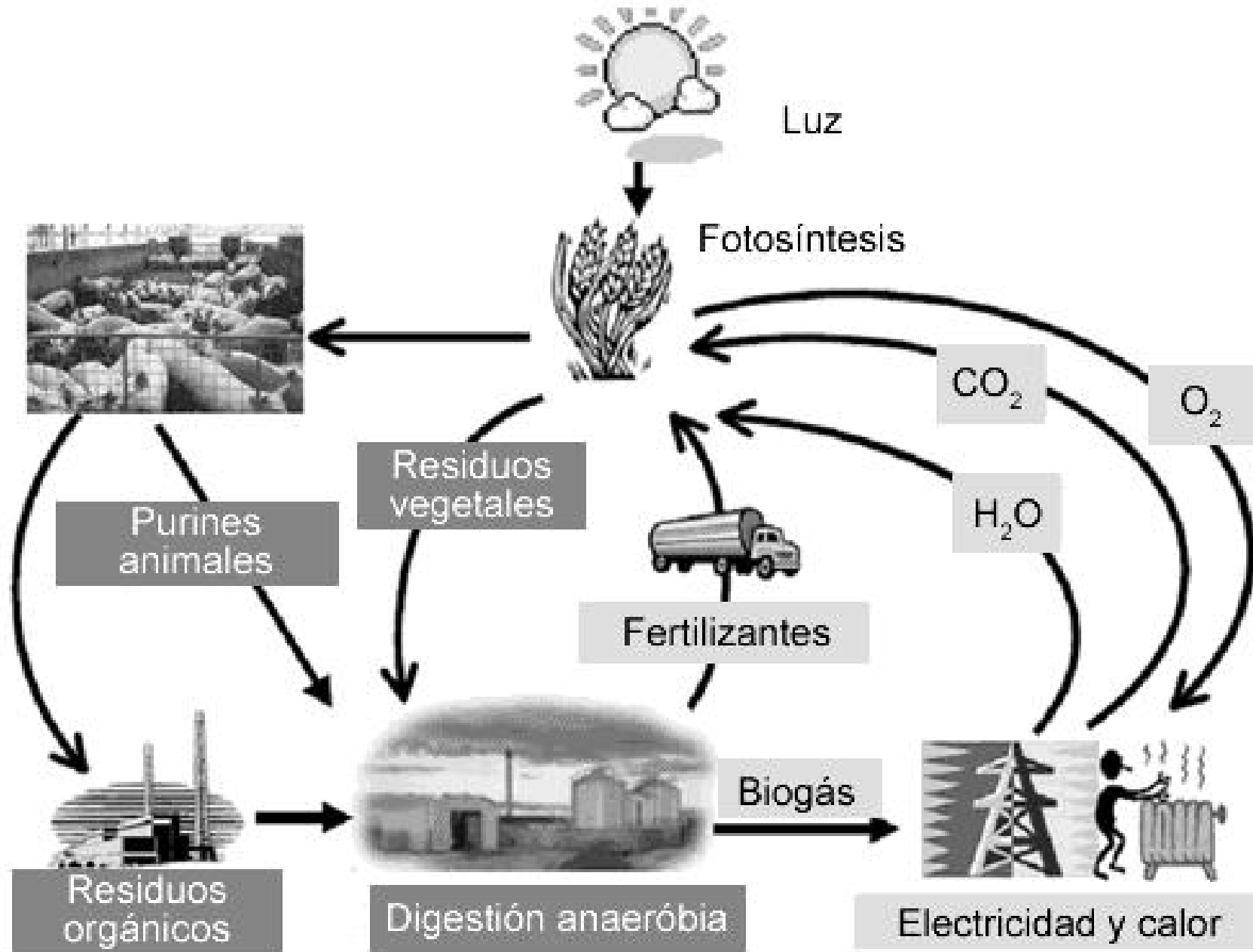
- Identificar y caracterizar la actual cantidad y disposición de los residuos orgánicos presentes en los predios.
- Identificar las tecnologías factibles a nivel de pequeña escala consistentes con la realidad de los agricultores de interés.
- Diseñar los prototipos teóricos de biodigestores para las tres escalas productivas más representativas del universo de pequeños productores determinado por una base de datos facilitada por INDAP. Estos deben contemplar los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales.
- Estimar la potencialidad de producción de biogás y sus alternativas de uso (calor, vapor, electricidad), según la tecnología a aplicar.
- Establecer niveles de ahorro energético posibles y las fuentes sustituibles.



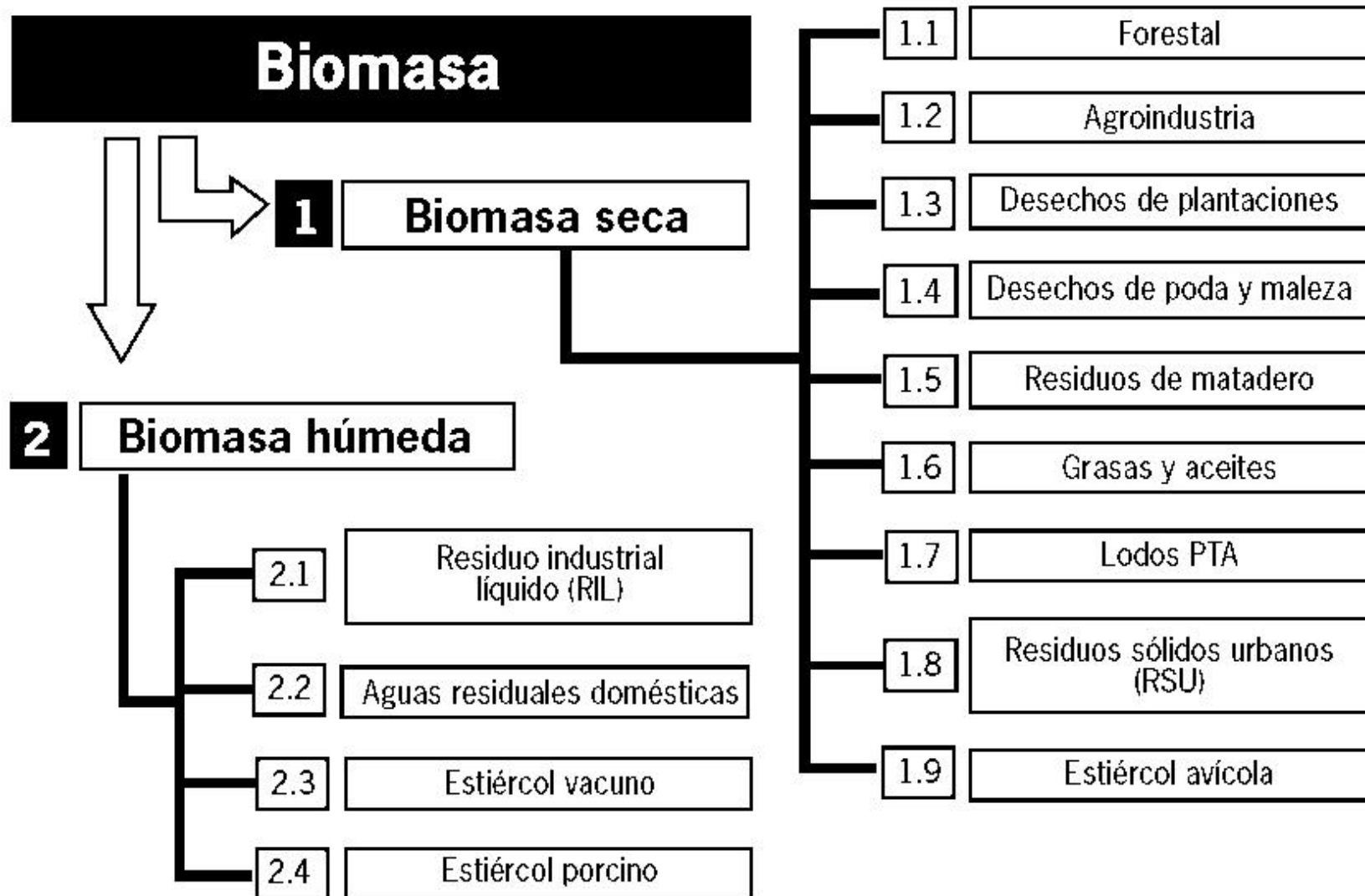
- Identificar en la cadena productiva en qué etapa aplicar Buenas Prácticas Ganaderas y Agrícolas, flujo de RILes, la disposición y aprovechamiento de la materia orgánica procesada en el biodigestor y utilización de subproductos.
- Estimar el impacto socioeconómico que tendría la operación de un biodigestor considerando los efectos sobre los niveles de producción de leche, producción agrícola por la utilización de abono orgánico generado, empleo rural y la eliminación de vectores y enfermedades.
- Identificar y valorar las posibles externalidades asociados a implementar un biodigestor (reducción contaminación de suelos y napas freáticas, y otras).
- Identificar los factores críticos para la viabilidad de un programa piloto de biodigestores.

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA  
OBJETIVOS DE LA ASESORIA  
**UN POCO DE TEORIA**  
TECNOLOGIAS DISPONIBLES  
POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGAS  
DISEÑO CONCEPTUAL Y  
EVALUACIÓN ECONÓMICA



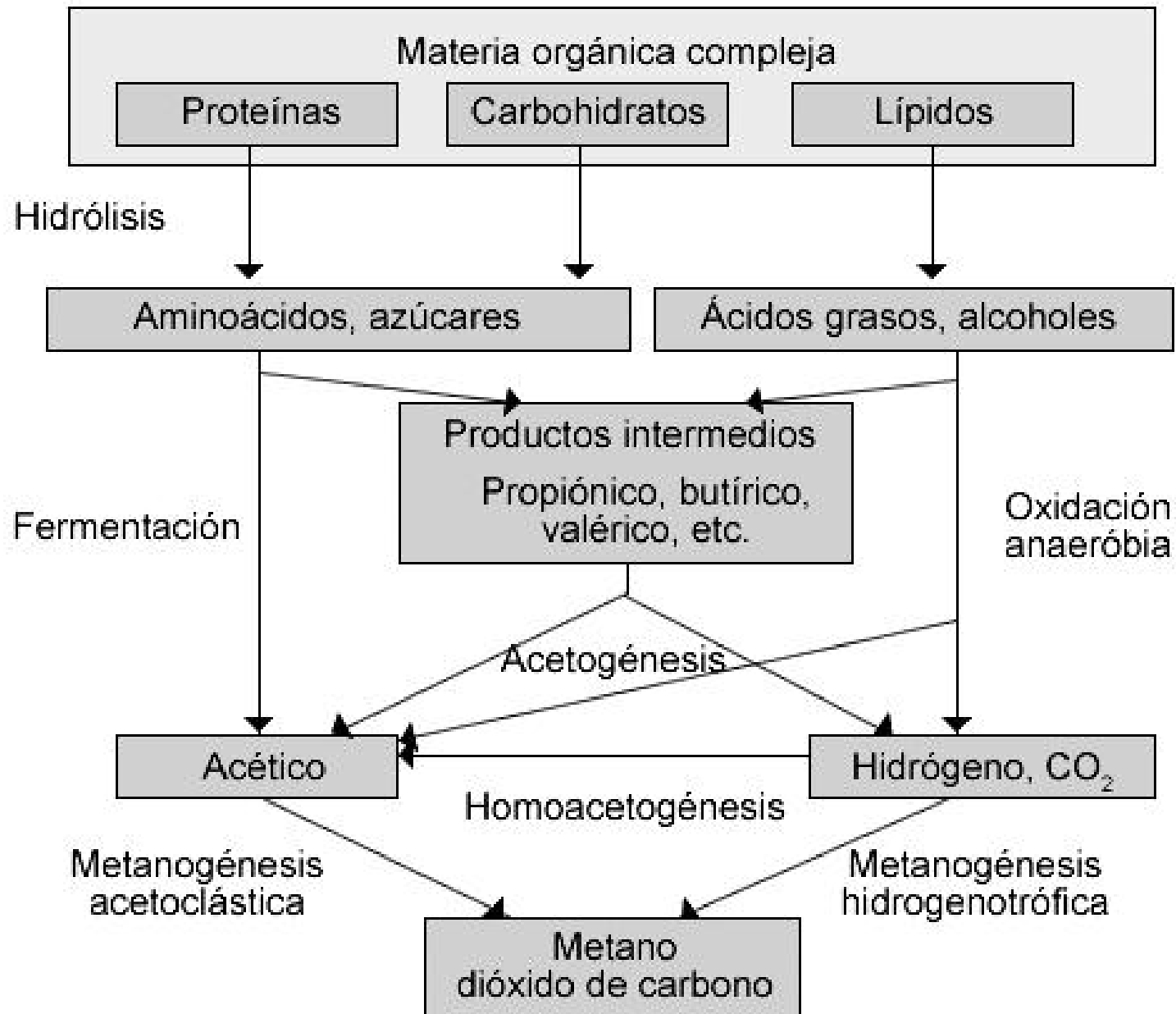


Fuente: Belén Fernández García. GIRO Centro Tecnológico. España.

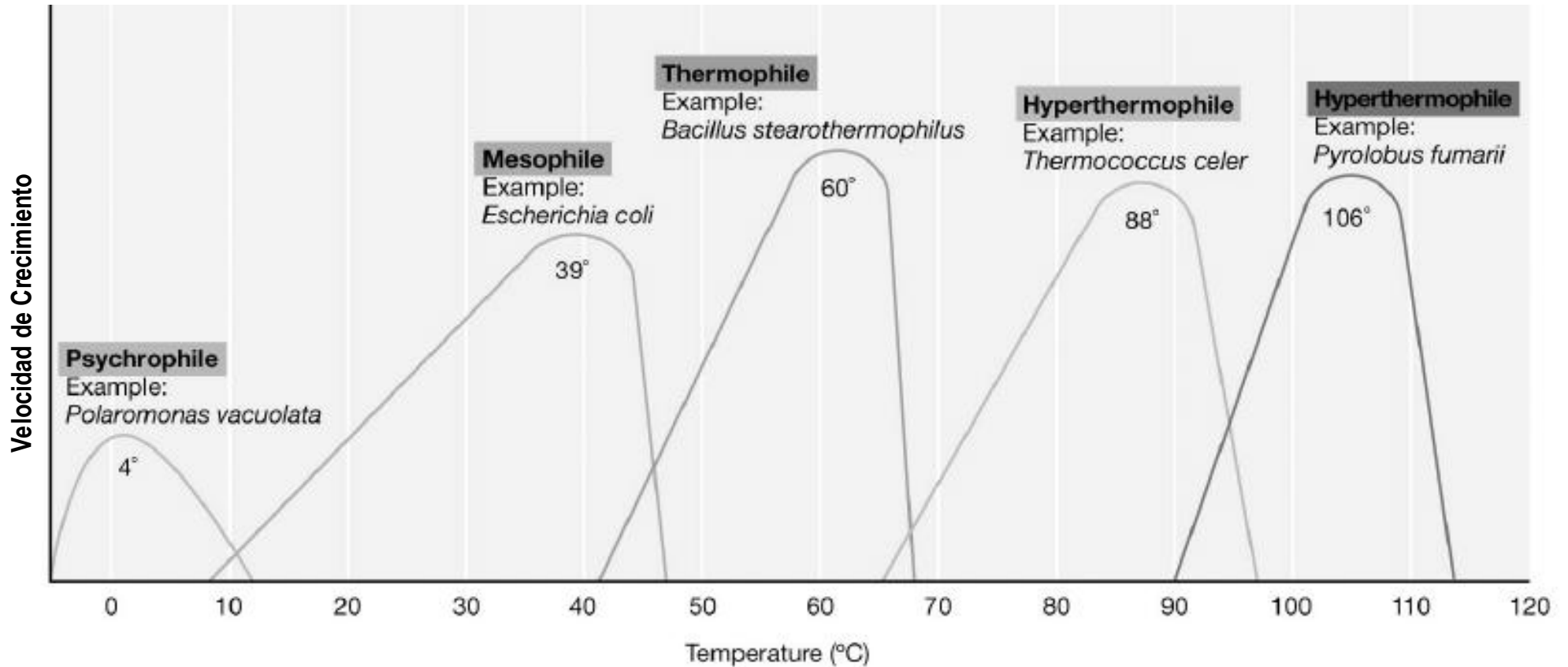


Fuente: CNE/GTZ, 2007

# ¿COMO FUNCIONA LA DIGESTIÓN ANAERÓBIA?

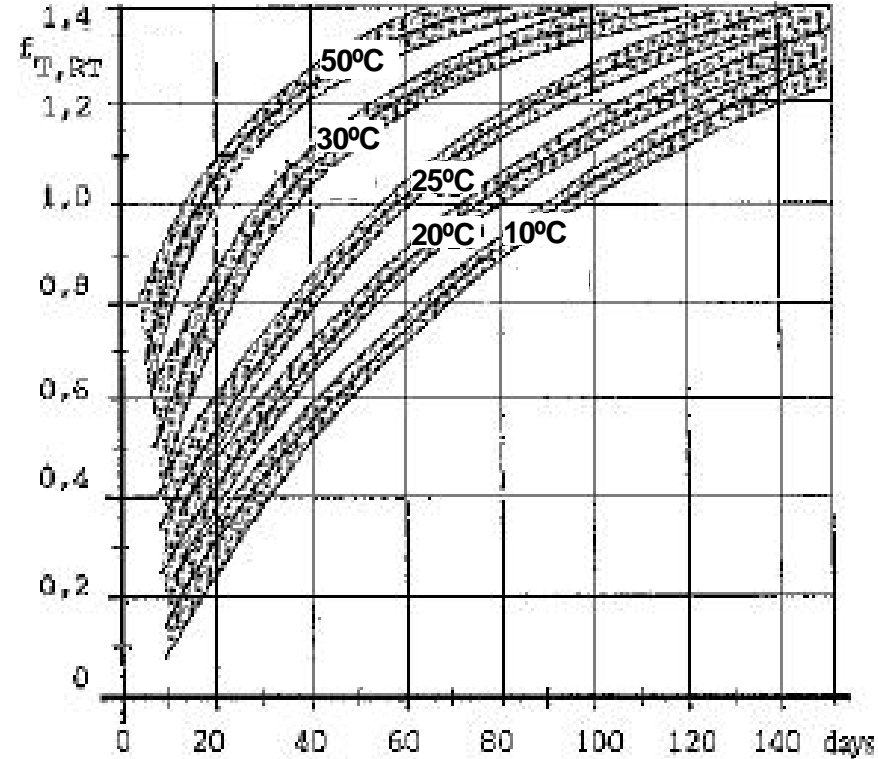
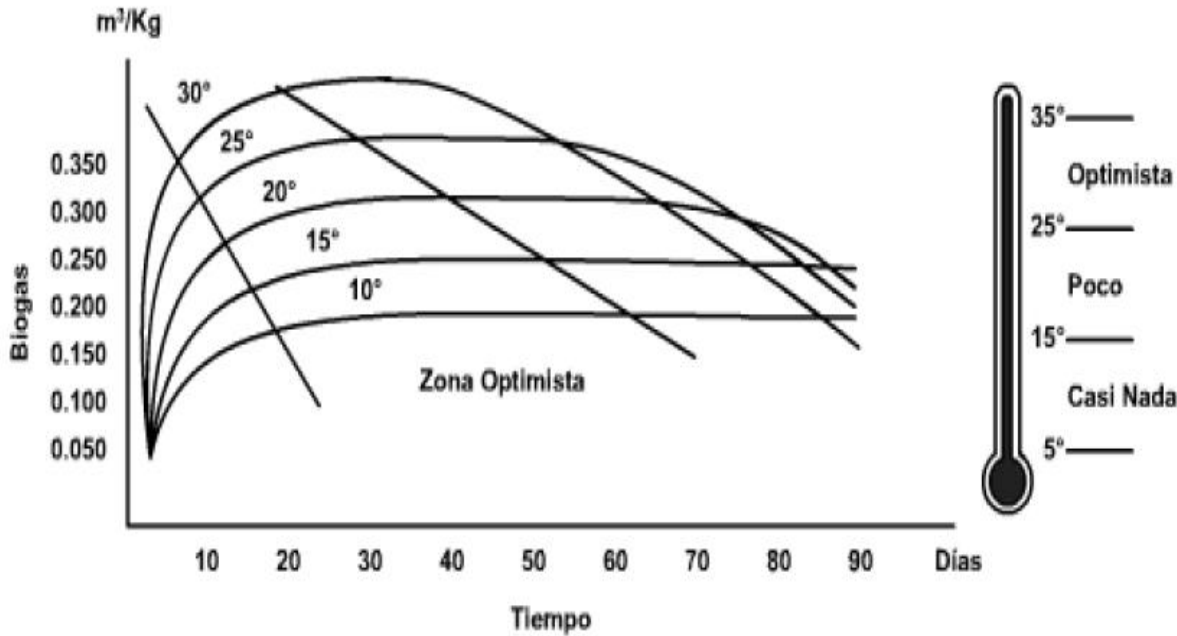


... de / uostathis, 1991.



Fuente: N.N.

### Producción de Biogas en función de la Temperatura



Fuente: María Teresa Varnero Moreno, U. de Chile

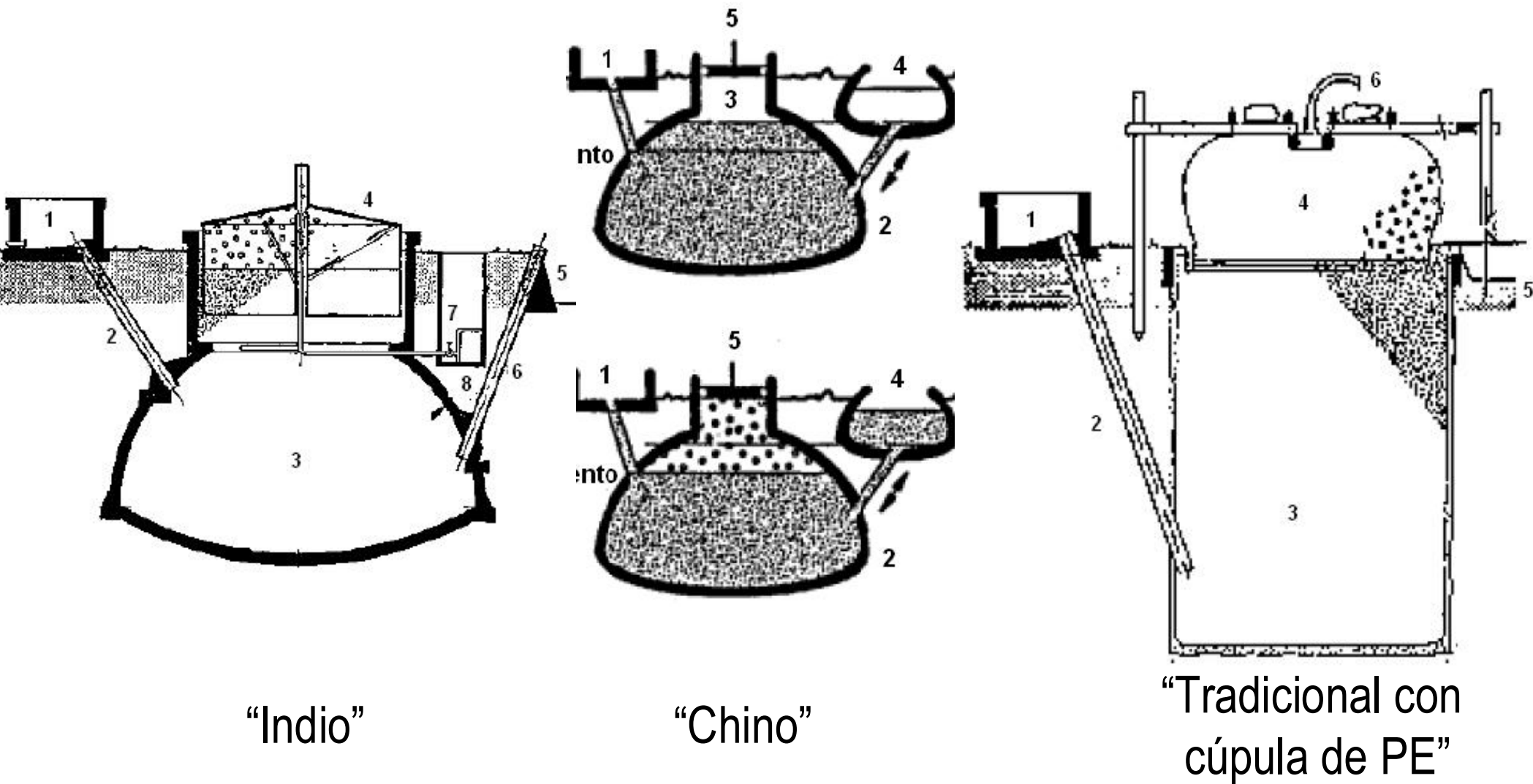
Fuente: Werner, U.; Stöhr, U.; Hees, N., 1989

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA  
OBJETIVOS DE LA ASESORIA  
UN POCO DE TEORIA  
**TECNOLOGIAS DISPONIBLES**  
POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGAS  
DISEÑO CONCEPTUAL Y  
EVALUACIÓN ECONÓMICA





- Biodigestor de domo fijo (tipo “chino”)
- Biodigestor de domo flotante (tipo “indio”)
- Biodigestor de estructura flexible
- Digestor flotante
- Digestor con tanque de almacenamiento tradicional y cúpula de PE
- Digestor de alta velocidad o flujo inducido
- Instalaciones industriales





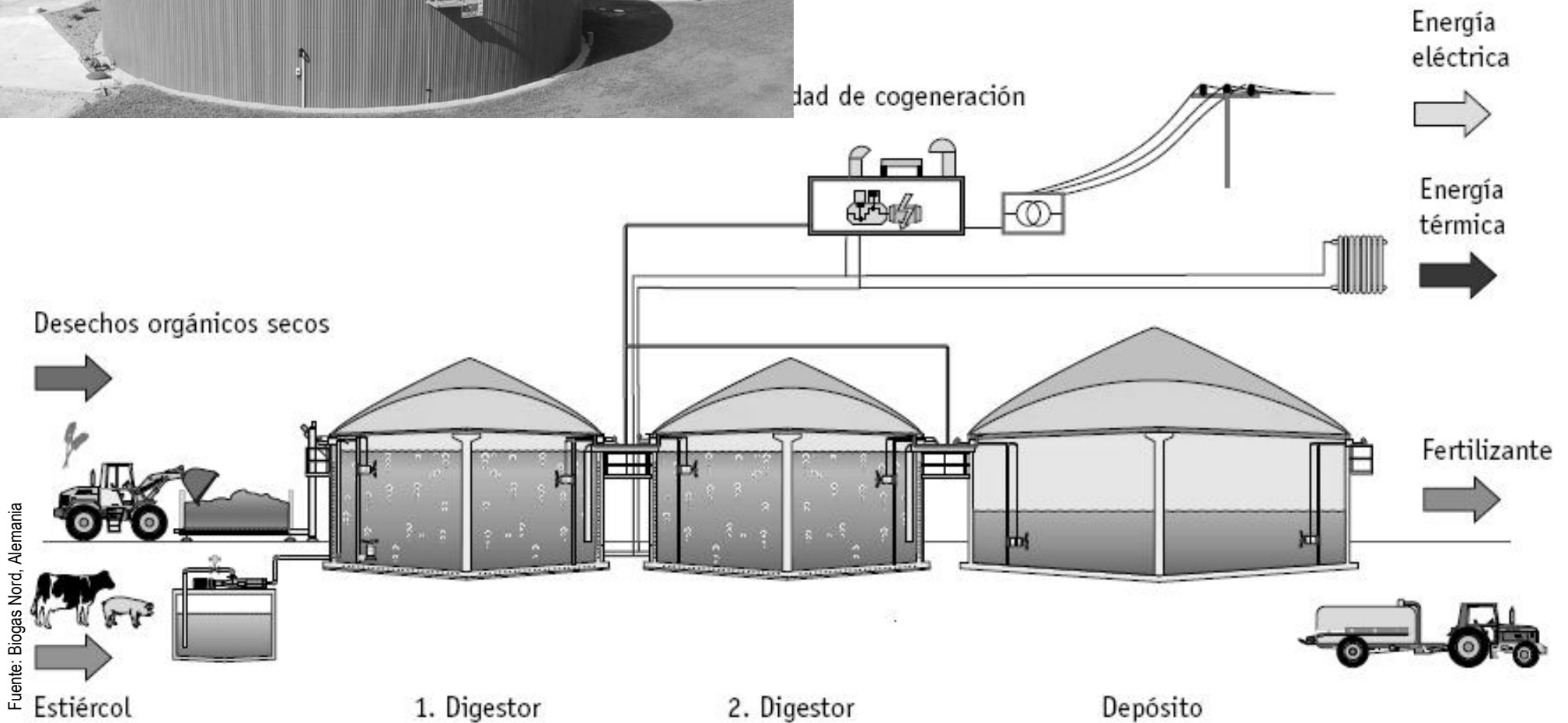
“Estructura Flexible”



“Flotante”



## Instalación Industrial



# IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGIAS DISPONIBLES

	<b>DIGESTOR TIPO:</b>						
	<b>Chino</b>	<b>Indio</b>	<b>Estructura flexible</b>	<b>Flotante</b>	<b>Tradicional con cúpula de PE</b>	<b>Alta velocidad</b>	<b>Instalaciones industriales</b>
<b>Costo Inversión</b>	Bajo	Mayor que digestor tipo Chino (por cúpula flotante)	Bajo	Bajo	Bajo. (30% menor que el "Chino")	Bajo a medio. Según tipo de planta y equipo de agitación.	Alto
<b>Vida útil (años)</b>	= 20	= 15 (5 en zonas costeras tropicales)	2 - 5	2 - 5	2 - 5	Digestor = 20 Agitador ~ 10	= 20 (excepto equipos auxiliares)
<b>Presión biogás</b>	Variable	Constante	Variable (muy baja)	Variable (muy baja)	Sistema de baja presión (100 mm columna de agua)	Según tipo de cúpula	Según planta
<b>Fugas biogás</b>	Común	No, en caso de realizar mantención a la cúpula flotante	No es común	No es común	No es común	Según tipo de cúpula	No es común
<b>Restricción a sustratos</b>	Sin restricción	Sustratos fibrosos suele atascar cúpula flotante (se evita con chaqueta de agua)	Sin restricción	Sin restricción	Sin restricción	Según tipo de cúpula	Sin restricción
<b>Tamaños típicos</b>	> 5 m <sup>3</sup> (Típico en China: 6 - 10)	Típico: 5 - 15 m <sup>3</sup>	4 - 100 m <sup>3</sup> (se recomiendan pequeños reactores)	4 - 100 m <sup>3</sup> (se recomiendan pequeños reactores)	4 - 500 m <sup>3</sup>	5 - 15 m <sup>3</sup>	> 100 m <sup>3</sup>

# IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGIAS DISPONIBLES

	<b>DIGESTOR TIPO:</b>						
	<b>Chino</b>	<b>Indio</b>	<b>Estructura flexible</b>	<b>Flotante</b>	<b>Tradicional con cúpula de PE</b>	<b>Alta velocidad</b>	<b>Instalaciones industriales</b>
<b>Material de construcción</b>	Cemento; Ferro-cemento; Ladrillos	<u>Digestor:</u> Cemento; Ferro-cemento; Ladrillos <u>Cúpula:</u> acero anticorrosivo	Caucho; RMP (barro rojo de PVC); Poliuretano	Caucho; RMP (barro rojo de PVC); Poliuretano	<u>Digestor:</u> Cemento; Ferro-cemento; Ladrillos <u>Cúpula:</u> PE	Cemento; Ferro-cemento; Ladrillos	<u>Digestor:</u> Hormigón armado o acero inoxidable. <u>Cúpula:</u> generalmente PE, PVC
<b>Mantenición</b>	Baja. No hay partes móviles ni oxidables	Altos requerimientos de mantención de la cúpula (remoción de óxido y pintado regular)	Baja	Baja	Baja	Según tipo de planta. Baja a media	Alta (equipos auxiliares)
<b>Requerimiento de espacio</b>	Bajo	Bajo	Alto	Requiere cuerpo de agua	Bajo	Bajo	Según planta
<b>Ubicación del digestor</b>	Completamente bajo tierra	Digestor bajo tierra (cúpula móvil sobre tierra)	Parcialmente bajo tierra	Parcialmente sumergido en agua	Digestor bajo tierra (cúpula de PE sobre tierra)	Según digestor, totalmente bajo tierra, o cúpula sobre tierra	Según planta
<b>Empleos locales</b>	Si	Si	No	No	Si	Si	Si

# Tecnologías Disponibles para el aprovechamiento del biogás

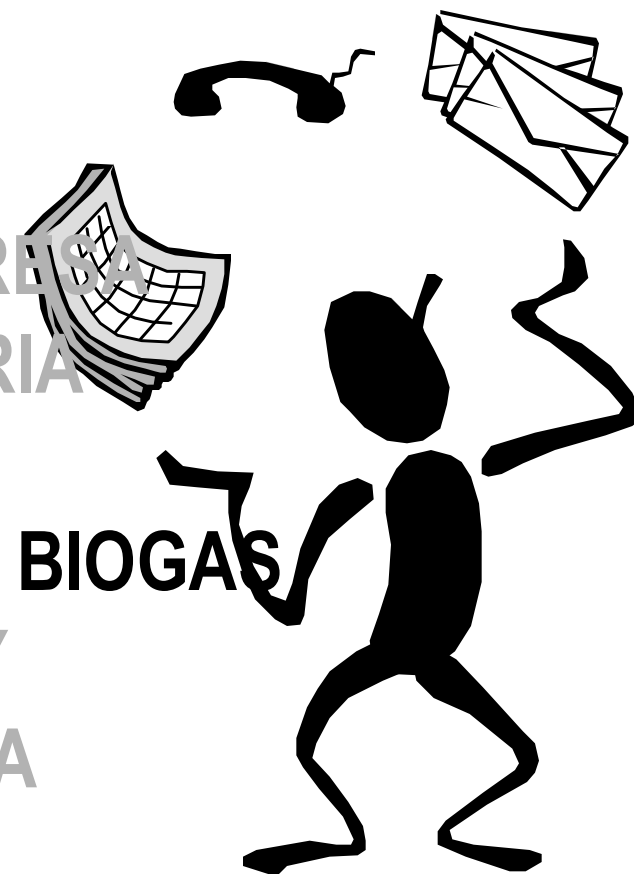
- Cocinillas
- Lámparas
- Calefactores y calentadores
- Refrigeradores
- Motores
- Equipos combinados (CHP)



	<b>Cocinilla</b>	<b>Lámpara</b>	<b>Calefactores</b>	<b>Refrigeradores</b>	<b>Motores</b>	<b>Sistema de Cogeneración</b>
<b>Costo inversión</b>	Bajo	Bajo	Bajo a medio	Bajo a medio	Alto	Muy Alto
<b>Vida útil (años)</b>	Alta	Alta	Baja	Media	Según tipo de motor, entre 3.000 - 10.000 horas	Aprox. 10 años
<b>Tamaño planta recomendado</b>	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño a mediano (según volumen a refrigerar)	Mediano a grande. Generación mínima de biogás: 10 m <sup>3</sup> /d	Grande. Generación mínima de biogás: 100 m <sup>3</sup> /d
<b>Eficiencia</b>	50 - 60 %	30 - 50 %	95 - 99 % (Infrarrojo)	20 - 30 %	25 - 30 % (según motor)	80 - 90%
<b>Consumo de biogás</b>	300 - 600 L/h	120 - 150 L/h	150 L/h por kW de potencia	80 L/h por cada 100 litros de volumen a refrigerar	0,5 m <sup>3</sup> /kWh	0,5 m <sup>3</sup> /kWh
<b>Mantención</b>	Baja	Baja	Alta (H <sub>2</sub> S)	Baja	Alta	Alta
<b>Complejidad de la tecnología</b>	Baja, tanto en la implementación como en el uso	Baja, tanto en la implementación como en el uso	Instalación compleja	Baja, tanto en la implementación como en el uso	Complejo	Complejo
<b>Grado implementación</b>	Ampliamente implementado en Asia, África y América Latina				Ampliamente implementado en países europeos (Alemania, Suecia, Austria, entre otros)	



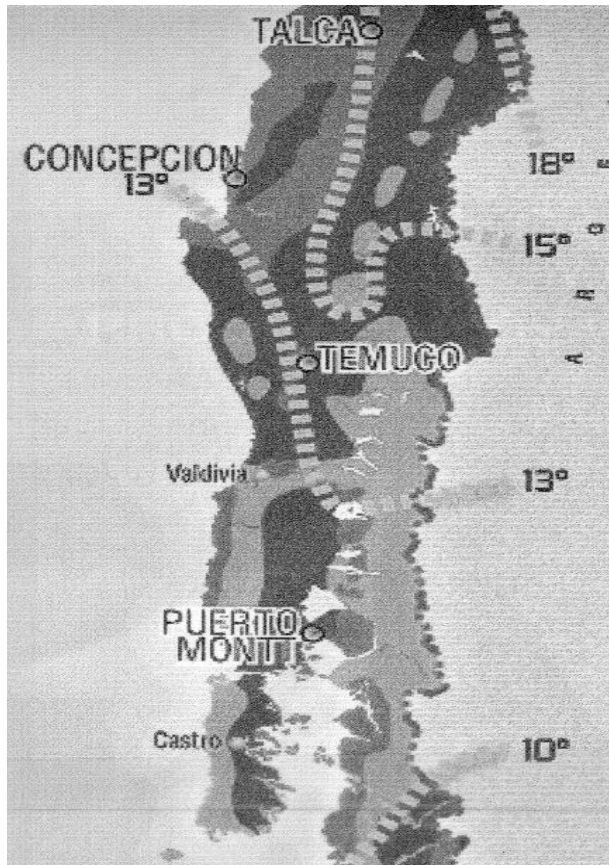
PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA  
OBJETIVOS DE LA ASESORIA  
UN POCO DE TEORIA  
**POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGAS**  
DISEÑO CONCEPTUAL Y  
EVALUACIÓN ECONÓMICA



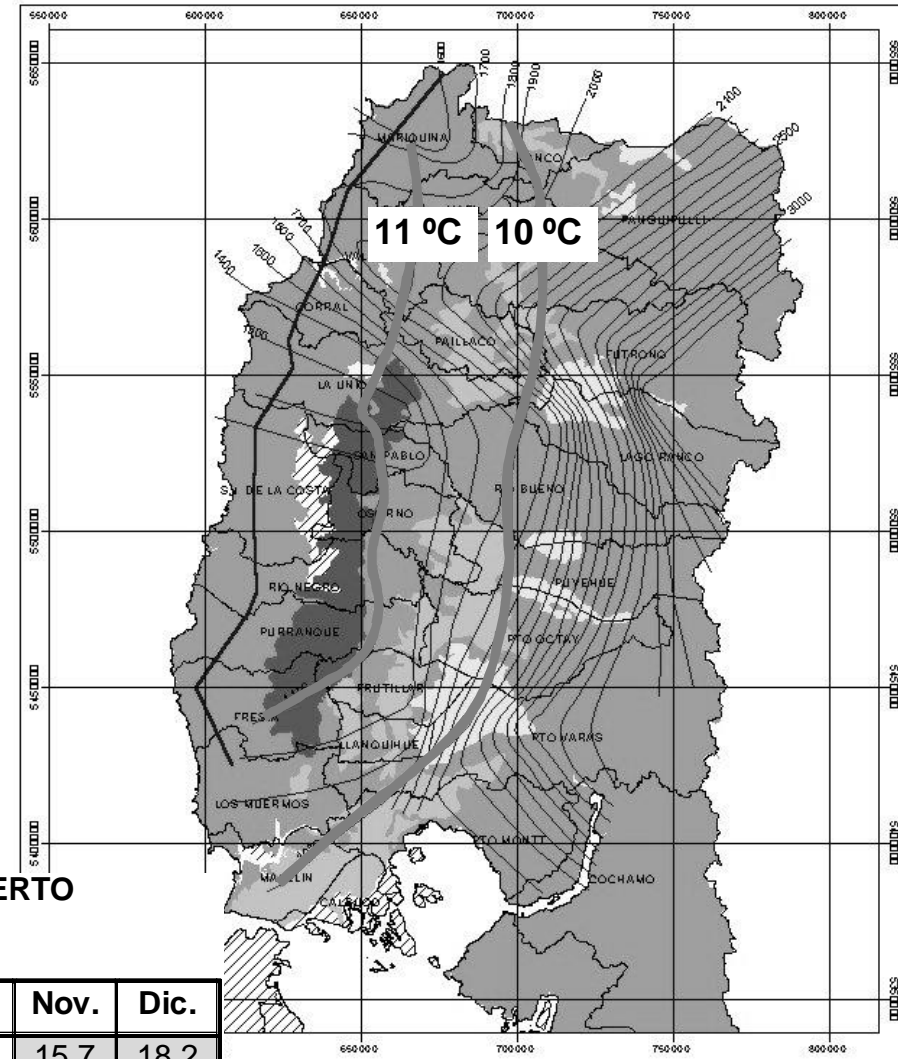
Provincia	Total Lecherías AFC	Número de Lecherías AFC (Vacas Lecheras)			Vacas Lecheras (Cabezas)	Promedio Vacas/ Lechería AFC
		<10	11 a 20	21 a 49		
<b>Total</b>	<b>7.460</b>	<b>5.490</b>	<b>1.707</b>	<b>263</b>	<b>67.430</b>	<b>9,0</b>
<b>Región del Bio Bio</b>	<b>1.263</b>	<b>923</b>	<b>297</b>	<b>43</b>	<b>10.657</b>	<b>8,4</b>
Ñuble	220	178	31	11	1.487	6,8
Bío-Bío	744	499	215	30	6.935	9,3
Arauco	299	246	51	2	2.235	7,5
<b>Región de La Araucanía</b>	<b>1.344</b>	<b>1.131</b>	<b>177</b>	<b>36</b>	<b>8.538</b>	<b>6,4</b>
Malleco	283	253	24	6	1.593	5,6
Cautín	1.061	878	153	30	6.945	6,5
<b>Región de Los Ríos</b>	<b>1.874</b>	<b>1374</b>	<b>432</b>	<b>68</b>	<b>16.137</b>	<b>8,6</b>
<b>Región de Los Lagos</b>	<b>2.979</b>	<b>2.062</b>	<b>801</b>	<b>116</b>	<b>32.098</b>	<b>10,8</b>
Osorno	791	541	211	39	11.637	14,7
Llanquihue	1.511	1051	403	57	14.113	9,3
Chiloé	677	470	187	20	6.348	9,4

Fuente: Elaboración Propia en base a INE-INDAP (2008): Agricultura Familiar Campesina: Lecherías, Estudio Zona Sur, 2006-2007

# CONDICIONES CLIMÁTICAS



TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES PARA CHILLÁN, TEMUCO Y PUERTO MONTT



Estación	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Chillán	19,7	19,1	17,1	13,5	10,6	8,7	8,0	9,1	10,9	12,8	15,7	18,2
Temuco	16,9	15,6	14,3	12,1	10,1	8,1	7,7	8,0	9,5	11,0	14,0	15,5
Puerto Montt	14,3	13,4	12,0	10,1	8,9	6,7	6,5	6,5	7,7	9,3	11,5	13,2

Fuentes: (1) Temuco: DGA, 1997; (2) Chillán: Estación Chillán - Universidad de Concepción: Valores promedio 30 años (1965 – 1994); (3) Puerto Montt: Estadística Meteorológica Centro Meteorológico Regional Estación El Tepual

## Antecedentes:

- **Temperaturas medias anuales de la zona de estudio  $< 15^{\circ}\text{C}$**
  
- **Pluvimetría alta**
  
- **Tasa de estabulación fija: 5%**

## Implicancias:

- Biorreactores no calefaccionados operan satisfactoriamente solamente en lugares con temperaturas medias anuales de  $18^{\circ}\text{C}$ .
- Aumento del TRH a 100 días, Temperatura de diseño asumida:  $10^{\circ}\text{C}$
- Reactores más grandes y costosos
  
- Evitar zonas con  $P > 1.500\text{mm}$
- Nivel freático debe ser bajo
  
- Recuperación de estiércol solamente durante ordeña
- Tasa de recuperación asumida: 12%
- Requiere estricto control de las aguas de lavado

## •Supuestos:

- Recuperación de un 12% del estiércol generado
- Generación efectiva de 4,5 kg/(vaca\*d)
- 13% contenido de sólidos volátiles
- Temperatura del proceso a 10°C
- Generación de biogás de 250 L/Kg SV @ TRH = 100 días

## •Resultados

- Generación de biogás: **150 L/(vaca\*d)**
- Generación específica del biodigestor: **167 L/(m<sup>3</sup>\*d)**
- Contenido de metano: **55%**
- Contenido energético: **5,5 kWh/m<sup>3</sup>**

- Ejemplo: Pequeño Productor Promedio (9 vacas):

- Biomasa Disponible: 40 kg/d
- Sólidos Volátiles: 5 kg/d
- Potencial de Biogás: 1.300 L/d
- Contenido Energético: 7,2 kWh
- Equivalente en Diesel (1 kWh = 0,1 L): 0,7 L
- Equivalente en Gas licuado (1 kWh = 78 g): 0,6 kg

- Uso de Biogás:

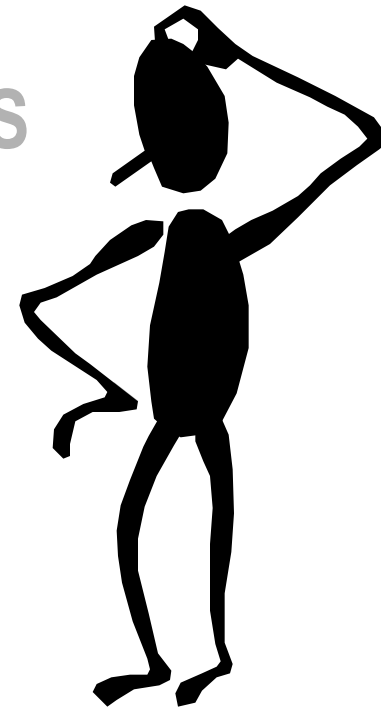
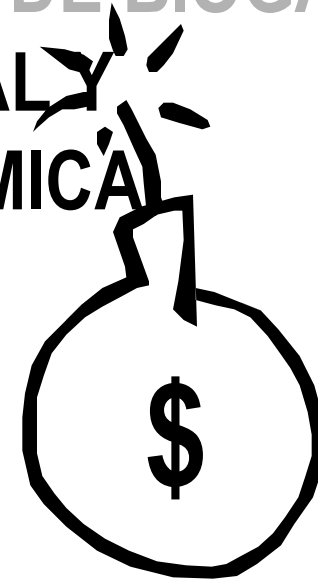
- Requerimiento de gas para cocinar: 0,1 - 0,3 m<sup>3</sup>/persona
- Requerimiento de gas para una lámpara: 0,1 - 0,15 m<sup>3</sup>/h
- Requerimiento de gas para un motor: 0,6 m<sup>3</sup>/kWh (Eficiencia de 25%)

Región	Biogás m <sup>3</sup> /año	E. calorífica MWh/a	E. tér. gas. (Mcal/año)	E. tér. enf. (Mcal/año)	E. eléctrica (Mcal/año)	E. tér. gas. (MWh/año)	E. tér. enf. (MWh/año)	E. eléctrica (MWh/año)	E. total cogenerada (MWh/año)
I	735.392	4.397	781.556	1.100.531	1.436.823	909	1.280	1.671	3.860
II	2.149.360	12.853	2.284.285	3.216.566	4.199.460	2.657	3.741	4.884	11.281
III	13.132	79	13.956	19.652	25.658	16	23	30	69
IV	4.320.964	25.838	4.592.211	6.466.420	8.442.381	5.341	7.520	9.818	22.680
V	14.076.432	84.173	14.960.076	21.065.697	27.502.800	17.399	24.499	31.986	73.884
VI	7.952.632	47.554	8.451.856	11.901.293	15.538.003	9.830	13.841	18.071	41.741
VII	7.878.932	47.114	8.373.529	11.790.999	15.394.007	9.738	13.713	17.903	41.355
VIII	27.502.696	164.458	29.229.169	41.158.403	53.735.289	33.994	47.867	62.494	144.355
IX	27.916.488	166.933	29.668.937	41.777.652	54.543.764	34.505	48.587	63.434	146.527
X	47.900.176	286.429	50.907.094	71.683.691	93.588.272	59.205	83.368	108.843	251.416
XI	3.163.740	18.918	3.362.343	4.734.608	6.181.375	3.910	5.506	7.189	16.606
XII	3.391.004	20.277	3.603.873	5.074.714	6.625.408	4.191	5.902	7.705	17.799
RM	73.088.424	437.048	77.676.527	109.378.471	142.801.549	90.338	127.207	166.078	383.623
Total	220.089.372	1.316.072	233.905.413	329.368.696	430.014.789	272.032	383.056	500.107	1.155.195

Fuente: CNE/GTZ, 2007.

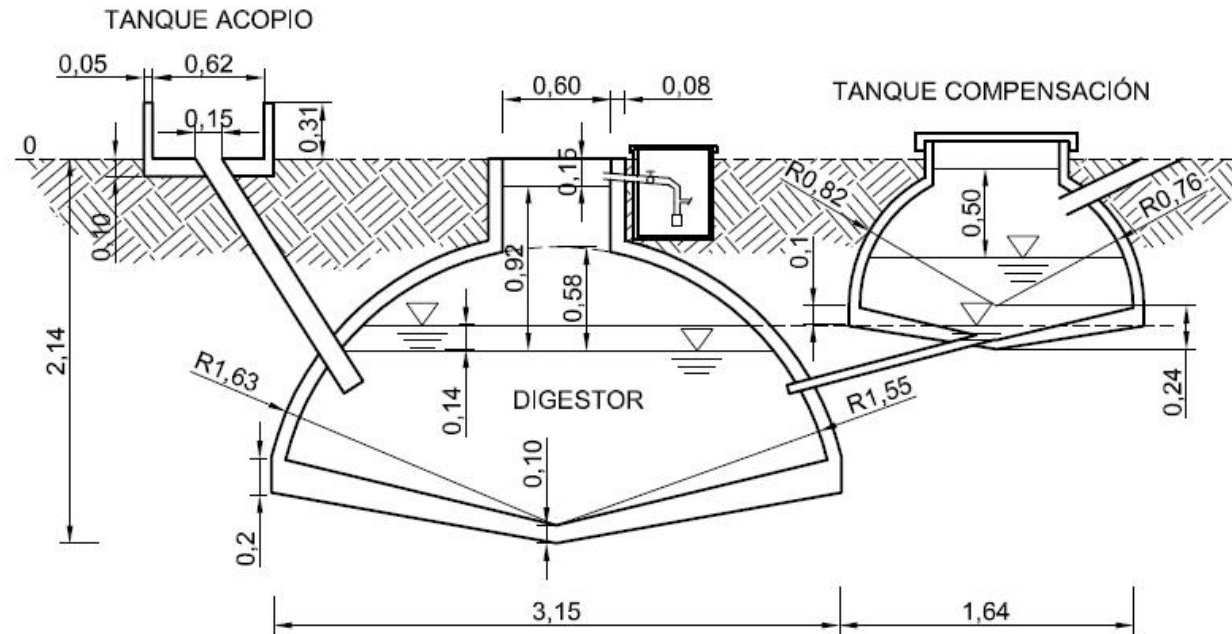
**OJO: El potencial de biogás de pequeños productores lecheros representa solamente el 3% del potencial energético a partir de estiércol de vacuno estimado por la CNE/GTZ, para estas regiones.**

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA  
OBJETIVOS DE LA ASESORIA  
UN POCO DE TEORIA  
POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGAS  
**DISEÑO CONCEPTUAL**  
**EVALUACIÓN ECONÓMICA**





## CROQUIS BIODIGESTOR TIPO DE 5 m<sup>3</sup> Escala 1:50



**TABLA 6-1:  
RELACIONES DE DISEÑO**

Parámetro	Relación
R: Radio digestor	$(0,74 \cdot Vd)^{1/3}$
r: Radio tanque de compensación	0,49 R
h: altura de entrada alimentación	0,37 R
p: altura desde el nivel mínimo de liquido hasta tope del almacenamiento de biogás	0,59 R

**TABLA 6-7:  
RESULTADOS DE DISEÑO - CUBICACIÓN MATERIALES**

Tamaño de planta	Tanque acopio		Digestor		Tanque compensación		Total	
	Área [m <sup>2</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Área [m <sup>2</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Área [m <sup>2</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Área [m <sup>2</sup> ]	Volumen [m <sup>3</sup> ]
5	2,26	0,04	27,10	1,31	6,31	0,23	35,66	1,59
10	3,44	0,07	41,25	2,04	9,71	0,37	54,40	2,47
15	4,38	0,09	52,97	2,64	12,46	0,47	69,81	3,20

- Inversión requerida:

- Biodigestor de 5 m<sup>3</sup>: \$ 1.750.000
- Biodigestor de 10 m<sup>3</sup>: \$ 3.000.000
- Biodigestor de 15 m<sup>3</sup>: \$ 4.050.000

- Costos de Operación:

- Personal: Se asume 5 h/mes
- Mantenimiento: 1% sobre Volumen de Inversión

- Retornos:

- Sustitución de Gas Licuado

## FLUJO DE INVERSIONES Y GASTOS DE OPERACIÓN, SITUACIÓN "CON PROYECTO" (EVALUACIÓN SOCIAL)

### BIODIGESTOR 5 M<sup>3</sup>

Ítem	Descripción	Valor Base	Año										Total	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
1-1	Materiales	-1.029.412												
1-2	Mano de Obra	-392.647												
<b>1</b>	<b>Subtotal Costos de Inversión</b>	<b>-1.422.059</b>	<b>-1.422.059</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.422.059</b>
2-1	Personal	-89.000		-89.000	-91.670	-94.420	-97.253	-100.170	-103.175	-106.271	-109.459	-112.743	-116.125	
2-2	Mantención	-14.221		-14.221	-14.647	-15.087	-15.539	-16.005	-16.486	-16.980	-17.490	-18.014	-18.555	
<b>2</b>	<b>Subtotal Gasto Anual de Operación</b>	<b>-103.221</b>	<b>0</b>	<b>-103.221</b>	<b>-106.317</b>	<b>-109.507</b>	<b>-112.792</b>	<b>-116.176</b>	<b>-119.661</b>	<b>-123.251</b>	<b>-126.948</b>	<b>-130.757</b>	<b>-134.679</b>	<b>-1.183.308</b>
	<b>TOTAL Costos Anuales</b>		<b>-1.422.059</b>	<b>-103.221</b>	<b>-106.317</b>	<b>-109.507</b>	<b>-112.792</b>	<b>-116.176</b>	<b>-119.661</b>	<b>-123.251</b>	<b>-126.948</b>	<b>-130.757</b>	<b>-134.679</b>	<b>-2.605.367</b>

### BIODIGESTOR 10 M<sup>3</sup>

Ítem	Descripción	Valor Base	Año										Total	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
1-1	Materiales	-1.890.756												
1-2	Mano de Obra	-560.924												
<b>1</b>	<b>Subtotal Costos de Inversión</b>	<b>-2.451.681</b>	<b>-2.451.681</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2.451.681</b>
2-1	Personal	-89.000		-89.000	-91.670	-94.420	-97.253	-100.170	-103.175	-106.271	-109.459	-112.743	-116.125	
2-2	Mantención	-24.517		-24.517	-25.252	-26.010	-26.790	-27.594	-28.422	-29.274	-30.153	-31.057	-31.989	
<b>2</b>	<b>Subtotal Gasto Anual de Operación</b>	<b>-113.517</b>	<b>0</b>	<b>-113.517</b>	<b>-116.922</b>	<b>-120.430</b>	<b>-124.043</b>	<b>-127.764</b>	<b>-131.597</b>	<b>-135.545</b>	<b>-139.611</b>	<b>-143.800</b>	<b>-148.114</b>	<b>-1.301.343</b>
	<b>TOTAL Costos Anuales</b>		<b>-2.451.681</b>	<b>-113.517</b>	<b>-116.922</b>	<b>-120.430</b>	<b>-124.043</b>	<b>-127.764</b>	<b>-131.597</b>	<b>-135.545</b>	<b>-139.611</b>	<b>-143.800</b>	<b>-148.114</b>	<b>-3.753.024</b>

### BIODIGESTOR 15 M<sup>3</sup>

Ítem	Descripción	Valor Base	Año										Total	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
1-1	Materiales	-2.722.689												
1-2	Mano de Obra	-605.798												
<b>1</b>	<b>Subtotal Costos de Inversión</b>	<b>-3.328.487</b>	<b>-3.328.487</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-3.328.487</b>
2-1	Personal	-89.000		-89.000	-91.670	-94.420	-97.253	-100.170	-103.175	-106.271	-109.459	-112.743	-116.125	
2-2	Mantención	-33.285		-33.285	-34.283	-35.312	-36.371	-37.462	-38.586	-39.744	-40.936	-42.164	-43.429	
<b>2</b>	<b>Subtotal Gasto Anual de Operación</b>	<b>-122.285</b>	<b>0</b>	<b>-122.285</b>	<b>-125.953</b>	<b>-129.732</b>	<b>-133.624</b>	<b>-137.633</b>	<b>-141.762</b>	<b>-146.015</b>	<b>-150.395</b>	<b>-154.907</b>	<b>-159.554</b>	<b>-1.401.859</b>
	<b>TOTAL Costos Anuales</b>		<b>-3.328.487</b>	<b>-122.285</b>	<b>-125.953</b>	<b>-129.732</b>	<b>-133.624</b>	<b>-137.633</b>	<b>-141.762</b>	<b>-146.015</b>	<b>-150.395</b>	<b>-154.907</b>	<b>-159.554</b>	<b>-4.730.346</b>

#### Supuestos

Incremento en Gastos de Operación	3%
Factor de Ajuste Mano de Obra No Calificada	0,89

#### VALORES ACTUALIZADOS TRATAMIENTO

Tasa de Descuento	8%
VAC Biodigestor 5 m <sup>3</sup>	-2.201.388
VAC Biodigestor 10 m <sup>3</sup>	-3.308.748
VAC Biodigestor 15 m <sup>3</sup>	-4.251.755

## DIFERENCIA VAC SOCIAL "CON PROYECTO" Y VAC "SIN PROYECTO" Y SUBSIDIO REQUERIDO, PARA UNA TASA SOCIAL DE DESCUENTO DE 8%

Volumen Digestor (m <sup>3</sup> )	Diferencia VAC (\$) "Con Proyecto" y "Sin Proyecto"	Porcentaje del Subsidio con Respecto al Monto de Inversión
5	1.212.320	85%
10	1.330.613	54%
15	1.284.552	39%

## PUNTOS DE EQUILIBRIO DE LA EVALUACION PRIVADA, PARA TASA SOCIAL DE DESCUENTO DE 8%

Volumen Digestor (m <sup>3</sup> )	Punto de Equilibrio considerando una Tasa de Descuento de 8%
5	\$ 2.225
10	\$ 1.670
15	\$ 1.435

# IDENTIFICACIÓN DE EXTERNALIDADES

Externalidades	Valoración Cualitativa
Aumento de la disponibilidad de nutrientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora calidad del suelo</li> <li>• Mayor permeabilidad</li> <li>• Mejora propiedades higroscópicas</li> <li>• Evita erosión y contaminación por nitratos</li> </ul>
Homogenización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al disminuir sólidos volátiles se obtiene un efluente menos viscoso</li> <li>➔ Se logra una disposición uniforme en el campo</li> </ul>
Reducción de olores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuye la intensidad del olor asociado al estiércol entre un tercio y la mitad</li> <li>• Una vez dispuesto en el campo, olor no es perceptible luego de tres horas</li> </ul>
Higienización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según la temperatura del proceso y tiempo de retención, se logra disminuir significativamente microorganismos patógenos</li> <li>➔ Disminuyen vectores de enfermedades</li> </ul>
Eliminación de malezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según la temperatura del proceso y tiempo de retención, se logran degradar semillas que germinan en el suelo</li> <li>➔ Mejora calidad de las praderas y cultivos</li> </ul>
Ahorros de combustibles/ reducción de la deforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El biogás generado puede reemplazar el uso de leña/gas licuado</li> <li>➔ Se reduce la deforestación</li> </ul>
Reducción de gases efecto invernadero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución de leña y carbón</li> <li>• Disminuye la producción de fertilizantes artificiales</li> <li>• Reducción del efecto invernadero al convertir metano a dióxido de carbono</li> <li>• Reducción de hasta un 10% de óxido nitroso</li> </ul>

- **Participación:** Es importante involucrar desde un comienzo a los pequeños productores (y sus organizaciones) como único actor relevante.
- **Ubicación:** Privilegiar predios con favorables condiciones climáticas.
- **Financiamiento:** Establecer un subsidio para la construcción de los biodigestores.
- **Proveedores:** Crear condiciones favorables para disminuir los costos de transacción y generar márgenes atractivos para los pocos proveedores que cuentan con suficiente experiencia.

**GRACIAS POR SU ATENCIÓN**