

MINISTERIO DE ENERGÍA

**“MODELOS DE NEGOCIO QUE RENTABILICEN APLICACIONES
DE BIOGÁS EN CHILE Y SU FOMENTO”**

N° 584105-8-LE10

INFORME FINAL CORREGIDO

Santiago, 29 de Abril de 2011.-

Contenido

ACLARACIÓN	I
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos del Estudio.	1
1.1.1. Objetivo General.	1
1.1.2. Objetivos Específicos.	1
1.2. Actividades y Metodología.	1
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MERCADO DE BIOGÁS.....	6
2.1. Tipos de Biogases Combustibles.	6
2.2. Sustratos para Producción de Biogases Combustibles.	6
2.3. Descripción General del Mercado del Biogás.	7
2.4. Instalaciones Existentes y Proyectos de Biogases Combustibles.	8
2.5. Regulación Nacional.....	10
3. ZONAS GEOGRÁFICAS DE CONCENTRACIÓN DE SUSTRATOS.	12
3.1. Residuos de Sector Pecuario.....	12
3.1.1. Purines de Cerdos.	12
3.1.2. Purines de Bovinos.....	22
3.1.3. Guano de Aves.	32
3.2. Residuos de Cultivos del Sector Agrícolas.	42
3.3. Residuos del Sector Silvícola.....	43
3.3.1. Potencial Bruto de Residuos Forestales.	45
3.3.2. Uso Energético Actual de Desechos Silvícolas.	58
3.4. Residuos del Sector Acuícola.	59
3.5. Residuos de Agroindustria.....	61
3.6. Potencial Total por Región.....	62
4. CADENA DE VALOR DEL NEGOCIO DE BIOGÁS Y POTENCIAL DE NEGOCIO.	66
5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN INTERNACIONAL.....	73
5.1. Selección de Países Extranjeros a Estudiar.	73
5.2. Recopilación de Información en Países Europeos.	73
5.3. Alemania.	76
5.4. España.....	77
5.5. Suecia.....	79
5.6. Ontario – Canadá.....	80
5.7. Brasil.....	81

6.	ENCUESTAS Y ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES.	82
6.1.	Encuestas y Entrevistas a Asociaciones y Cooperativas.	82
6.2.	Caracterización General de Asociaciones Gremiales en Chile.....	86
6.3.	Entrevistas a Expertos Chilenos.....	87
6.4.	Entrevistas a Instituciones Gubernamentales.....	88
7.	MODELOS DE NEGOCIOS NACIONALES Y EXTRANJEROS.....	89
7.1.	Modelos de Negocio a Nivel Internacional.....	89
7.1.1.	Agricultor Propietario con Mix de Cultivo Energético (Alemania).	89
7.1.2.	Agricultor Propietario con Mix de Residuo Orgánico (Alemania).	90
7.1.3.	Inversionista Externo (Alemania).....	91
7.1.4.	Cooperación Municipalidad y Agricultores (Alemania).	93
7.1.5.	Planta de un Agricultor en Requena-Valencia (España).....	94
7.1.6.	Planta de Grupo de Inversionistas (España).	95
7.1.7.	Sociedad de Inversores Entrega Financiamiento a Proyectos de Biogás (España).....	96
7.1.8.	Asociación entre Productor Agropecuario y Empresa Ingeniería Generan Biogás a partir de Mix de Residuo Orgánico. (España).....	97
7.1.9.	Productor Agropecuario Genera Biogás (Brasil).....	98
7.1.10.	Productores Agropecuarios Asociados Generan Biogás a partir de Purines de Bovinos y Cerdos y lo Entregan a Gasoducto (Brasil).	99
7.1.11.	Productor Agropecuario Individual Produce Biogás y Genera Electricidad para Venta a la Red. (Ontario -Canadá).	101
7.1.12.	Un Proyecto Emblemático de Biogás en Austria: Rosentaler (Estríilla-AUSTRIA).	103
7.2.	Modelos de Negocio en Chile.	104
7.2.1.	Agroindustria Produce Sustrato a partir del cual Genera Biogás.	104
7.2.2.	Empresa Agrícola- Ganadera Genera Biogás a partir de Purines y Maíz Cultivado con este Objeto. Generará Energía Eléctrica para Vender a la Red.	105
7.2.3.	Productor Agropecuario Genera Electricidad Individualmente.	106
7.2.4.	Empresa Produce Biogás y lo Vende a Consumidor.	106
7.2.5.	Empresa Produce Biogás que Utiliza para Generar Energía Eléctrica. ...	107
7.2.6.	Empresa Produce Biogás y lo Vende a Distribuidor de Gas.....	107
7.2.7.	Intermediario Comercializador de Biomasa.	108
7.3.	Resumen de Recopilación de Proyectos Tipos y Factores de Éxito Identificados.....	108
7.4.	Proyectos Tipos Identificados.....	113
9.	TALLERES DE DISCUSIÓN DE MODELOS, CON ACTORES RELEVANTES	115
9.9.	Resultados de Taller Realizado en Temuco.	115
8.2.	Resultados del Taller Realizado en Santiago.	116

9.	PROPOSICIÓN Y DESARROLLO DE MODELOS DE NEGOCIO.	119
9.1.	Selección de Tamaños Rentables de Plantas de Biogás.	119
9.2.	Definición de Modelos de Negocio.	123
9.3.	Modelo Nº 1: Autoprodutor.	124
9.3.1.	Inversión.	125
9.3.2.	Ingresos y Costos.	125
9.3.3.	Evaluación.	125
9.4.	Modelo Nº 2: Asociativo.	127
9.4.1.	Logística.	127
9.4.2.	Inversión.	128
9.4.3.	Ingresos y Costos.	129
9.4.4.	Evaluación.	129
9.5.	Modelo Nº 3: Individual.	131
9.5.1.	Inversión.	131
9.5.2.	Ingresos y Costos.	131
9.5.3.	Evaluación.	131
9.7.	Resumen de Resultados por Modelo de Negocio Evaluado.	133
9.8.	Distribución Geográfica y Nivel de Organización.	134
9.9.	Aplicación de Proyectos Tipo a Modelos de Negocio.	135
9.10.	Estimación de Cantidad de Proyectos Posibles.	136
9.11.	Localización de Proyectos de Guanos y Purines.	139
10.	ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE FOMENTO EXISTENTES.	142
10.1.	Actualización de Instrumentos Vigentes.	142
10.2.	Descripción de los Instrumentos Potencialmente Aplicables.	144
10.3.	Otras Fuentes de Financiamiento.	150
10.3.1.	Inversionistas Ángeles.	150
10.3.2.	Fondos de Garantías.	150
10.3.3.	Capital de Riesgo.	151
10.3.4.	Fuentes de Financiamiento a Futuro para ERNC.	151
10.4.	Instrumentos Aplicables a Modelos de Negocios.	152
10.5.	Limitaciones de Instrumentos Relevantes Actuales para su Aplicación a los Modelos de Negocio de Biogás.	154
10.5.1.	Limitaciones de Subsidios de Preinversión.	154
10.5.2.	Fondos de Garantía.	154
10.5.3.	Capital de Riesgo.	155
10.6.	Modificaciones Propuestas a Instrumentos Actuales.	155
10.7.	Nuevo Instrumento Propuesto: Subsidio a Proyectos Asociativos para Uso Energético de Biogases Combustibles.	156
10.8.	Fichas de Instrumentos Propuestos.	159
10.8	Costo País de Instrumentos de Fomento.	162
10.8.1	Escenario Pesimista.	162

10.8.2 Escenario Optimista	163
11. CONCLUSIONES.....	164
11.1. Modelos.	164
11.2. Tipos de Proyectos.....	165
11.3. Potencial de Recursos y Cantidad de Proyectos Potenciales.	165
11.4. Aplicabilidad de Proyectos Tipo a Modelos de Negocio.....	166

ANEXOS: TOMO APARTE

- ANEXO Nº 1: Referencias Bibliográficas
- ANEXO Nº 2: Cuestionarios a Asociaciones: Carta, Listado de Envío Encuestas, Cuestionario y Resultados
- ANEXO Nº 3: Principales Entrevistas Personales Realizadas
- ANEXO Nº 4: Fichas Resumen de Principales Modelos de Negocio
- ANEXO Nº 5: Resultados de Talleres de Discusión Realizados en Temuco y Santiago
- ANEXO Nº 6: Normativa Vigente Aplicable a Pequeños Medios de Generación Distribuida y Medios de Generación a Partir de ERNC
- ANEXO Nº 7: Propuesta de Reglamento de Subsidio
- ANEXO Nº 8: Estimación de Cantidad de Proyectos Posibles

ACLARACIÓN

Este informe fue preparado por encargo del Ministerio de Energía. Sin perjuicio de ello, las conclusiones, opiniones y recomendaciones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile. De igual forma, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar no constituye en ningún caso una recomendación por parte del Gobierno de Chile.

RESUMEN EJECUTIVO.

1. OBJETIVO DEL ESTUDIO.

Identificar los modelos de negocios para proyectos de biogases combustibles aplicables a la realidad nacional, en los sectores: **agropecuario, silvícola y acuícola**, evaluando los instrumentos de fomento existentes.

Objetivos Específicos.

- a) Identificar los modelos de negocios factibles que permitan el desarrollo de proyectos de biogás en el corto y mediano plazo, en los sectores Silvo – Agropecuarios
- b) Evaluar los instrumentos de fomento aplicables existentes, tanto aquellos de CORFO, así como también los instrumentos aplicables de otras instituciones nacionales, a objeto de determinar si ellos son funcionales a los proyectos evaluados y a los modelos de negocio propuestos.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MERCADO DE BIOGÁS.

2.1. Tipos de Biogases Combustibles.

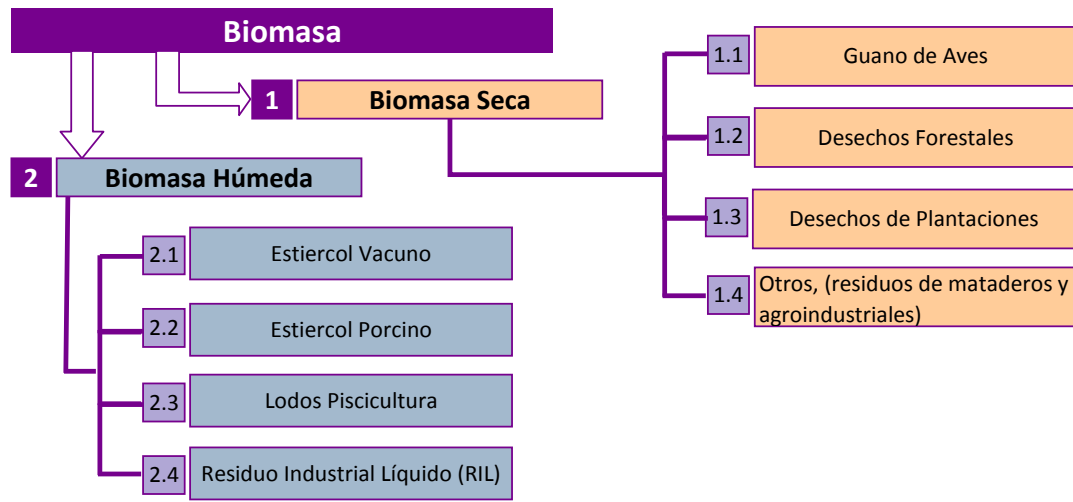
El biogás es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, acidogénicas, etc.), en ausencia de oxígeno.

El denominado gas de síntesis, o Syngas, es un combustible que se obtiene mediante una combustión incompleta de la biomasa a alta temperatura (gasificación).

2.2. Sustratos para Producción de Biogases Combustibles.

En la figura siguiente se muestra esquemáticamente los diferentes recursos orgánicos (biomasa) que pueden ser utilizados como sustrato para obtener biogases combustibles en los sectores objetivos del estudio, es decir: agropecuario, silvícola y acuícola.

Sustratos Disponibles en Sectores Estudiados



2.3. Descripción General del Mercado del Biogás.

A nivel mundial, el principal uso del biogás es en la generación eléctrica utilizando motores de combustión interna. Lo anterior, debido a que los sustratos usualmente están lejos de los centros de consumo de energía térmica (ciudades e industrias) y que el costo de transportar electricidad es muy inferior al de transportar directamente cualquier gas combustible. Además es posible aprovechar el calor de los gases de escape de los motores y/o del agua de refrigeración (cogeneración).

2.4. Instalaciones Existentes y Proyectos de Biogases Combustibles.

A nivel nacional el principal sustrato usado actualmente para generar biogás en los sectores relevantes para el presente estudio (agropecuario, silvícola y acuícola), son los purines de cerdos, también existen algunos proyectos que contemplan el uso de guano de aves, RILES y residuos agroindustriales y, muy en menor medida, cultivos (maíz, tunas) y purines de bovinos.

En los siguientes cuadros se presenta un resumen de los proyectos conocidos a la fecha del presente informe. Operando y en desarrollo.

Instalaciones de Biogás Operando (año 2010)

INSTALACION Y SUSTRATO	GENERACION DE BIOGAS	ENERGÍA ELÉCTRICA	INVERSION	USOS DEL BIOGAS	ESTADO DEL PROYECTO
	miles de m ³ /año	MWh/año	US\$		
PURINES Y ESTIERCOLES					
Agrícola Super Ltda. (7 instalaciones)	20.780	43.493	10.500.000 *	Combustión en antorcha Autoconsumo en la generación de biogás	Operando
AGROINDUSTRIAS					
Cervecera CCU Temuco	569	1.191	272.727	Autoconsumo de energía térmica	Operando
Mafrisur	260	544	1.000.000	Combustión en antorcha	Operando
Orafti	s/i	s/i	s/i	Autoconsumo de energía térmica	Operando
Viña Francisco de Aguirre	31	65	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
Viña Concha y Toro	s/i	s/i	s/i	Combustión en antorcha	Operando en vendimia
Inducorn	1.350	2.826	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
AGUAS SERVIDAS					
Coltauco	s/i	s/i	3.150	Cocina	Operando
Empedrado	s/i	s/i	3.500	Cocina y Refrigeración	Operando
La Farfana	19.000	39.767	2.000.000	Venta del biogás	Operando
Concepción	2.500	5.233	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
RELLENOS SANITARIOS Y VERTEDEROS					
Lomas los Colorados	8.800	18.419	1.600.000	Combustión en Antorcha y Generación eléctrica (2 MW)	Operando
Lomas los Colorados	58.000	121.395	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
Consorcio Santa Marta	43.800	91.674	2.000.000	Combustión en Antorcha	Operando
El Molle	13.000	27.209	1.500.000	Combustión en Antorcha	Operando
Colihues –La Yesca	10.000	20.930	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
Copiulemu	5.500	11.512	1.600.000	Combustión en Antorcha	Operando
El Empalme	2.500	5.233	1.200.000	Combustión en Antorcha	Operando
Coronel	7.500	15.698	1.400.000	Combustión en Antorcha	Operando
El Panul	5.000	10.465	2.000.000	Combustión en Antorcha	Operando

* Total de las 7 instalaciones

Instalaciones de Biogás en Desarrollo (año 2010)

INSTALACION Y SUSTRATO	GENERACION DE BIOGAS	ENERGÍA ELÉCTRICA	INVERSION	USOS DEL BIOGAS	ESTADO DEL PROYECTO
	miles de m ³ /año	MWh/año	US\$		
PURINES Y ESTIERCOLES					
Agrícola Tarapacá	s/i	s/i	1.800.000	Energía Térmica	Construcción
Sopraval	2.300	4.814	3.000.000	Cogeneración	Estudio
Agrícola Super	2.500	5.233	2.000.000	Cogeneración	Ing. Básica
Agrícola Super	55.000	115.116	50.000.000	Cogeneración	Estudio
Cooperativa Eléctrica Osorno	5	10	s/i	Cogeneración	Proyecto piloto operando
SEPADE	100	209	185.000	Energía Eléctrica	Construido, sin operar
HBS Energía	4.000	8.372	4.000.000	Cogeneración	Construcción
Agrícola Ancali	4.200	8.791	s/i	Cogeneración	Estudio
Agrícola San Fernando	850	1.779	s/i	Cogeneración	Ing. Básica
AGROINDUSTRIAS					
Cervecera CCU Santiago	s/i	s/i	2.000.000	Energía Térmica	Ing. Detalle
Agroorgánicos Mostazal	3.500	7.326	3.500.000	Cogeneración	Ing. Detalle
AGUAS SERVIDAS					
El Trebal	17.000	35.581	3.500.000	Cogeneración	Construcción
Concepción	2.500	5.233	500.000	Cogeneración	Estudio
GasValpo	1.600	3.349	1.500.000	Cogeneración	Estudio
RELLENOS SANITARIOS Y VERTEDEROS					
Lomas Los Colorados	58.000	121.395	15.000.000	100% Energía Eléctrica	Operando primera fase (2MW)
Consorcio Santa Marta	43.800	91.674	10.000.000	Energía Eléctrica	Estudio
Ecomaule	7.000	14.651	5.000.000	Cogeneración	Estudio

3. ZONAS GEOGRÁFICAS DE CONCENTRACIÓN DE SUSTRATOS.

3.1. Residuos de Sector Pecuario.

3.1.1. Purines de Cerdos.

De acuerdo a cifras del CENSO Agropecuario 2007, a esa fecha existían en Chile 3,26 millones de cabezas de cerdo, de los cuales 1,32 millones estaban en Región Metropolitana y 1,18 millones en la Región de O'Higgins, ambas concentraban el 77% de las existencias nacionales.

En general los productores están concentrados en pocas comunas (San Pedro y Melipilla en la R.M.), provincias de Cachapoal y Cardenal Caro en la VI Región, Curicó en la VII y Santo Domingo en la V Región.

Propietarios y Cantidad de Cerdos por Región

Región	Cabezas Cerdo por propietario	N° Propietarios	N° Cabezas	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
V Región	menos de 50 cabezas	426	1.753	82	385	86	0,2
	más de 50 y menos de 500	3	345	16	76	15	5
	más de 500 cabezas	4	171.852	8.019	37.769	15.493	3.873
	Total V Región	433	173.950	8.117	38.230	15.594	3.878
VI Región	menos de 50 cabezas	1.356	5.069	237	1.114	518	0,4
	más de 50 y menos de 500	5	498	23	109	51	10
	más de 500 cabezas	34	1.169.694	54.580	257.073	119.569	3.517
	Total VI Región	1.395	1.175.261	54.840	258.297	120.138	3.527
VII Región	menos de 50 cabezas	4.514	17.977	839	3.951	1.838	0,4
	más de 50 y menos de 500	24	2.080	97	457	213	9
	más de 500 cabezas	7	73.135	3.413	16.073	7.476	1.068
	Total VII Región	4.545	93.192	4.349	20.482	9.526	1.077
VIII Región	menos de 50 cabezas	18.026	76.272	3.559	16.763	7.797	0,4
	más de 50 y menos de 500	49	5.664	264	1.245	579	12
	más de 500 cabezas	9	99.064	4.623	21.772	10.127	1.125
	Total VIII Región	18.084	181.000	8.446	39.780	18.502	1.137
IX Región	menos de 50 cabezas	25.456	158.308	7.387	34.793	16.183	0,6
	más de 50 y menos de 500	60	5.826	272	1.280	596	10
	más de 500 cabezas	3	37.303	1.741	8.198	3.813	1.271
	Total IX Región	25.519	201.437	9.399	44.271	20.591	1.282
XIV Región	menos de 50 cabezas	5.910	31.924	1.490	7.016	3.263	0,6
	más de 50 y menos de 500	16	1.594	74	350	163	10
	más de 500 cabezas	1	700	33	154	72	72
	Total XIV Región	5.927	34.218	1.597	7.520	3.498	82
X Región	menos de 50 cabezas	17.319	75.341	3.516	16.558	7.702	0,4
	más de 50 y menos de 500	24	2.766	129	608	283	12
	más de 500 cabezas	3	2.920	136	642	298	99
	Total X Región	17.346	81.027	3.781	17.808	8.283	112
Re. Metro.	menos de 50 cabezas	498	3.297	154	725	337	0,7
	más de 50 y menos de 500	19	3.003	140	660	307	16
	más de 500 cabezas	34	1.319.791	61.584	290.061	134.912	3.968
	Total RM	551	1.326.091	61.878	291.446	135.556	3.985
Total País		73.800	3.266.176	152.406	717.834	331.688	15.081

Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.

Fuente: Elaboración Propia a partir de Censo Silvo-Agropecuario 2007.

3.1.2. Purines de Bovinos.

De acuerdo al CENSO Silvo-Agropecuario en el año 2007 había alrededor de 3,7 millones de vacunos en Chile. De ellos la mayoría se concentra en las regiones de Los Lagos (1 millón), Los Ríos (621 mil), La Araucanía (668 mil), y Biobío (449 mil).

A su vez está concentrada principalmente en las provincias de Osorno, Cautín, Ranco y Valdivia.

Propietarios y Cantidad de Bovinos por Región

Región	Cabezas Cerdo por propietario	N° Propietarios	N° Cabezas	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
V Región	menos de 50 cabezas	2.950	25.838	6.925	35.606	16.561	6
	más de 50 y menos de 500	178	27.518	7.375	37.921	17.638	99
	más de 500 cabezas	16	19.874	5.326	27.387	12.738	796
	Total V Región	3.144	73.230	19.626	100.915	46.937	901
VI Región	menos de 50 cabezas	3.442	23.496	6.297	32.379	15.060	4,4
	más de 50 y menos de 500	190	32.431	8.692	44.692	20.787	109
	más de 500 cabezas	9	6.279	1.683	8.653	4.025	447
	Total VI Región	3.641	62.206	16.671	85.723	39.871	561
VII Región	menos de 50 cabezas	9.511	75.036	20.110	103.404	48.095	5,1
	más de 50 y menos de 500	556	76.085	20.391	104.849	48.767	88
	más de 500 cabezas	35	37.000	9.916	50.988	23.715	678
	Total VII Región	10.102	188.121	50.416	259.241	120.577	770
VIII Región	menos de 50 cabezas	20.834	143.029	38.332	197.102	91.675	4,4
	más de 50 y menos de 500	802	108.223	29.004	149.137	69.366	86
	más de 500 cabezas	52	61.916	16.593	85.324	39.685	763
	Total VIII Región	21.688	313.168	83.929	431.563	200.727	854
IX Región	menos de 50 cabezas	33.618	203.953	54.659	281.059	130.725	3,9
	más de 50 y menos de 500	1.040	145.756	39.063	16	93.423	90
	más de 500 cabezas	92	82.887	22.214	177.710	53.127	577
	Total IX Región	34.750	432.596	115.936	458.784	277.275	671
XIV Región	menos de 50 cabezas	10.362	84.159	22.555	115.976	53.942	5,2
	más de 50 y menos de 500	897	158.037	42.354	217.784	101.295	113
	más de 500 cabezas	181	184.877	49.547	254.771	118.498	655
	Total XIV Región	11.440	427.073	114.456	588.531	273.735	773
X Región	menos de 50 cabezas	20.504	168.511	45.161	232.218	108.008	5,3
	más de 50 y menos de 500	2.067	346.728	92.923	477.811	222.237	108
	más de 500 cabezas	238	218.747	58.624	301.446	140.207	589
	Total X Región	22.809	733.986	196.708	1.011.474	470.453	702
Re. Metro.	menos de 50 cabezas	2.331	22.303	5.977	30.735	14.295	6,1
	más de 50 y menos de 500	214	33.932	9.094	46.760	21.749	102
	más de 500 cabezas	29	23.026	6.171	31.731	14.759	509
	Total RM	2.574	79.261	21.242	109.226	50.803	617
Total País	110.148	2.309.641	618.984	3.045.457	1.480.379	5.849	

Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.

Las regiones presentadas concentraban, en el 2007, el 90% del total de existencias de bovinos en el país.

Se ha considerado sólo a vacas, vaquillas y novillos.

Fuente: Elaboración Propia a partir de Censo Silvo-Agropecuario 2007.

3.1.3. Guano de Aves.

Existen tres sectores relevantes: cría de pollos de carne (broiler), cría de pavos y producción de huevos. De acuerdo al Informe Anual de Criaderos de Aves y Cerdos, publicado por el INE, el año 2007 había 30,5 millones de pollos broiler y 12 millones de gallinas para postura de huevos. Las gallinas estaban concentradas principalmente en la Región Metropolitana (38%) y en la V Región (24%).

La producción de pollos broiler y pavos está altamente concentrada en 7 productores principales, y la de pavos en 3 productores.

Existencias de Pollos y Potencial por Región

Región	N° Propietarios	N° Cabezas/Año	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
XV Región	12	11.428.279	19.880	110.534	51.411	4.284
IV Región	17	701.116	7.578	42.135	19.598	1.153
V Región	63	8.928.063	96.994	539.289	250.832	3.981,5
VI Región	83	87.366.898	196.305	1.091.456	507.654	6.116
VII Región	128	831.955	9.038	50.253	23.374	182,6
VIII Región	130	1.396.843	15.140	84.181	39.154	301,2
IX Región	115	94.665	979	5.446	2.533	22,0
Re. Metro.	126	106.890.828	186.817	1.038.704	483.118	3.834
Total Pollos	674	217.638.648	532.733	2.961.997	1.377.673	19.875

Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.

Se han considerado 8 generaciones de pollos broiler al año.

Fuente: Elaboración Propia a partir de Censo Silvo-Agropecuario 2007.

Se ha considerado también la cantidad de sustratos que están disponibles de la crianza de pavos.

Existencias de Pavos y Potencial por Región

Región	N° Propietarios	N° Cabezas/año	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
V Región	7	8.522.822	33.069	183.861	85.517	12.216,7
Re. Metro.	2	967.431	3.754	20.870	9.707	4.853,5
Total Pavos	9	9.490.253	36.822	204.731	95.224	17.070

Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.

Se han corregido el N° de Cabezas anuales con la producción anual del 2007 publicada por APA.

Fuente: Elaboración Propia a partir de Censo Silvo-Agropecuario 2007.

3.2. Residuos del Sector Agrícola.

El cuadro siguiente tomado ha sido elaborado a base de Potencial de Biogás CNE/GTZ 2007 y actualizado con información disponible en web de ODEPA y el Censo Silvo-agropecuario del 2007 muestra la cantidad de materia orgánica disponible para la generación de biogás.

Biomasa Disponible para Obtención de Biogás

Región	MO Disponible Ton/año	Potencial Neto Miles m3 biogas/año	Potencial Neto Mill Kcal/año	Potencial eléctrico MWh/año
V	3.768	2.298	12.411	5.774
VI	86.970	59.501	321.304	149.471
VII	67.106	41.542	224.329	104.358
VIII	102.162	54.256	292.981	136.295
IX	118.986	59.800	322.921	150.223
X	22.429	12.011	64.859	30.172
RM	24.325	16.269	87.851	40.868
TOTAL	425.746	245.677	1.326.657	617.161

Fuente: Potencial de Biogás CNE/GTZ 2007

3.3. Residuos del Sector Silvícola.

La industria forestal se concentra entre la VII a la X Región, siendo la VII Región la que presenta mayor cantidad de instalaciones industriales. Se considera que la industria de aserraderos puede generar desechos potenciales para producción energética ya que tanto la industria de tableros y como la de celulosa son demandantes de residuos, ya sea para proceso productivo o generación de energía.

El siguiente cuadro presenta una cuantificación de la cantidad de residuos aprovechables energéticamente (RAE) generados en aserraderos y su uso actual.

Uso Actual de Residuos Forestales Energéticamente Aprovechables

Uso de Residuos Energéticamente Aprovechables, en m ³ ssc					
Región	Residuos Totales	Comercializado	Regalado	Autoconsumido	Acumulado
RM	307	113	0	0	194
IV	83	83	0	0	0
V	33.491	20.906	7.876	4.359	352
VI	165.309	129.214	20.632	4.404	11.059
VII	885.804	546.870	88.453	174.722	75.759
VIII	3.129.376	1.778.991	113.753	1.185.961	50.671
IX	582.599	363.747	30.930	174.127	13.796
X	540.169	217.629	25.621	279.578	17.340
XI	17.235	7.646	1.646	2.082	5.859
XII	75.982	14.730	18.482	37.595	5.175
Total	5.430.356	3.079.929	307.393	1.862.829	180.205
Porcentaje	100%	57%	6%	34%	3%

Fuente: www.infor.cl/residuos

De este total se estima como disponible sólo el 3% que actualmente se acumula, el resto tiene usos alternativos en fabricación de tableros, combustión directa y otros.

3.4. Residuos del Sector Acuícola

La actividad acuícola de tipo piscicultura se concentra entre las regiones IX a la X. No existen estadísticas oficiales en cuanto a producción de desechos que esta industria genera.

SERNAPESCA cuenta con estadísticas de producción de peces en pisciculturas, con esta información se ha estimado un potencial dado un valor de generación de lodos de 2,4 Ton por cada tonelada de producción de piscicultura (considerando Alevines y juveniles de salmón y trucha). El cultivo de ejemplares adultos se realiza en el mar donde no es factible extraer los residuos.

Número de Plantas de Piscicultura por Región, Producción y Potencial

Región	Producción	Pisciculturas	Potencial Neto	Potencial Neto	Eléctrico	Promedio
	Ton	N°	Miles m3 biogás	Gcal/año	MWh/año	MWh/año/piscicultura
RM	483	5	43	232	108	22
VII	100	8	9	48	22	3
VIII	917	13	82	440	205	16
IX	1.785	42	159	857	399	9
XIV	683	21	61	328	153	7
X	15.123	54	1.345	7.262	3.378	63
XI	183	16	16	88	41	3
Total	19.275	159	1.714	9.255	4.305	122

*Alevines y juveniles de Salmón y Trucha.

3.5. Residuos del Sector Acuícola

El procesamiento de productos agropecuarios tiene un importante desarrollo en el país. Estas industrias generan gran cantidad de residuos orgánicos, muchos de los cuales generan externalidades ambientales negativas, por lo que deben ser tratados previamente a su disposición.

Para estimación del potencial se ha considerado solamente los residuos provenientes de la industria procesadora de frutas y verduras y procesamiento de leche (principalmente queserías).

Región	Desechos disponibles Ton/año	Potencial Neto Miles m3 biogas/año	Potencial Neto Gcal/año	Potencial eléctrico MMWh/año
V	9.597	4.894	26.428	12.294
VI	28.788	14.681	79.279	36.881
VII	31.930	16.284	87.935	40.907
VIII	20.938	10.663	57.581	26.787
IX	2.952	1.479	7.985	3.715
X	1.667	839	4.529	2.107
RM	36.433	18.561	100.229	46.627
TOTAL	132.305	67.401	363.968	169.318

Fuente: Potencial de Biogás CNE/GTZ 2007.

3.5. Potencial Total por Región.

El cuadro siguiente presenta el resumen de los potenciales encontrados, separados para cada región y por tipo de sustrato que genera el biogás.

Potencial Regional por Sustrato
(Total en página siguiente)

Región	Purines Cerdo			Purines Bovinos			Guano Aves			Desechos Forestales (RAE)		
	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año
15							19.880	110.534	51.411			
1												
2												
3												
4							7.578	42.135	19.598	1	5	2
5	8.117	38.230	15.594	19.626	100.915	46.937	130.063	723.150	336.349	298	1.969	916
RM	61.878	291.446	135.556	21.242	109.226	50.803	190.571	1.059.574	492.825	3	18	8
6	54.840	258.297	120.138	16.671	85.723	39.871	196.305	1.091.456	507.654	1.471	9.720	4.521
7	4.349	20.482	9.526	50.416	259.241	120.577	9.038	50.253	23.374	8.298	54.819	25.497
8	8.446	39.780	18.502	83.929	431.563	200.727	15.140	84.181	39.154	16.516	109.105	50.746
9	9.399	44.271	20.591	115.936	458.784	277.275	979	5.446	2.533	5.186	34.257	15.933
10	5.378	25.328	11.781	311.164	1.600.004	744.188				4.808	31.762	14.773
11										57	376	175
12										675	4.458	2.074
Total	152.406	717.834	331.688	618.984	3.045.457	1.480.379	569.556	3.166.729	1.472.897	37.312	246.490	114.647

Potencial Regional por Sustrato (Continuación)

Región	Lodo Piscicultura			Desechos Cultivos			Resíduos Agroindustria			Total		
	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año
15										19.880	110.534	51.411
1												
2												
3												
4										7.579	42.140	19.600
5				2.298	12.411	5.774	4.894	26.428	12.294	165.296	903.105	417.864
RM	43	232	108	16.269	87.851	40.868	18.561	100.229	46.627	308.566	1.648.576	766.795
6				59.501	321.304	149.471	14.681	79.279	36.881	343.470	1.845.779	858.535
7	9	48	22	41.542	224.329	104.358	16.284	87.935	40.907	129.937	697.108	324.262
8	82	440	205	54.256	292.981	136.295	10.663	57.581	26.787	189.031	1.015.631	472.416
9	159	857	399	59.800	322.921	150.223	1.479	7.985	3.715	192.938	874.521	470.669
10	1.405	7.590	3.530	12.011	64.859	30.172	839	4.529	2.107	335.604	1.734.072	806.551
11	16	88	41							73	464	216
12										675	4.458	2.074
Total	1.714	9.255	4.305	245.677	1.326.657	617.161	67.401	363.968	169.318	1.693.050	8.876.389	4.190.394

Del cuadro se observa que el potencial principal corresponde a los purines de bovinos, el guano de aves, residuos agrícolas y purines de cerdo. Los desechos forestales y lodos de piscicultura presentan potenciales inferiores. En el caso de los residuos forestales sólo se ha considerado el 3% de los residuos que actualmente se acumulan. No se dispone de información sobre desechos de la Agroindustria.

El aporte proveniente del guano de aves resulta importante dentro del potencial presentado, sin embargo, este sustrato tiene usos actuales como combustible sólido y como abono. Por tanto es esperable que este potencial sea difícilmente alcanzable en la práctica.

En este cuadro, se observa también, que el potencial acuícola es muy inferior al de los purines de cerdos y bovinos. Pero podrían existir proyectos de tamaño pequeño, dado que generan problemas ambientales que deben ser resueltos.

4. CADENA DE VALOR DEL NEGOCIO DE BIOGÁS Y POTENCIAL DE NEGOCIO.

En la figura siguiente presentamos la Cadena de Valor que describe el negocio del biogás y para la cual hemos definido las claves o llaves del negocio (“key Business”). En esta figura indicamos aquellos aspectos y condiciones distintivas que permiten que esta actividad se desarrolle y se transforme en una alternativa de inversión interesante para quienes cuenten con el acceso a los recursos financieros y tecnológicos requeridos para su desarrollo.

Cadena de Valor – Negocio Biogás en Sectores Agrícolas, Acuícolas y Silvícolas



La cadena de valor planteada describe una serie de procesos compuestos por las actividades que se describen a continuación.

- a) Logística de entrada.** Corresponde al proceso desde dónde se adquieren los recursos para el desarrollo del negocio. Involucra toda la problemática de la obtención de los sustratos o materia prima e insumos requeridos para la producción de biogás.

Los contratos o acuerdos de abastecimiento en el caso de existir terceros involucrados deben contener y definir al menos los siguientes aspectos: Lugar y condiciones de entrega, Estacionalidad del suministro, Consumos mínimos, Precios de mercado, Condiciones de Facturación, Recepción de lodos finales, Condiciones de renovación de los contratos.

- b) Transformación.** En esta etapa se produce el biogás, ya sea mediante procesos bioquímicos (casos digestión residuos orgánicos), o termoquímicos (casos silvícola o biomasa seca)

Respecto del proceso de transformación termoquímica, el interés en desarrollar proyectos de biogás en el sector silvícola (mediante gasificación) no es evidente por el momento, debido principalmente a que aún no es una tecnología comercial, existe un fuerte uso alternativo de la biomasa y es un proceso de mayor complejidad tecnológica.

- c) Logística de Salida.** En este caso el producto terminado, el que tiene un valor para uso propio o para un tercero, puede ser:

- Biogás para generar energía eléctrica y/o térmica, la(s) que serán utilizadas para autoconsumo o venta a un tercero
- Biogás depurado para su uso directo en motores, pero en el presente análisis este potencial uso lo consideramos de menor relevancia.

- d) Marketing y ventas.** Corresponde al proceso de comercialización del producto que se defina obtener.

- e) Servicios o Adicionalidades del negocio.** Las prestaciones de servicios adicionales que se visualizan en este negocio corresponden principalmente a Mejoramiento de la imagen de la empresa, Posibilidad de disminuir la huella de carbono, Uso eficiente de los recursos, Uso de espacios para disposición y ordenamiento de residuos, Producción de fertilizante.

5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN INTERNACIONAL.

5.1. Selección de Países Extranjeros a Estudiar.

En conjunto con la contraparte técnica se seleccionaron 5 países para investigar los modelos de negocios que han aplicado y que permiten rentabilizar el uso de biogás. Los países seleccionados fueron: Alemania, España, Brasil, Canadá y Suecia. Alemania es el principal productor mundial con 5.000 plantas funcionando.

Los países nombrados han presentado en los últimos años avances importantes en el área de biogás, traduciéndose en una cantidad importante de proyectos, muchos de los cuales ya se encuentran en funcionamiento.

Factores comunes en los 3 países europeos, además de Canadá, es que proyectos de biogás reciben impulso estatal en forma de subsidios a la inversión. En Alemania, España y Canadá los proyectos de biogás que generen energía para su venta a la red tienen tarifa garantizada.

En Suecia se ha dado también impulso al uso del biogás como combustible vehicular. Estableciéndolo como combustible libre de impuesto y subsidiando la compra de vehículos que funcionen con biometano.

Brasil cuenta con un programa de incentivo de fuentes alternativas de energía eléctrica (PROINFA). En este país no se considera un incentivo específico para el uso de biogás proveniente de residuos agropecuarios. Los últimos proyectos que se han llevado a cabo se ubican en el Sur del país y han sido impulsados por la Empresa Generadora Itaipú y apoyados por la distribuidora de electricidad COPEL.

6. ENCUESTAS Y ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES.

Se realizó encuestas a asociaciones y cooperativas de productores de los rubros analizados, con el propósito de conocer el grado de organización de los sectores relevantes y su grado de conocimiento e interés en el tema del biogás.

En total se enviaron 33 encuestas con una respuesta efectiva de 26 consultados. En relación al interés general manifestado en el tema del biogás, se hicieron cuatro consultas obteniendo los resultados mostrados en el siguiente cuadro.

Resultados en Consultas de Interés en Tema Biogás

Pregunta	Sí	No	No Sabe/No Responde
¿Existe encargado de temas energéticos?	50	50%	0%
¿Ha desarrollado alguna actividad en tema Biogases?	42%	58%	0%
¿Ha tenido contacto previo con alguna organización por tema Biogases?	69%	23%	8%
¿Existe alguna iniciativa entre los afiliados en proyectos relacionados con biogás?	35%	38%	27%

Además se realizaron entrevistas telefónicas a la gran mayoría de los que respondieron. Con esto fue posible obtener mayor información sobre de acuerdo a cada tipo de organización como objetivos, interés a desarrollar estos temas y opiniones generales respecto del tema del biogás.

Se realizaron entrevistas formales a los expertos de diferentes sectores, tanto Empresas de Ingeniería, Consultores Privados, Sector Académico, entre otras que permitieron tener una visión global de la realidad de Chile.

Asimismo se entrevistó a representantes del Sector Público de Instituciones como: CORFO, ODEPA, CER e INDAP.

7. MODELOS DE NEGOCIOS NACIONALES Y EXTRANJEROS.

Los modelos de negocios detectados del análisis internacional y nacional son los siguientes y se explican según la cadena de valor descrita en el punto anterior.

Resumen Modelos de Negocios en Alemania.

CADENA DE VALOR	Descripción	Agricultor propietario con mix de cultivo energético (Alemania)	Agricultor propietario con mix de residuo orgánico (Alemania)	Inversionista Externo (Alemania)	Cooperación de Municipalidad y Agricultores (Alemania)
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Económico. Negocio adicional al negocio principal	Económico. Negocio adicional al negocio principal	Económico. Negocio orientado a la producción eléctrica y térmica	Sustentabilidad. Mayor eficiencia en servicios de Municipalidad (electricidad y generación térmica distrital)
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Guano de Broiler, silo de maíz y rastrojo de raps	Residuos agrícolas de plantaciones (biomasa) + otros residuos orgánicos	Residuos agrícolas, agroindustriales y/o municipales	Residuos agrícolas, agroindustriales y municipales
	Proveedor de sustrato	Agricultor	Agricultor + otros que pagan por depositar sus residuos	Agricultores varios, agroindustrias y/o municipalidades	Integrantes del pueblo
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en Planta Municipal
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Acuerdos contractuales de entrega y recepción de residuos de otros	Acuerdos contractuales de entrega y recepción de residuos de otros	Acuerdos contractuales de entrega, recepción de residuos y posterior retiro de fertilizantes
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica
	Inversión en Activos Fijos	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Financiamiento de Estudios Preliminares	s/i	s/i	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Ingeniería	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Construcción y Montaje	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Operación	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	NO	NO	NO	NO
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	CO	CO	CO	CO
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTOABASTECIMIENTO	Electricidad	Consumo propio y venta de energía eléctrica a sistema	Consumo propio y venta de energía eléctrica a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema
	Calor Enfriamiento Motor	Reemplazo de otras fuentes para calefacción, agua caliente y otros usos	Reemplazo de otras fuentes para calefacción, agua caliente y otros usos	Venta de Calor a tercero	Venta de Calor sistema de distribución distrital
	Uso directo de Biogás (Si/No)	No	No	No	No
	Abono (Si/No)	Sin Información	Si	Si	Si (cada agricultor retira cantidad equivalente a la aportada)
	Otros Ingresos	--	Disposición final de residuos orgánicos	--	--
Etapas de desarrollo del proyecto		Operando	Operando	Operando	Operando
Factores de Éxito del Modelo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo
	Propiedad del sustrato	Derechos o propiedad sobre el sustrato	Subsidios a la Inversión	Subsidios a la Inversión	
	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	
	Subsidios al precio (Bonos) e Inversión	Subsidios al precio (Bonos) e Inversión	Contrato a largo plazo por sustrato	Propiedad sobre el sustrato	
	Alto porcentaje de Financiamiento externo	Ingresos por tratamiento de desechos de terceros	Subsidios al precio (Bonos)		
		Alto porcentaje de Financiamiento externo	Alto porcentaje de Financiamiento externo		

Resumen Modelos de Negocios Brasil – España – Canadá.

CADENA DE VALOR	Descripción	Productor Agropecuario - Granja Colombari (Brasil)	Asociación Agricultores Vía Gasoducto (Brasil)	Sociedad de Inversores (ESPAÑA)	Productor Agropecuario (Canadá)
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Ambiental. Contaminación en las aguas utilizadas para generación eléctrica (ITAIPIU).	Ambiental. Promover sustentabilidad de las actividades agropecuarias de propiedad familiar	Económico. Mayor rentabilidad frente a otras alternativas de energías renovables. Subvención de tarifas por 15 años.	Ambiental. Manejo ambiental de estiércol de bovinos en granja productora de leche
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Residuos agropecuarios (porcinos)	Residuos agropecuarios (vacunos y porcinos)	Purines de ganadería y residuos agroalimentarios	Estiércol de Bovinos y Grasa (residuos de Restaurante)
	Proveedor de sustrato	Ganadero	Integrantes del condominio de agricultores (41)	Agricultor	Agricultor asociado a empresa de Recolección de residuos de restaurantes
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás en terreno del mismo agricultor. Generación de energía en mini central térmica.	Planta de acopio propia	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Acuerdos contractuales de entrega y recepción	Acuerdo entre productores de residuos.
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica
	Inversión en Activos Fijos	Capital propio	Capital propio	30% Capital procedente de Soc. de Inversionistas (BioCapital). 70% Financiamiento bancario	Capitales Propios y Programa de Gobierno de Ontario
	Financiamiento de Estudios Preliminares	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Capital propio
	Ingeniería	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Etapas 1: Ganaderos Etapas 2: Programa Gubernamental Ontario 40% Ganaderos 60%
	Construcción y Montaje	Capital propio	Capital propio	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Capital propio
	Operación	Capital propio	Capital propio	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Capital propio
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	NO	NO	NO	NO
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	EE	CO	EE	CO
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTO-ABASTECIMIENTO	Electricidad	Venta de energía eléctrica a sistema	Venta de biogás mini central térmica. Generación energía eléctrica para venta a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema
	Calor Enfriamiento Motor	No	Si	S/i	Reemplazo de otras fuentes para calefacción, agua caliente y otros usos
	Uso directo de Biogás (Si/No)	No	No	No	No
	Abono (Si/No)	Si	Si	S/i	Si (Utilizado en Propia Granja)
	Otro	Venta de Bonos de Carbono	Venta de Bonos de Carbono		
Etapas de desarrollo del proyecto		Operando	Operando	Ingeniería básica	Operando
Factores de Éxito del Modelo		Apoyo de FINEP (Estatel)	Apoyo de FINEP (Estatel)	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo
		Venta Bonos Carbono	Venta Bonos Carbono	Conocimiento técnico	Subsidios a la Inversión
		Apoyo de Empresa Generadora	Apoyo Empresa Generadora	Alto porcentaje de Financiamiento externo	Propiedad sobre el sustrato
			Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)		Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)

Resumen Modelos de Negocios en Chile – Parte 1 de 2

CADENA DE VALOR	Descripción	Agroindustria	Agrícola + Ganadera	Pequeño Productor Pecuario
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios. Biogás no es el objetivo sólo un subproducto.	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Residuos propios	Residuos propios	Residuos propios de plantas lecheras
	Proveedor de sustrato	Empresas grandes o medianas.	HBS Energía	Plantas lecheras impulsadas por Cooperativa Eléctrica
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás en terreno de agroindustria	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno de empresa agrícola	Plantas de acopio, generación de biogás y energía distribuidas en cada proveedor del sustrato.
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Sin acuerdos. Dentro de cada planta
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica
	Inversión en Activos Fijos	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado
	Financiamiento de Estudios Preliminares	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado+Apoyo
	Ingeniería	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado+Apoyo
	Construcción y Montaje	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado
	Operación	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	NO	NO	NO
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	ET y resto en antorchas	CO	CO
	Ingresos por Fertilizantes (SI/NO)	NO	SI	NO
	Ingresos por venta de energía	Consumo propio	Venta a la red eléctrica + Consumo Propio (EE+ET)	Consumo Propio distribuido (EE+ET)
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTOABASTECIMIENTO	Electricidad	No se Genera	Venta de energía eléctrica a sistema	Consumo propio de energía eléctrica
	Calor Enfriamiento Motor	No se Genera	S/i	S/i
	Uso directo de Biogás (Si/No)	Si	No	No
	Abono (Si/No)	No	Si (Uso en predio propio)	No
	Otro	Venta de Bonos de Carbono		
Etapa de desarrollo del proyecto		Operando	En construcción	En Piloto
Factores de Éxito del Modelo		Propiedad del sustrato	Propiedad del sustrato	Propiedad del sustrato
		Solución a tratamiento residuos	Uso de digestato como fertilizante	Solución a tratamiento residuos
		Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)		Asesoría Técnica Cooperativa Eléctrica

Resumen Modelos de Negocios en Chile – Parte 2 de 2

CADENA DE VALOR	Descripción	Empresa de Generación de Energía con Mix de Cultivo y Guano aves	Productor Agroindustrial	Intermediario Recolector de Biomasa
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Económico. Negocio orientado a la producción eléctrica o biometano (por definir) y venta de biofertilizante	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios	Económico. Se recolectan residuos de manejo forestal a costo cero o bajo costo. Se procesa para ser vendido como combustible de calderas.
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Guano de aves y paletas de tunas (cultivo energético)	Suero de leche agotado	Biomasa: Residuos forestales
	Proveedor de sustrato	Plantas avícolas y cultivo energético	Empresa dedicada a proceso de obtención de proteínas a partir de residuos de queserías	Pequeños y Medianos productores forestales
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato, Generación de Biogás y energía en planta generación de energía	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás en terreno de agroindustria	Proceso en terreno del proveedor: Triturado y cargado en camiones
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Acuerdos contractuales de entrega con productores de residuos. Cultivo energético propio	Acuerdos de entrega con productores de residuos	Se habilita terreno para acopio de residuos y posterior retiro. Productor ahorro costo y riesgo de almacenar residuos
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Máquina trituradora y cargadora móvil (No Orientado a Producción de Biogás)
	Inversión en Activos Fijos	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Financiamiento de Estudios Preliminares	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Ingeniería	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Construcción y Montaje	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Operación	Capital propio	Capital propio	Capital propio
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	No definido	NO	No produce Biogás
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	No definido, se manejan opciones	ET, excedentes EE	No produce energía de forma directa. Produce combustible para calderas
	Ingresos por Fertilizantes (SI/NO)	SI	NO	No Genera Fertilizantes
	Ingresos por venta de energía	No definido, se manejan opciones	Consumo Propio distribuido (EE+ET)	No vende Energía
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTOABASTECIMIENTO	Electricidad	En estudio Venta de energía eléctrica a sistema	Secundario, si existen exedentes	No se Genera
	Calor Enfriamiento Motor	No	No	No se Genera
	Uso directo de Biogás (Si/No)	En estudio venta de Biometano a distribuidor GN	Reemplazo de combustible fósil en proceso productivo	No se Genera
	Abono (Si/No)	Comercialización de abono en estudio	No	No se Genera
	Otro	Venta de Bonos de Carbono		No se Genera
Etapas de desarrollo del proyecto		Estudio de Factibilidad	Estudio de Factibilidad	Operando
Factores de Éxito del Modelo		Solución a tratamiento residuos	Solución a tratamiento residuos	Solución ambiental
		Derechos o propiedad sobre el sustrato	Propiedad del sustrato	Valorización de residuos
		Venta Bonos Carbono	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Uso directo de biogás)	
		Venta de Fertilizante		

7.1. Proyectos Tipos Identificados

Se han seleccionado los siguientes **proyectos tipos** como los de mayor factibilidad técnica y económica en las actuales condiciones en Chile, nombrándolos en orden decreciente:

- a) Residuos de crianza de cerdos (purines), los cuales según los sistemas de crianza permiten el retiro de residuos en un solo lugar.
- b) Residuos de Aves (guano), en las que su explotación es en un solo lugar y por lo mismo permite la recolección concentrada.
- c) Residuos del sector bovino (estiércol). Para este caso en la práctica sólo sería factible considerar explotaciones donde al menos parte del tiempo los animales permanezcan en corrales o en galpones (por ejemplo durante ordeñas de vacas de leche), ya que en campo abierto no es factible la recolección de las fecas.
- d) Residuos orgánicos finales de procesamiento de vegetales, frutas, hortalizas y semillas (agroindustria), cuando son recolectados en centros de acopio o rellenos sanitarios. Idealmente deben ser mezclados con otros residuos más ricos en material orgánico, como los provenientes de las excretas de animales y residuos de alimento.
- e) Lodos finales de Piscicultura. En este segmento es factible considerar la obtención de lodos en las piscinas de ciclo cerrado con algún porcentaje de agua fresca (del orden del 5%) y que es el residuo final de toda la cadena de producción.
- f) Suero de Leche, que se genera como subproducto de los procesos de las plantas industriales lecheras. Así mismo Agroindustrias de gran tamaño que generen residuos de forma importante pueden ser propicias para el desarrollo de este modelo de negocio.
- g) Residuos finales de faenadoras de diferentes tipos de carne, en este caso, al igual que el acuícola sólo es aplicable en la etapa de los residuos finales.
- h) Cultivos energéticos. Según la experiencia recogida de diversos proyectos en estudio en Chile, la factibilidad de un negocio de cultivos energéticos debería tender a buscarse en terrenos considerados normalmente como de menor fertilidad para la producción alimenticia.

- i) Producción de gas combustible a partir de residuos forestales como subproducto final, en vez de utilizarlo directamente como biomasa. Este tipo de proyectos podría llegar a ser factible en el largo plazo.

8. TALLERES DE DISCUSIÓN DE MODELOS, CON ACTORES RELEVANTES

Se realizaron dos talleres de discusión sobre ventajas y desventajas de aplicar diferentes modelos de negocios. Discutiendo los siguientes:

- a) 1 ó 2 productores, dueños del sustrato, generan el biogás.
- b) Asociación de productores que son dueños del sustrato, generan el biogás.
- c) Un tercero realiza el negocio (ESCO).

Los resultados de dichos talleres se muestran a continuación.

Resultados en Taller

Modelo	Ventajas	Debilidades
1 o 2 productores, dueños del sustrato, generan el biogás.	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad en el abastecimiento. • Modelo rápidamente replicable en base a casos exitosos de productores pioneros. • El productor es el dueño y dispone de su sustrato. • Puede generar energía eléctrica y ser destinada a autoconsumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en acceso a financiamiento. • Productor sale del negocio conocido. • No existe una industria desarrollada con proveedores conocidos.
Asociación de productores que son dueños del sustrato, generan el biogás.	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de alcanzar economías de escala con proyectos de mayor tamaño. • Simplificar la comercialización o entrega del digestato entre los asociados. • Menor riesgo y el cierre del ciclo de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de una logística de transporte. • Necesidad de almacenar el sustrato. • Reticencia que podrían tener los productores para involucrarse en un negocio desconocido.
Un tercero realiza el negocio (ESCO).	<ul style="list-style-type: none"> • Inversionista conoce el negocio de la venta de energía y mantiene al productor de residuo en el negocio propio. Productor se libera de un problema de disposición de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inseguridad en cumplimiento de acuerdos de entrega y retiro de biomasa. • Falta de garantía que la empresa ESCO tiene sobre disponer del sustrato.

Respecto de las características más específicas de la cadena de valor de un negocio de biogás, los asistentes mencionaron que resulta más fácil comercializar electricidad que energía térmica y que la cogeneración resulta mejor a la producción de electricidad o calor de forma separada.

Dentro de las otras posibles mejoras que los participantes del taller aportaron está la necesidad de una mayor difusión de la tecnología, en los diversos entes que participarían de un proyecto, facilitar trámites ambientales para proyectos “verdes” y contar con una regulación y normativa claras para este tipo de proyectos.

9. PROPOSICIÓN Y DESARROLLO DE MODELOS DE NEGOCIO.

9.1. Definición de Modelos de Negocio.

La selección de modelos de negocio se orientó hacia aquéllos de mayor volumen y de aplicación potencial en las zonas productivas de los rubros estudiados, dadas las condiciones regulatorias y de mercado vigentes actualmente en Chile.

Se definen los siguientes modelos aplicables a la realidad nacional.

- a) **“Modelo de Autoproducción”**. Corresponde a un mediano productor individual que utilizaría tecnología de menor inversión. Considera que el producto final no es comercializado sino utilizado en autoconsumo, por lo cual los ingresos corresponden a los ahorros en uso de energía (térmica y/o eléctrica).
- b) **“Modelo Asociativo”**. Que considera la asociación de medianos productores, para alcanzar los niveles de producción que hagan rentable una planta, de tamaño superior a los 500kW, que haga rentable la venta de energía eléctrica a la red.

De acuerdo a la opinión del consultor, como la de las mismas Asociaciones Gremiales o Cooperativas, el papel de éstas podría ser aglutinar a grupos de asociados y darles asesoría técnica, pero no participar directamente en los proyectos, dado que cuentan con muchos afiliados, de los cuales sólo algunos podrían participar.

Este apoyo puede ser especialmente relevante en el caso de las cooperativas eléctricas, que conocen el negocio y pueden estar interesadas en contar con un abastecimiento alternativo. El apoyo de las asociaciones y cooperativas también podría extenderse a los productores pequeños y grandes.

- c) **“Modelo Individual”** aplicable a grandes productores, que por sí solos alcanzan tamaños de planta superiores a los 500kW. Considera la venta de la energía a terceros.
- d) Modelo ESCO, valido tanto para el **caso asociativo** como para el de grandes productores. Un ente independiente tipo ESCO sería quién articule este negocio, gestionando su realización y posterior operación. Una ESCO puede tomar todas las etapas de realización del proyecto, desde el financiamiento, pasando por la instalación y posterior operación de la planta. La ESCO podría ser uno de los socios de un proyecto asociativo o bien realizar sola el negocio comprando los sustratos a productores agropecuarios o acuícolas.

9.2. Estimación de Proyectos Posibles.

La cantidad de proyectos posibles se ha estimado haciendo uso del análisis estadístico de zonas de concentración de sustratos y los tamaños de los modelos de negocios antes mencionados.

El cuadro siguiente presenta la cantidad de proyectos posibles a nivel nacional separado por tipo de sustrato principal y tamaño que alcanzaría la instalación.

Cuantificación de Proyectos Posibles

Rubro	Autoprodutores			Individuales			Asociativos			Total	
	N°	kW _ Total	kW _ Prom	N°	kW _ Total	kW _ Prom	N°	kW _ Total	kW _ Prom	N°	kW _ Total
Cerdos + Residuos Cultivos	38	1.722	45	25	48.422	1.937	6	6.020	1.003	69	56.164
Bovinos + Residuos Cultivos	3.797	107.717	28	6	5.131	855	26	14.936	574	3.829	127.785
Aves	136	7.123	52	82	132.716	1.618	28	17.510	625	246	157.348
Agroindustria							27	21.784	807	27	21.784
Total	3.971	116.562	29	113	186.269	1.648	87	60.250	693	4.171	363.081

Nota: Se considera una operación de 8.000 horas anuales.

Se considera factible el desarrollo de 1 proyecto asociativo a base de residuos de piscicultura en la X región con una potencia del orden de 450 kW. Por lo que el total de proyectos asociativos sería de 88 Proyectos.

9.3. Aplicación de Proyectos Tipo a Modelos de Negocio.

El cuadro siguiente presenta la aplicabilidad de los modelos de negocio propuestos para cada proyecto tipo identificado en el Capítulo 7.

Aplicación de Modelos de Negocio a Proyectos Tipo

Origen Principal de Sustrato	Modelo de Negocio			
	Modelo AutoProductor	Modelo Asociativo	Modelo Individual	Modelo ESCO
Purines de Cerdos	✓	✓	✓	✓
Purines de Bovino	✓	✓	✓	✓
Guano de Aves	✓	✓	✓	✓
Lodos de Piscicultura		✓		✓
Residuos Agrícolas	✓	✓	✓	✓
Residuos Silvícolas		✓	✓	✓
Cultivos Energéticos				✓
Agroindustria*		✓	✓	✓

(*) Incluye residuos como suero de leche, residuos de procesamiento de vegetales, frutas, hortalizas y semillas y residuos de faenadoras de animales.

10. ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE FOMENTO EXISTENTES.

Se realizó un levantamiento de los instrumentos de fomento que actualmente están disponibles en CORFO, FIA e INDAP y de otras fuentes de financiamiento posibles de obtener por proyectos de biogás combustible.

Otras fuentes de financiamiento estudiadas corresponden a Inversionistas Ángeles, Fondos de Garantía (FOGAPE y FOGAIN) y Capitales de Riesgo (Líneas F3 y K1 de CORFO).

• Limitaciones de Instrumentos Relevantes Actuales.

Preinversión en ERNC.

- Tope de 2% de inversión inicial estimada, la que debe ser mayor a UF 12.000.
- Ventas máximas de beneficiario deben ser menores a UF 1.000.000.
- Sólo aplicable en la Región Metropolitana. Resto del país se debe postular a instrumento “Asesoría especializada en etapa de preinversión” que ofrece condiciones equivalentes, pero no es específico para proyectos ERNC.

Preinversión en Etapa Avanzada para Proyectos de ERNC.

- Tope de 5% de inversión inicial estimada.
- Sólo aplicable en proyectos de generación eléctrica.
- Inversión inicial estimada debe ser mayor a US\$ 400.000.

Fondo de Garantía FOGAPE.

- No es específico para ERNC.

- Ventas máximas de beneficiario de UF 25.000
- En caso de asignarse a una Asociación, el 60% de los participantes debe cumplir con monto máximo de ventas.
- Comisión 2%.

Fondo de Garantía FOGAIN.

- No es específico para ERNC.
- Ventas máximas de beneficiario de UF 200.000
- Comisión 2%.

Capital de Riesgo Bajo Línea F3 de CORFO.

- Patrimonio máximo de Beneficiario UF 100.000

Capital de Riesgo Bajo Línea K1 de CORFO.

- Ventas máximas de Beneficiario de UF 400.000 (1,6 Millones de US\$).
- No específico para ERNC.

- **Modificaciones Propuestas a Instrumentos Actuales.**

- a. **Subsidios a Estudios de Preinversión**

- Se propone levantar la exigencia de que los proyectos sólo deben limitarse a la generación eléctrica. Se sugiere también disminuir el monto de inversión mínima aceptada a US\$ 100.000, con el fin de incluir proyectos menores.

- b. **Fondo de Garantía.**

- Se propone crear un nuevo fondo de garantías específicas para proyectos de ERNC similar al FOGAPE y FOGAIN, aplicable para empresarios individuales o asociaciones de éstos. Este podría cubrir hasta un 80% del monto de la inversión para proyectos de hasta US\$ 5.000.000.- (\pm 2,5 MW) aplicable a empresas con ventas hasta UF 1.000.000.

- c. **Capital de Riesgo.**

- Se propone aumentar el patrimonio máximo del beneficiario en el caso del fondo F3 o mejor reemplazarlo por el límite de UF 400.000 de las ventas, definido para el K1.

- **Propuesta de Nuevo Instrumentos.**

Este instrumento tendría como objetivo otorgar un cofinanciamiento para el desarrollo de la asociatividad de empresas que tengan iniciativas que se orienten a materializar proyectos para el uso energético de biogases combustibles. Este instrumento se basa en el instrumento “Proyectos Asociativo de Fomento” (Profo).

El resumen de las características de este instrumento propuesto se presentan en el cuadro siguiente:

Etapa 1: Formulación de Proyecto	% Cobertura	Monto Máximo Cobertura
Subsidio:		
Gestión de Proyecto Asociativo	50%	1.000 UF
Estudios de factibilidad, ambientales y eléctricos	50%	300 UF
Requisitos: Cumplir con requisitos de postulación al instrumento.		
Resultados Mínimos Esperados: Formalizar Asociación entre las empresas, Estudio de Factibilidad, Estudios Ambientales Aprobados, Estudios de Conexión a la Red Eléctrica, si corresponden.		
Plazo para Ejecución de Etapa: 1 año		
Etapa 2: Ejecución de Proyecto	% Cobertura	Monto Máximo Cobertura
Subsidio:		
Administración de Proyecto (Ingeniería y Construcción)	50%	1.500 UF
Ingeniería básica	50%	3.000 UF
Requisitos: Entregar Resultados Mínimos Esperados de la Etapa 1.		
Resultados Mínimos Esperados: Empresa formada, proyecto construido, listo para operar		
Plazo para Ejecución de Etapa: 1 año		
Etapa 3: Puesta en Marcha	% Cobertura	Monto Máximo Cobertura
Subsidio:		
Administración de Proyecto	50%	1.500 UF
Asesoría de experto y capacitación de personal	50%	500 UF
Requisitos: Entregar Resultados Mínimos Esperados de la Etapa 2.		
Resultados Mínimos Esperados: Empresa y proyecto funcionando a régimen, con personal capacitado.		
Plazo para Ejecución de Etapa: 1 año		

11. CONCLUSIONES.

11.1. Modelos.

Considerando la experiencia internacional y nacional, los análisis económicos preliminares y la opinión de expertos, los modelos de negocio seleccionados para los sectores en estudio, son:

a) Modelo Individual.

Comprende agroindustrias y productores agropecuarios que generan gran volumen de residuos orgánicos que les permitiría generar más de 400 MWh/año de energía eléctrica (500 kW de potencia). Este tamaño es suficiente para rentabilizar el negocio utilizando tecnología tradicional y poder adquirir el conocimiento técnico necesario. Su objetivo es vender energía eléctrica y en lo posible utilizar el calor residual.

b) Modelo Asociativo.

Corresponde a una asociación de varios productores medianos de residuos agropecuarios o agroindustriales. Su objetivo es alcanzar un tamaño de planta generadora de biogás similar al anterior, para generar y vender energía eléctrica. El requisito es que las instalaciones estén cercanas en un radio no mayor de 30 km.

c) Modelo Autoprodutor.

Se refiere a un productor agropecuario individual que utilizando una tecnología más simple, puede rentabilizar el proyecto. Es válido para tamaños entre 10 y 100 kW de potencia. Se basa en el autoconsumo productivo de energía eléctrica.

d) Modelo ESCO.

Este puede adoptar dos modalidades: la ESCO es dueña del negocio completo, para lo cual debe establecer contratos de largo plazo para abastecerse del sustrato. En lo demás correspondería al modelo del gran productor.

La otra alternativa es la asociación de la ESCO con uno o más proveedores de sustrato, formando una tercera empresa. La ESCO aporta parte del capital y el conocimiento técnico.

11.2. Tipos de Proyectos.

Los tipos de proyectos más factibles de generación de biogás de los sectores silvo agropecuarios y acuícolas, considerando la disponibilidad y ubicación de los recursos, factores económicos y tecnológicos, son:

- a) Utilización de purines de vacunos y cerdos.
- b) Utilización de guano de aves
- c) Residuos y RILES de Agroindustrias tales como procesadoras de frutas y hortalizas, faenadoras de carne, suero de leche, etc.
- d) Lodos finales de piscicultura producidos en las primeras etapas de crianza de salmones y truchas. Los desechos de ejemplares adultos no son rescatables (mar abierto) y los desechos de procesamiento se utilizan para producir alimentos animales.
- e) Cultivos energéticos. Estos pueden ser de diverso tipo: maíz, tunas, etc. En general conviene mezclarlos con desechos animales (purines, guanos). Dado que requieren de un costo de obtención del sustrato, su factibilidad es menor en el corto y mediano plazos.
- f) Utilización de residuos forestales. Los residuos forestales pueden ser gasificados, obteniéndose syngas. A pesar de la alta producción de residuos, más del 90% de ellos se destina a otros usos, tales como combustible directo, para fabricación de tableros, etc. Además esta tecnología no tiene un desarrollo tecnológico aplicado en forma masiva, lo que encarece su instalación.

Cabe señalar que las plantas permiten la mezcla de residuos, lo que muchas veces es beneficioso.

11.3. Potencial de Recursos y Cantidad de Proyectos Potenciales.

La masa de residuos disponibles de los principales rubros de los sectores en estudio se muestra a continuación junto con el potencial estimado de biogás que se podría obtener.

Masa de Residuos y Potencial Energético

Sustrato	Masa de Residuos (*) Ton M.O.	Potencial		
		Biogás km ³ /año	Térmico Gcal/año	Eléctrico MWh/año
Purines Cerdo	395.861	152.406	717.834	331.688
Purines Bovinos	1.547.459	618.984	3.045.457	1.480.379
Guano Aves	4	217.638.648	532.733	2.961.997
Desechos de Cultivos	425.746	245.677	1.326.657	617.161
Lodo Piscicultura (*)	6.939	1.714	9.255	4.305
Agroindustria	132.305	67.401	363.968	169.318
Total	2.508.314	218.724.830	5.995.903	5.564.848

(*) Como materia seca

Con esta disponibilidad de residuos la cantidad potencial de proyectos, bajo cada modelo de negocio, posibles a nivel nacional llegaría a:

Autoproducción: 3.971 proyectos, de estos cerca del 95% corresponden a uso de un mix de purines de bovinos y residuos de cultivos agrícolas.

Individual: 113 proyectos, estos corresponden, en su mayoría, a residuos de la cría de cerdos y pollos en los grandes planteles ubicados en el centro del país. Existe una pequeña cantidad de productores bovinos (6) que cuentan con sustratos suficientes al agregar residuos agrícolas disponibles.

Asociativo: 87 proyectos, bajo los criterios de agrupar productores ubicados geográficamente cerca y que logren una potencia conjunta mayor a 500 kW. Corresponderían a proyectos que usarían purines de bovinos, aves o agroindustria, en menor medida podrían participar productores de cerdos.

11.4. Incentivos.

Existe un conjunto de incentivos otorgados por el Estado, que han impulsado el desarrollo de algunas ERNC (centrales minihidráulicas y eólicas), pero en el caso del biogás, se han apoyado varios estudios preliminares con escasos resultados.

El consultor considera que sería necesario modificar los instrumentos existentes para apoyar los modelos de negocio planteados en este estudio levantando las siguientes restricciones:

- a) Los incentivos están orientados a la generación eléctrica, siendo que el biogás se puede utilizar también directamente como combustible.
- b) El tamaño de los proyectos a bonificar tiene un límite inferior muy alto, lo que excluye a una gran cantidad de proyectos potenciales de biogás, considerando que éstos en general son de menor tamaño que los de otras energías renovables.
- c) Los fondos de garantías estatales (FOGAPE y FOGAIN) sólo cubren hasta el 50% de los créditos. Estos proyectos son percibidos de alto riesgo por bancos e inversionistas, por lo que para incentivarlos convendría aumentar el monto de garantía.
- d) Los fondos de Capital de Riesgo bajo la línea F3 de CORFO limitan los aportes sólo a empresas con patrimonio menos a US\$ 100.000.

Además de las modificaciones a instrumentos actuales se propone crear un instrumento específico para impulsar el desarrollo de proyectos asociativos de biogás. El objetivo de este instrumento sería otorgar un cofinanciamiento para el desarrollo de la asociatividad de productores de residuos, principalmente agropecuarios tendiente a materializar proyectos para la producción y el uso energético de biogases combustibles.

El siguiente cuadro resume el número de proyectos que podrían acogerse a los instrumentos y el costo total que cada uno de éstos tendría para el país bajo dos escenarios, pesimista y optimista.

Estimación de Aporte Estatal

INSTRUMENTO	ESCENARIO PESIMISTA		ESCENARIO OPTIMISTA	
	Nº PROYECTOS AÑO	COSTO UF	Nº PROYECTOS AÑO	COSTO UF
SUBSIDIO ASOCIATIVO	5	35.000	9	63.000
SUBSIDIO PREINVERSION	15	26.500	27	42.500
TOTAL SUBSIDIOS	20	61.500	36	105.500
GARANTIA	20	706.000	36	1.162.000
TOTAL PROYECTOS FINANCIADOS	20	767.500	36	1.267.500

Nota: Los posibles proyectos en los que participen ESCOS están incluidos en la cantidad de proyectos asociativos e individuales.

1. INTRODUCCIÓN.

En este informe se presenta el desarrollo de las actividades definidas para este estudio, con el propósito de cumplir con los objetivos planteados y que se detallan a continuación.

1.1. Objetivos del Estudio.

1.1.1. Objetivo General.

Identificar los modelos de negocios para proyectos de biogases combustibles aplicables a la realidad nacional, en los sectores: **agropecuario, silvícola y acuícola**, evaluando los instrumentos de fomento existentes.

1.1.2. Objetivos Específicos.

- c) Identificar los modelos de negocios factibles que permitan el desarrollo de proyectos de biogás en el corto y mediano plazo, en los sectores agropecuario, silvícola y acuícola.
- d) Evaluar los instrumentos de fomento existentes, tanto aquellos de CORFO asociados a proyectos con ERNC y otros, así como también los instrumentos aplicables de otras instituciones nacionales, a objeto de determinar si ellos son funcionales a los proyectos evaluados y a los modelos de negocio propuestos.

1.2. Actividades y Metodología.

En resumen, las principales **actividades** realizadas para este estudio son las siguientes:

- a) Identificación de la Cadena de Valor del Negocio del Biogás
- b) Identificación de los modelos de negocio, de acuerdo a la experiencia internacional, que sean factibles de aplicar o de adaptar a la realidad nacional, incorporando un análisis de algunos modelos locales implementados.
- c) Identificación y selección de potenciales proyectos o procesos en los sectores de interés a los cuales aplicar los modelos de negocio identificados en la actividad anterior u otros factibles.

- d) Desarrollo cualitativo de los modelos de negocio que se han identificado como factibles, en los sectores de interés, considerando tamaño y rentabilidad de proyectos de biogás tipo, así como tipo, cantidad y estacionalidad de los sustratos, aspectos de organización de los sectores industriales objeto del presente estudio y de factores de mercado que se han detectado como relevantes para el desarrollo de este mercado.
- e) Talleres de Discusión orientados a los potenciales involucrados en el mercado del Biogás, y durante los cuales se sometieron a discusión los modelos de negocios identificados.
- f) Identificación de Zonas Geográficas de Concentración de Sustratos, en base a la información y estadísticas disponibles, respecto a cada sector en estudio.
- g) Análisis de los Instrumentos de Fomento Existentes y desarrollo de propuesta de adaptación de éstos.
- h) Taller de discusión de Propuestas de Instrumento de Fomento. Con el fin de presentar y mejorar las propuestas de estos instrumentos.

La **metodología** aplicada para este estudio incorpora el desarrollo de las siguientes actividades:

a) Recopilación de Información y Entrevistas.

Para este estudio se ha realizado una investigación del negocio del biogás tanto en Chile como en el extranjero, en los sectores en estudio (agropecuario, silvícola y acuícola) mediante la aplicación de entrevistas personales, telefónicas y también mediante cuestionarios escritos, identificando previamente a los principales actores del mercado objetivo.

Además se ha recopilado en forma exhaustiva información bibliográfica disponible principalmente en Internet y en forma directa en algunos organismos públicos y privados. En el **Anexo N° 1** se presenta el listado de las principales referencias, en términos de documentos y páginas de Internet consultadas en la realización del presente estudio.

b) Levantamiento de Casos de Modelos de Negocios Nacionales y Extranjeros.

Dentro de la investigación en el extranjero se realizaron consultas respecto a casos en: Alemania, España, Suecia, Canadá y Brasil.

En Chile se levantaron los principales modelos que están en estudio o en procesos de implementación.

c) Identificación y Descripción de Cadena de Valor de Modelos de Negocio de Biogás.

Para la identificación de los modelos se definieron las claves (o llaves) del negocio (“key Business”) que son aquéllos aspectos y condiciones distintivas que permiten que este tipo de proyectos se desarrolle y se transforme en una alternativa de inversión para quienes cuenten con el acceso a los recursos financieros y tecnológicos.

Para ello se aplicó la metodología de identificación de la **Cadena de Valor de este negocio**, en particular para los casos detectados a nivel internacional y nacional.

d) Identificación de Proyectos Tipo.

Una vez identificados los modelos de negocio, se definieron los proyectos tipo más representativos de este negocio, y que en la práctica han estado en estudio o en funcionamiento en el extranjero y en Chile, de acuerdo al levantamiento previamente realizado.

e) Actores Relevantes.

Se identificaron los actores relevantes para el desarrollo de modelos de negocio para el biogás, analizando la participación de cada ente y estudiando su relevancia para que este tipo de negocio se desarrolle.

f) Proposición de Modelos de Negocio Factibles.

En virtud de lo anterior, se rescataron los modelos de negocios para entregarlos a discusión con la contraparte técnica, desarrollando en este informe aquéllos de mayor potencial aplicación y desarrollo en Chile, dadas las condiciones regulatorias y de mercado vigentes.

g) Talleres de Discusión.

Se realizaron dos Talleres de Discusión, analizando en ellos los modelos de negocio planteados como más factibles de realizar. En la determinación de los actores relevantes se consideró la realidad de las regiones principales donde se encuentran los potenciales proyectos, según la ubicación de las fuentes de sustratos. Por esta razón, se definió,

en conjunto con la contraparte técnica, realizarlos en los siguientes lugares, en las fechas que se indican a continuación:

- **Taller N° 1.**

- Fecha: 03/12/2010
- Lugar: Hotel Panamericano, Temuco
- Invitados: asociaciones gremiales, principalmente lecheras, ganaderas, acuícolas. Consultores y académicos. Actores relevantes de la VIII región hacia el sur.
- Asistentes: 20 personas

- **Taller N° 2.**

- Fecha: 15/12/2010
- Lugar: Hotel San Francisco, Santiago
- Invitados: asociaciones gremiales, principalmente agrícolas, silvícolas, vitivinícolas, avícolas. Consultores y académicos. Actores relevantes de la VIII región hacia el norte, y todos aquéllos que no pudiendo asistir al Taller N° 1, solicitaron ser invitados a éste.
- Asistentes: 16 personas

h) Mapa Geográfico.

Para cada uno de los sectores se identificaron los principales sustratos. En base a la disponibilidad de estadísticas actualizadas de producción y el acceso a esa información, se elaboraron mapas geográficos de concentración de los diferentes recursos relevantes.

i) Instrumentos de Fomento y Fuentes de Financiamiento.

Se realizó un levantamiento de los diferentes instrumentos de fomento a los que puede optar un proyecto que genere energía a partir de Biogás. Este incluyó la recopilación de la información pública disponible y el contacto con diferentes entes que administran fondos para financiamiento de proyectos, (CORFO, FIA, CER).

También se tomó contacto con inversionistas privados, del tipo ESCO y de Capitales Ángeles, a los cuáles se consultó su experiencia e interés en el negocio de biogás y se consultó, a su juicio, los requisitos que un proyecto de estas características debiese tener para ser interesante para ellos.

En base a la información levantada se analizaron propuestas de modificaciones las cuales fueron sometidas a discusión con un ejecutivo de CORFO con experiencia en el tema, y cuyos resultados se presentan en este informe.

Como última etapa de este estudio se realizó una reunión-taller de discusión de los instrumentos propuestos, contando con la participación de representantes del CER, INDAP, FIA y ODEPA.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MERCADO DE BIOGÁS.

2.1. Tipos de Biogases Combustibles.

Se entenderá por biogases combustibles a aquellos que se obtienen de la degradación bioquímica de biomasa (biogás) y a aquellos que se obtienen de la degradación termoquímica de la biomasa (gas de síntesis).

El biogás es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos (bacterias metanogénicas, acidogénicas, etc.), en ausencia de oxígeno, es decir en condiciones anaeróbicas.

Este gas está compuesto, principalmente, por metano (CH₄, entre 50% y 75%) y dióxido de carbono (CO₂, entre 25% y 45%), además de otros gases con presencia menor al 2%. La mayor o menor proporción relativa de estos gases dependerá de las características de la materia orgánica que se degrada (sustrato) y de las condiciones del proceso. Su poder calorífico depende de su composición y por tanto puede variar entre 18.840 kJ/m³ y 28.260 kJ/m³.

En términos simples el biogás es un combustible equivalente a un gas natural diluido, que además contiene algunas impurezas (sulfuro de hidrógeno y trazas de amoníaco y siloxanos) que requieren ser retiradas para poder ser usado en motores de combustión.

El denominado gas de síntesis, o Syngas, es un combustible que se obtiene mediante una combustión incompleta de la biomasa a alta temperatura (gasificación). El gas de síntesis está compuesto por CO, CO₂, H₂, CH₄ y otros elementos en distintas proporciones. Su composición y, por lo tanto, su poder calorífico, depende del tipo de biomasa de la cual se obtenga, el contenido de humedad y del agente gasificante empleado para su obtención. El poder calorífico del Syngas puede llegar hasta los 10.500 kJ/m³.

2.2. Sustratos para Producción de Biogases Combustibles.

En la figura siguiente se muestra esquemáticamente los diferentes recursos orgánicos (biomasa) que pueden ser utilizados como sustrato para obtener biogases combustibles en los sectores objetivos del estudio, es decir: agropecuario, silvícola y acuícola.

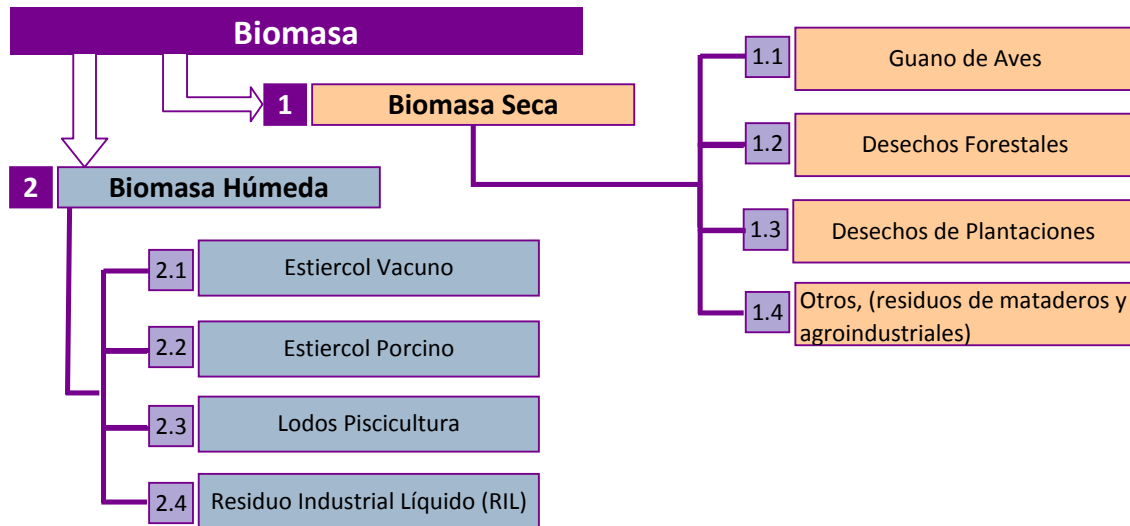


Figura N° 2.1.

Sustratos Disponibles en Sectores Estudiados

Nota: Detalles de la disponibilidad de cada tipo de biomasa se encuentran en el Capítulo N° 3 del presente informe.

2.3. Descripción General del Mercado del Biogás.

A nivel mundial, el principal uso del biogás es en la generación eléctrica utilizando motores de combustión interna. Lo anterior, debido a que los sustratos usualmente están lejos de los centros de consumo de energía térmica (ciudades e industrias) y que el costo de transportar electricidad es muy inferior al de transportar directamente cualquier gas combustible o el sustrato. Además, en algunos casos es posible aprovechar el calor de los gases de escape de los motores y/o del agua de refrigeración (cogeneración). Parte de este calor residual de la generación eléctrica, puede ser utilizado en el proceso de generación de biogás (calefacción del biodigestor) y en otros procesos que requieran calor y sea factible su utilización.

En los países donde se ha implementado masivamente la generación eléctrica de pequeñas centrales a base de biogás desde hace ya varios años, como son por ejemplo Alemania, España y Canadá, este tipo de instalaciones son incentivadas mediante diversos programas gubernamentales de estímulo, ya sea mediante subsidios directos a este tipo de proyectos, venta de la electricidad a una tarifa garantizada (feed-in tariff) y/o programas de financiamiento a la Inversión.

2.4. Instalaciones Existentes y Proyectos de Biogases Combustibles.

Según el levantamiento realizado en el Estudio “Análisis Estratégico de Elementos de Política para Biogases Combustibles en Chile. Enero 2010. Elaborado por Gamma Ingenieros S.A. para la CNE, en Chile existen más de 20 instalaciones que captan biogás las que producen más de 200 millones de m³ al año de biogás, incluyendo las instaladas en rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas servidas.

El potencial total factible de obtener desde residuos del sector Agropecuario actualmente sería del orden de los 1.170 millones de m³/año (equivalente a 2.700 GWh de generación eléctrica, considerando 5.000 kcal/m³ de biogás y 40% de rendimiento eléctrico). Este potencial crecería hasta 1.807 millones de m³/año para el año 2019. Este crecimiento se sustenta en el aumento de producción agropecuaria, agroindustrial y en el incremento de la población.

Parte importante (+- 80%) del volumen actualmente captado en Chile, en las instalaciones de mayor tamaño (165 millones m³/año), se quema en antorchas sin ser aprovechado como combustible. Las principales razones para quemar el biogás en antorchas es obtener beneficios por venta de los bonos de carbono y cumplir la normativa sanitaria y de seguridad, sin incurrir en grandes inversiones ni involucrarse en un proyecto complejo fuera del negocio principal de la empresa.

El principal sustrato usado actualmente para generar biogás en los sectores relevantes para el presente estudio (agropecuario, silvícola y acuícola), son los purines de cerdos, también existen algunos proyectos que contemplan el uso de guano de aves, RILES y residuos sólidos agroindustriales y, muy en menor medida, cultivos (maíz, tunas) y purines de bovinos. En el caso de los purines de bovinos, los proyectos requieren que al menos parte del tiempo los animales permanezcan en corrales o en galpones (por ejemplo durante ordeñas de vacas de leche), ya que en campo abierto no es factible la recolección de las fecas.

En algunas instalaciones industriales parte del biogás se utiliza para generar calor para el mismo proceso productivo (Agrosuper, CCU). A nivel de agricultura familiar campesina (AFC) se conocen sólo dos instalaciones en operación en nuestro país (Coltauco y Empedrado), las que utilizan el biogás para autoconsumo doméstico.

En los siguientes cuadros se presenta un resumen de los proyectos conocidos a la fecha del presente informe.

Cuadro N° 2.1.
Instalaciones de Biogás Operando (año 2010)

INSTALACION Y SUSTRATO	GENERACION DE BIOGAS	ENERGÍA ELÉCTRICA	INVERSION	USOS DEL BIOGAS	ESTADO DEL PROYECTO
	miles de m ³ /año	MWh/año	US\$		
PURINES Y ESTIERCOLES					
Agrícola Super Ltda. (7 instalaciones)	20.780	43.493	10.500.000 *	Combustión en antorcha Autoconsumo en la generación de biogás	Operando
AGROINDUSTRIAS					
Cervecera CCU Temuco	569	1.191	272.727	Autoconsumo de energía térmica	Operando
Mafrisur	260	544	1.000.000	Combustión en antorcha	Operando
Orafti	s/i	s/i	s/i	Autoconsumo de energía térmica	Operando
Viña Francisco de Aguirre	31	65	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
Viña Concha y Toro	s/i	s/i	s/i	Combustión en antorcha	Operando en vendimia
Inducorn	1.350	2.826	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
AGUAS SERVIDAS					
Coltauco	s/i	s/i	3.150	Cocina	Operando
Empedrado	s/i	s/i	3.500	Cocina y Refrigeración	Operando
La Farfana	19.000	39.767	2.000.000	Venta del biogás	Operando
Concepción	2.500	5.233	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
RELLENOS SANITARIOS Y VERTEDEROS					
Lomas los Colorados	8.800	18.419	1.600.000	Combustión en Antorcha y Generación eléctrica (2 MW)	Operando
Lomas los Colorados	58.000	121.395	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
Consorcio Santa Marta	43.800	91.674	2.000.000	Combustión en Antorcha	Operando
El Molle	13.000	27.209	1.500.000	Combustión en Antorcha	Operando
Colihues –La Yesca	10.000	20.930	s/i	Combustión en Antorcha	Operando
Copiulemu	5.500	11.512	1.600.000	Combustión en Antorcha	Operando
El Empalme	2.500	5.233	1.200.000	Combustión en Antorcha	Operando
Coronel	7.500	15.698	1.400.000	Combustión en Antorcha	Operando
El Panul	5.000	10.465	2.000.000	Combustión en Antorcha	Operando

* Total de las 7 instalaciones

Cuadro N° 2.2.
Instalaciones de Biogás en Desarrollo (año 2010)

INSTALACION Y SUSTRATO	GENERACION DE BIOGAS	ENERGÍA ELÉCTRICA	INVERSION	USOS DEL BIOGAS	ESTADO DEL PROYECTO
	miles de m ³ /año	MWh/año	US\$		
PURINES Y ESTIERCOLES					
Agrícola Tarapacá	s/i	s/i	1.800.000	Energía Térmica	Construcción
Sopraval	2.300	4.814	3.000.000	Cogeneración	Estudio
Agrícola Super	2.500	5.233	2.000.000	Cogeneración	Ing. Básica
Agrícola Super	55.000	115.116	50.000.000	Cogeneración	Estudio
Cooperativa Eléctrica Osorno	5	10	s/i	Cogeneración	Proyecto piloto operando
SEPADE	100	209	185.000	Energía Eléctrica	Construido, sin operar
HBS Energía	4.000	8.372	4.000.000	Cogeneración	Construcción
Agrícola Ancali	4.200	8.791	s/i	Cogeneración	Estudio
Agrícola San Fernando	850	1.779	s/i	Cogeneración	Ing. Básica
AGROINDUSTRIAS					
Cervecera CCU Santiago	s/i	s/i	2.000.000	Energía Térmica	Ing. Detalle
Agroorgánicos Mostazal	3.500	7.326	3.500.000	Cogeneración	Ing. Detalle
AGUAS SERVIDAS					
El Trebal	17.000	35.581	3.500.000	Cogeneración	Construcción
Concepción	2.500	5.233	500.000	Cogeneración	Estudio
GasValpo	1.600	3.349	1.500.000	Cogeneración	Estudio
RELLENOS SANITARIOS Y VERTEDEROS					
Lomas Los Colorados	58.000	121.395	15.000.000	100% Energía Eléctrica	Operando primera fase (2MW)
Consorcio Santa Marta	43.800	91.674	10.000.000	Energía Eléctrica	Estudio
Ecomaule	7.000	14.651	5.000.000	Cogeneración	Estudio

2.5. Regulación Nacional.

No existe una regulación específica que indique que el biogás deba cumplir con especificaciones técnicas establecidas, como la existente para otros combustibles gaseosos, como por ejemplo el gas natural. En cambio debe cumplir con las normas de seguridad establecidas en la ley de gas, para su transporte y distribución.

Esta falta de regulación, representa para los actores un grado de incertidumbre, ya que dependen de la discrecionalidad de las autoridades. Las normas que regulan la producción de biogás, corresponden, en lo sustantivo, a las disposiciones de carácter sanitario, urbanístico y/o ambiental aplicables al manejo de residuos sólidos y líquidos. Su control y fiscalización se encuentra radicado fundamentalmente en la autoridad sanitaria, la cual debe autorizar su tratamiento y establecer las condiciones necesarias para mitigar los impactos que éstos generan sobre el entorno. El objetivo de la normativa es asegurar condiciones adecuadas para la salud de la población, por lo que cualquier norma

relativa al biogás, está dirigido a este propósito y no necesariamente a su explotación y/o uso de éste como combustible.

El principal uso del biogás a nivel mundial es para generar electricidad, por lo que la posibilidad práctica de vender electricidad a la red es un factor crítico de éxito para este negocio. En el Anexo N° 6 se presenta un resumen de los requerimientos mínimos indicados en la normativa vigente para la venta de esta energía.

3. ZONAS GEOGRÁFICAS DE CONCENTRACIÓN DE SUSTRATOS.

Las fuentes de información de este capítulo corresponden al CENSO Silvo-Agropecuario realizado por el INE el año 2007, en el caso de desechos de crianza de ganado y aves. Estadísticas solicitadas al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) en el caso de la piscicultura y datos publicados por INFOR en su página Web en el caso de desechos forestales.

3.1. Residuos de Sector Pecuario.

3.1.1. Purines de Cerdos.

De acuerdo a cifras del CENSO Agropecuario 2007, a esa fecha existían en Chile 3,26 millones de cabezas de cerdo, de los cuales 1,32 millones estaban en Región Metropolitana y 1,18 millones en la Región de O'Higgins, ambas concentraban el 77% de las existencias nacionales.

En general los productores están concentrados en pocas comunas (San Pedro y Melipilla en la R.M.), provincias de Cachapoal y Cardenal Caro en la VI Región, Curicó en la VII y Santo Domingo en la V Región.

La producción está concentrada en pocas empresas y una (AgroSuper) debe tener alrededor del 50% de la producción.

El siguiente cuadro muestra información tomada desde el Censo Silvo-Agropecuario 2007. Se entregan valores totales a nivel de región para productores separados de la siguiente manera:

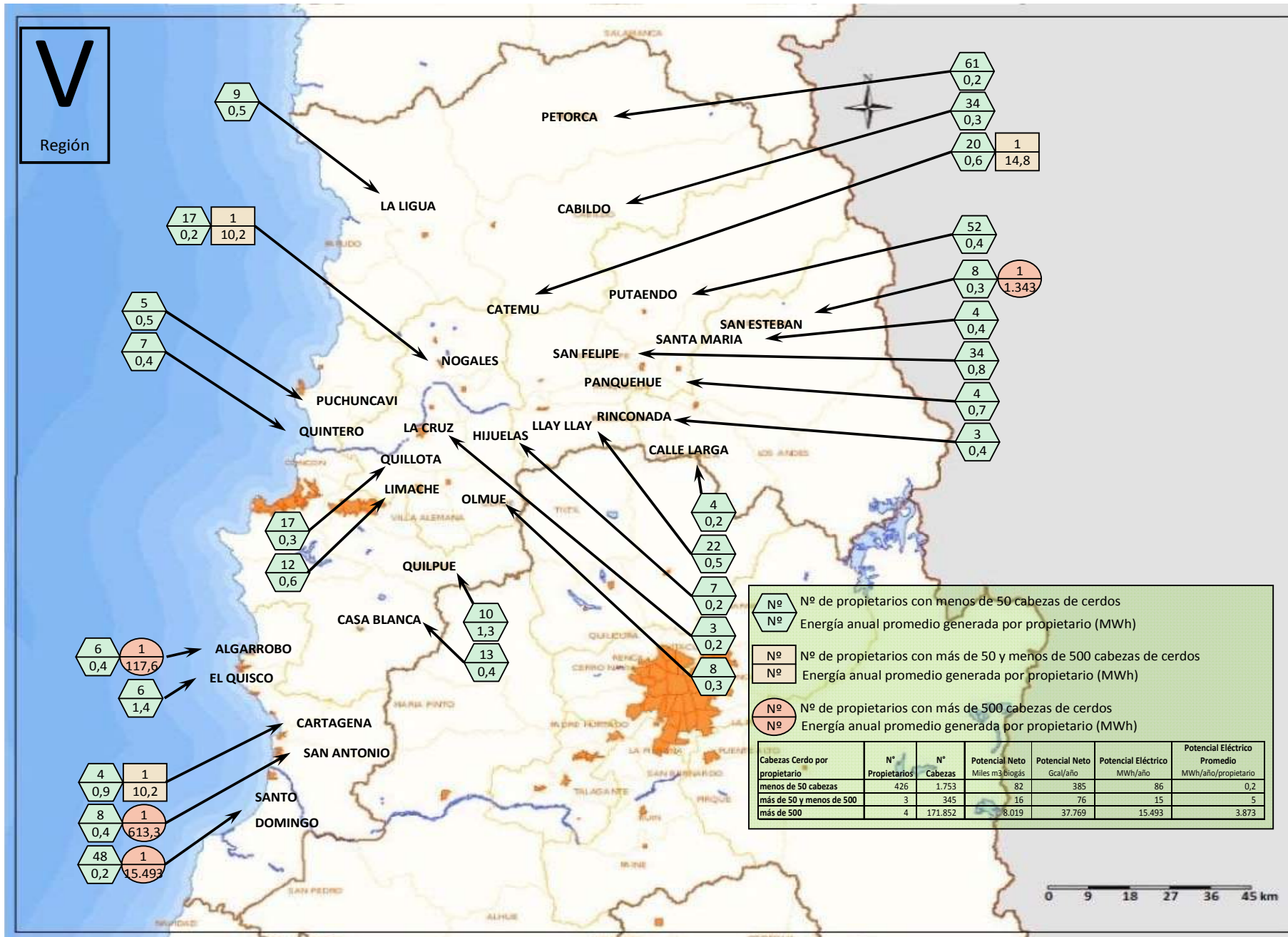
- **Productores pequeños**, son lo que cuentan con menos de 50 cabezas de cerdo.
- **Productores medianos**, aquellos que cuentan con más de 50 y menos de 500 cabezas de cerdo.
- **Productores Grandes**, que cuentan con más de 500 cabezas de cerdo.

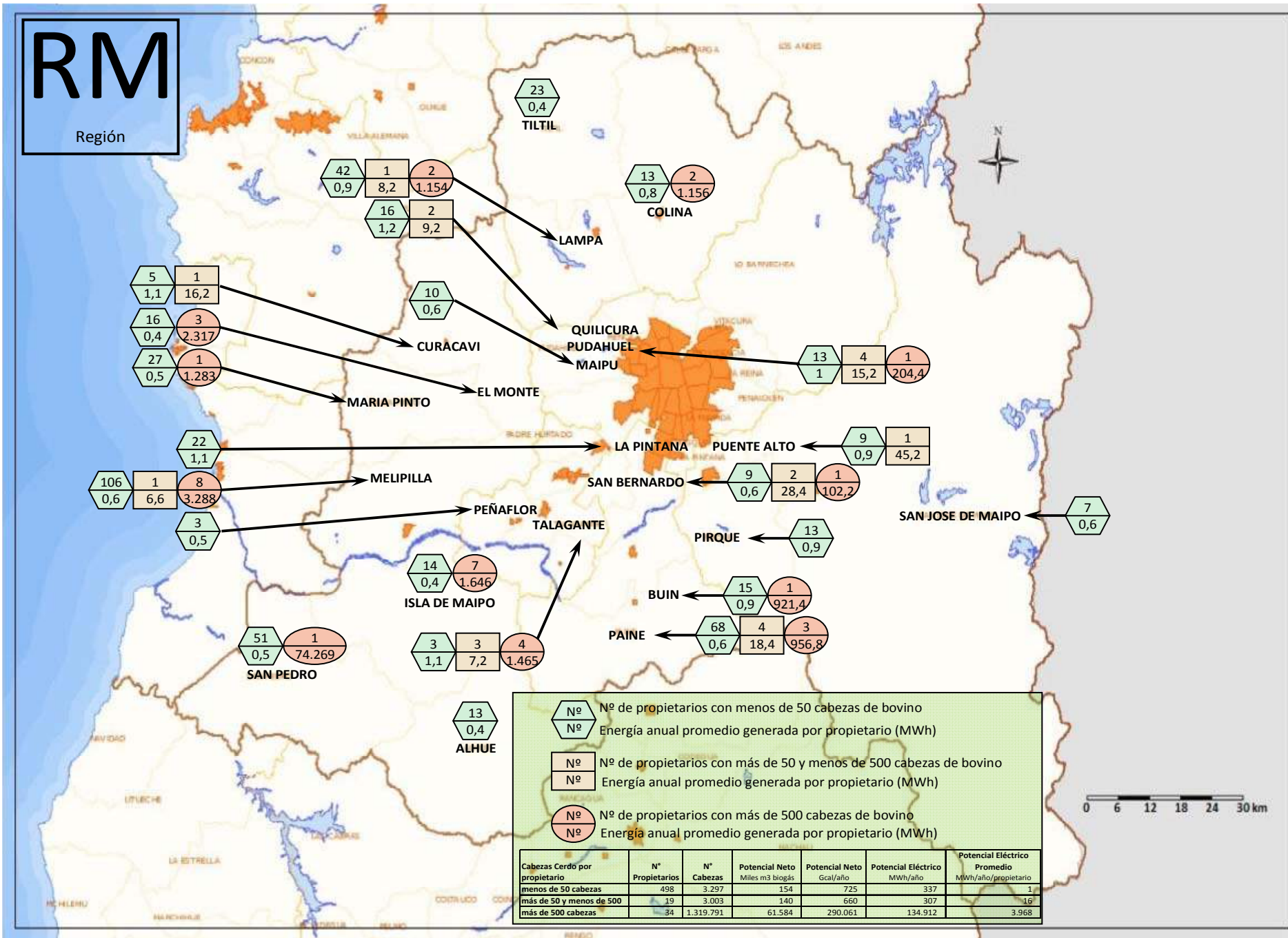
Cuadro N° 3.1.
Propietarios y Cantidad de Cerdos por Región

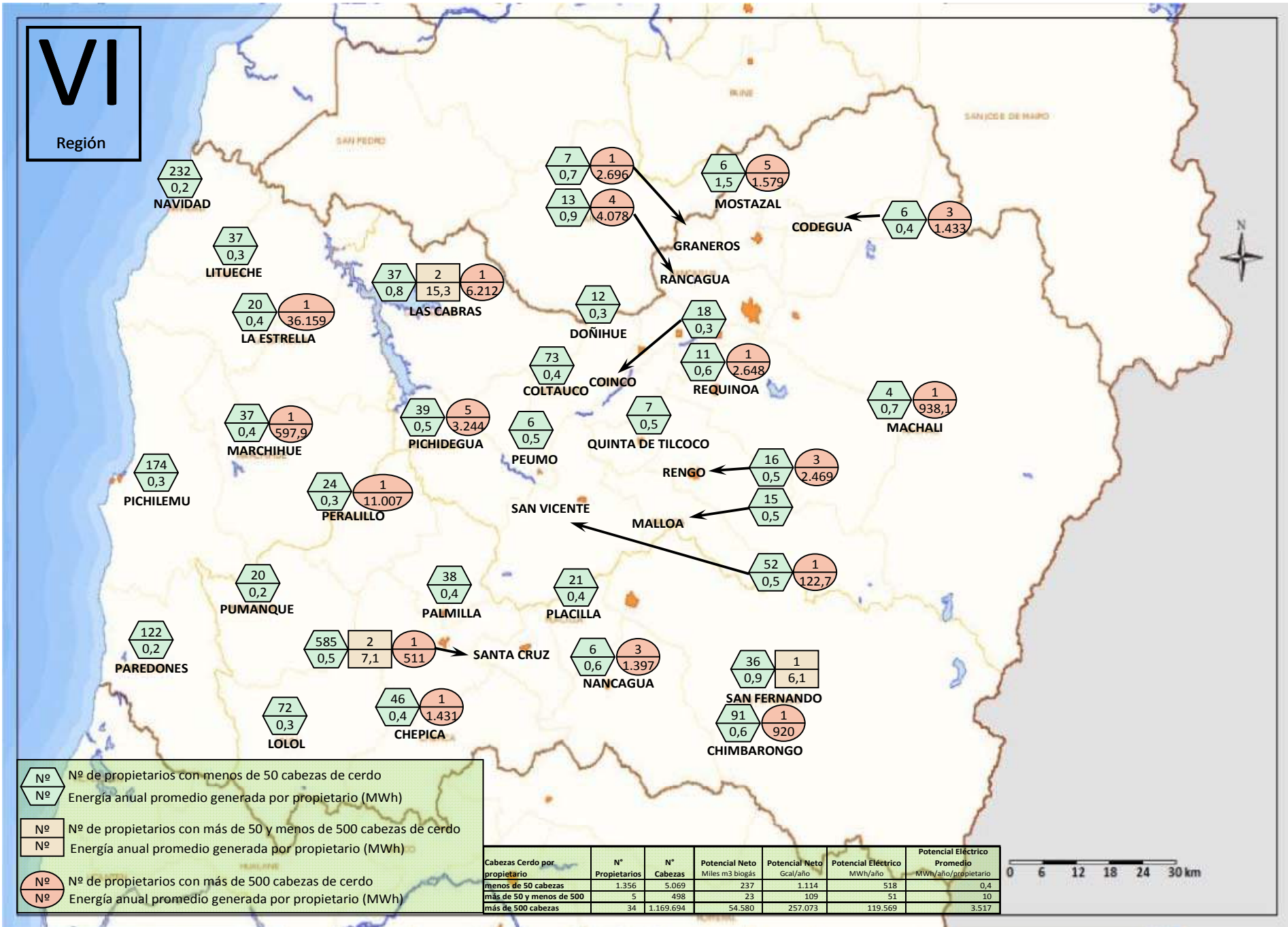
Región	Cabezas de Cerdo por propietario	N° Propietarios	N° Cabezas	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
V Región	menos de 50 cabezas	426	1.753	82	385	86	0,2
	más de 50 y menos de 500	3	345	16	76	15	5
	más de 500 cabezas	4	171.852	8.019	37.769	15.493	3.873
	Total V Región	433	173.950	8.117	38.230	15.594	3.878
VI Región	menos de 50 cabezas	1.356	5.069	237	1.114	518	0,4
	más de 50 y menos de 500	5	498	23	109	51	10
	más de 500 cabezas	34	1.169.694	54.580	257.073	119.569	3.517
	Total VI Región	1.395	1.175.261	54.840	258.297	120.138	3.527
VII Región	menos de 50 cabezas	4.514	17.977	839	3.951	1.838	0,4
	más de 50 y menos de 500	24	2.080	97	457	213	9
	más de 500 cabezas	7	73.135	3.413	16.073	7.476	1.068
	Total VII Región	4.545	93.192	4.349	20.482	9.526	1.077
VIII Región	menos de 50 cabezas	18.026	76.272	3.559	16.763	7.797	0,4
	más de 50 y menos de 500	49	5.664	264	1.245	579	12
	más de 500 cabezas	9	99.064	4.623	21.772	10.127	1.125
	Total VIII Región	18.084	181.000	8.446	39.780	18.502	1.137
IX Región	menos de 50 cabezas	25.456	158.308	7.387	34.793	16.183	0,6
	más de 50 y menos de 500	60	5.826	272	1.280	596	10
	más de 500 cabezas	3	37.303	1.741	8.198	3.813	1.271
	Total IX Región	25.519	201.437	9.399	44.271	20.591	1.282
XIV Región	menos de 50 cabezas	5.910	31.924	1.490	7.016	3.263	0,6
	más de 50 y menos de 500	16	1.594	74	350	163	10
	más de 500 cabezas	1	700	33	154	72	72
	Total XIV Región	5.927	34.218	1.597	7.520	3.498	82
X Región	menos de 50 cabezas	17.319	75.341	3.516	16.558	7.702	0,4
	más de 50 y menos de 500	24	2.766	129	608	283	12
	más de 500 cabezas	3	2.920	136	642	298	99
	Total X Región	17.346	81.027	3.781	17.808	8.283	112
Re. Metro.	menos de 50 cabezas	498	3.297	154	725	337	0,7
	más de 50 y menos de 500	19	3.003	140	660	307	16
	más de 500 cabezas	34	1.319.791	61.584	290.061	134.912	3.968
	Total RM	551	1.326.091	61.878	291.446	135.556	3.985
Total País	73.800	3.266.176	152.406	717.834	331.688	15.081	

Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.

Con la información del Censo Silvo-Agropecuario se han elaborado mapas donde se muestra de forma segregada el potencial que tienen productores individuales de diferente tamaño. La información se muestra detallada a nivel de comunas.

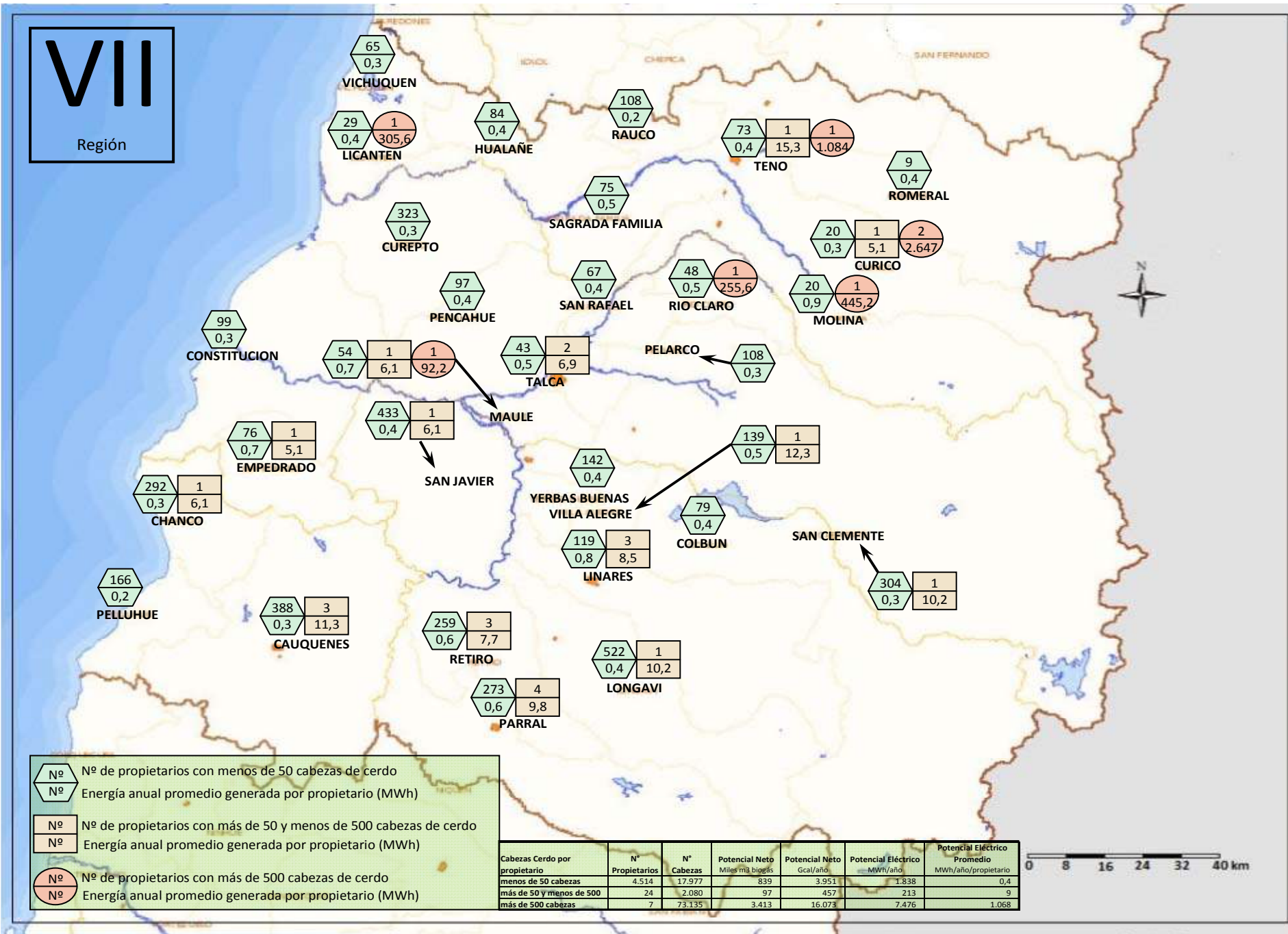


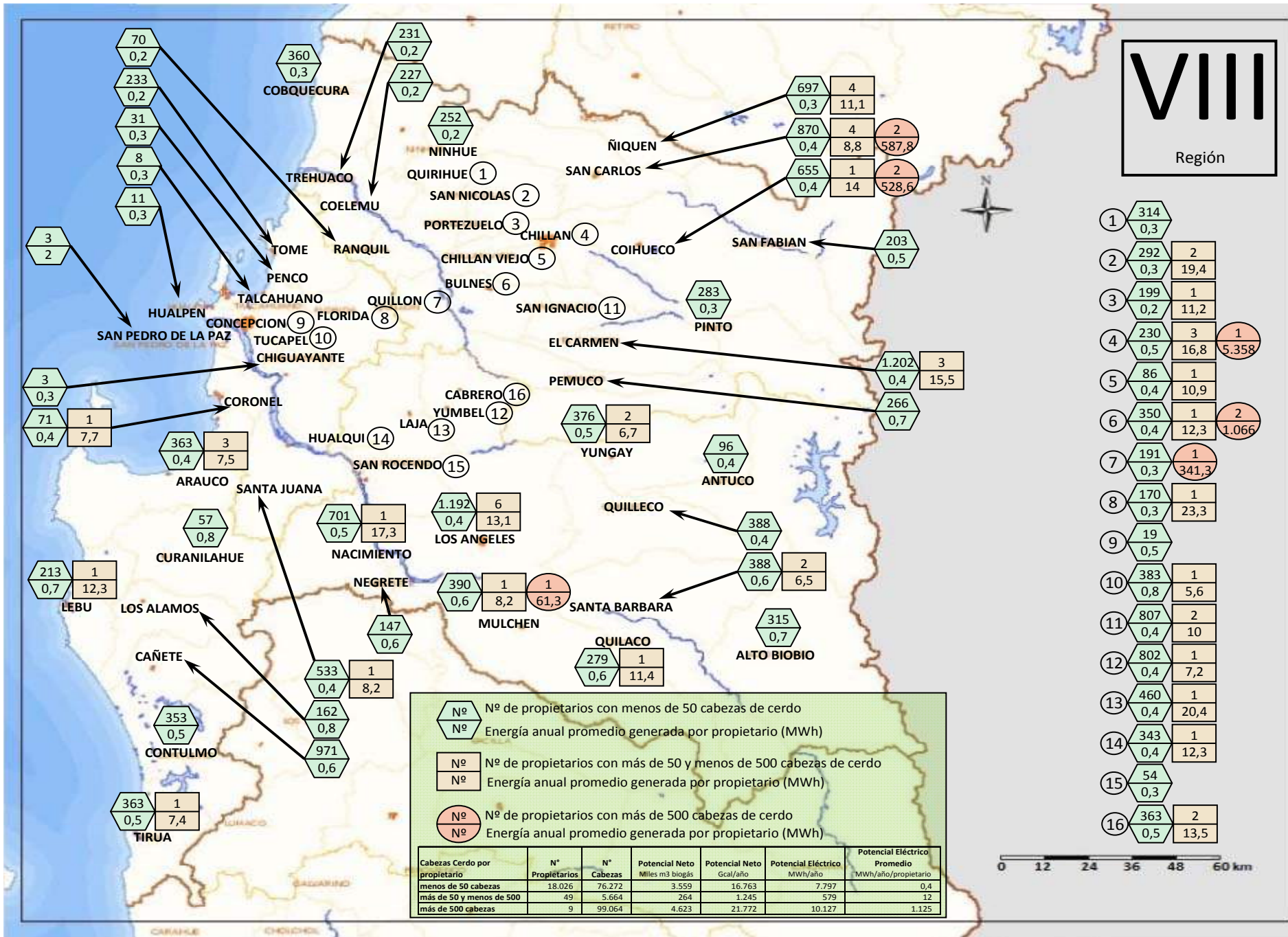


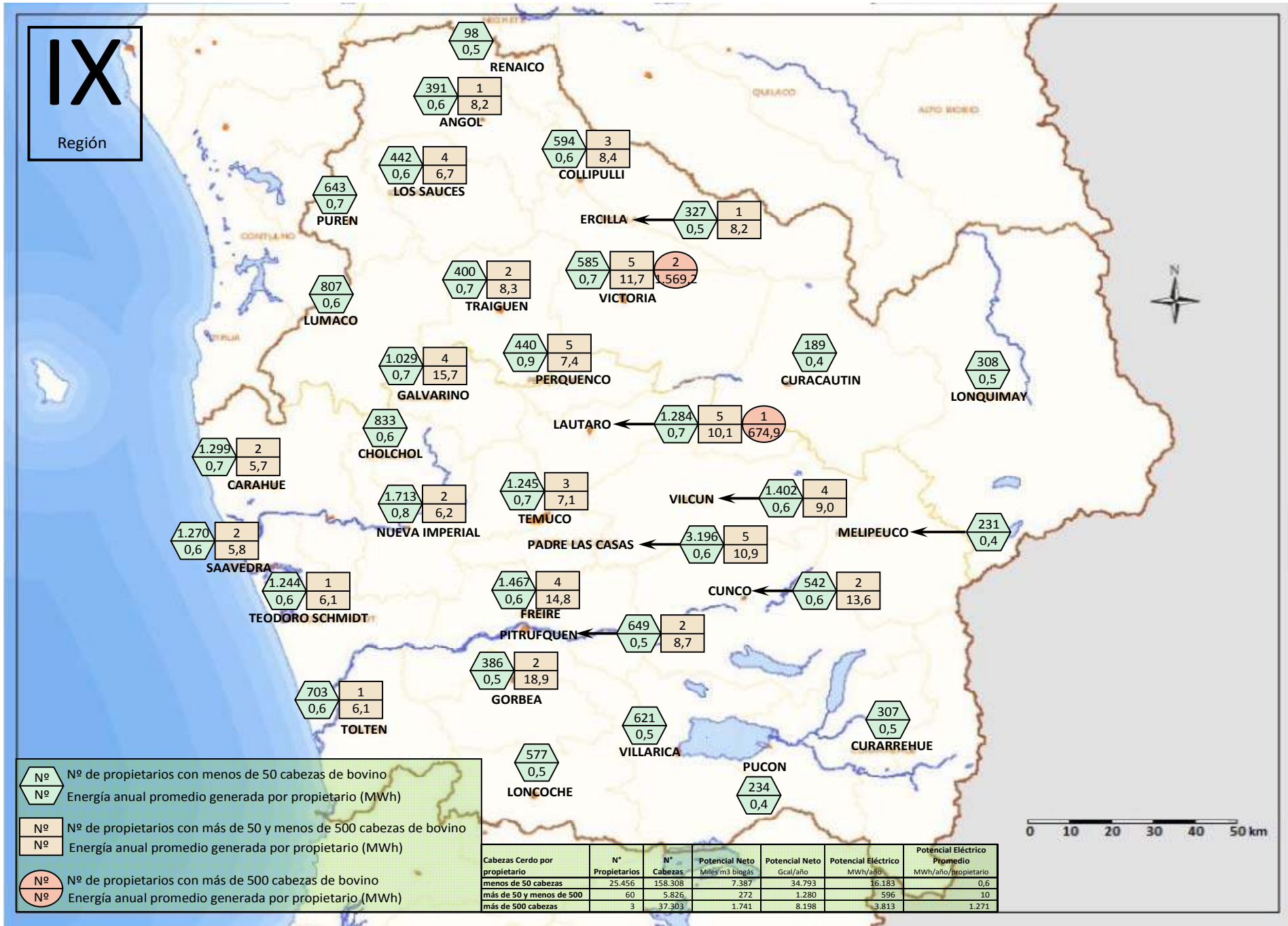


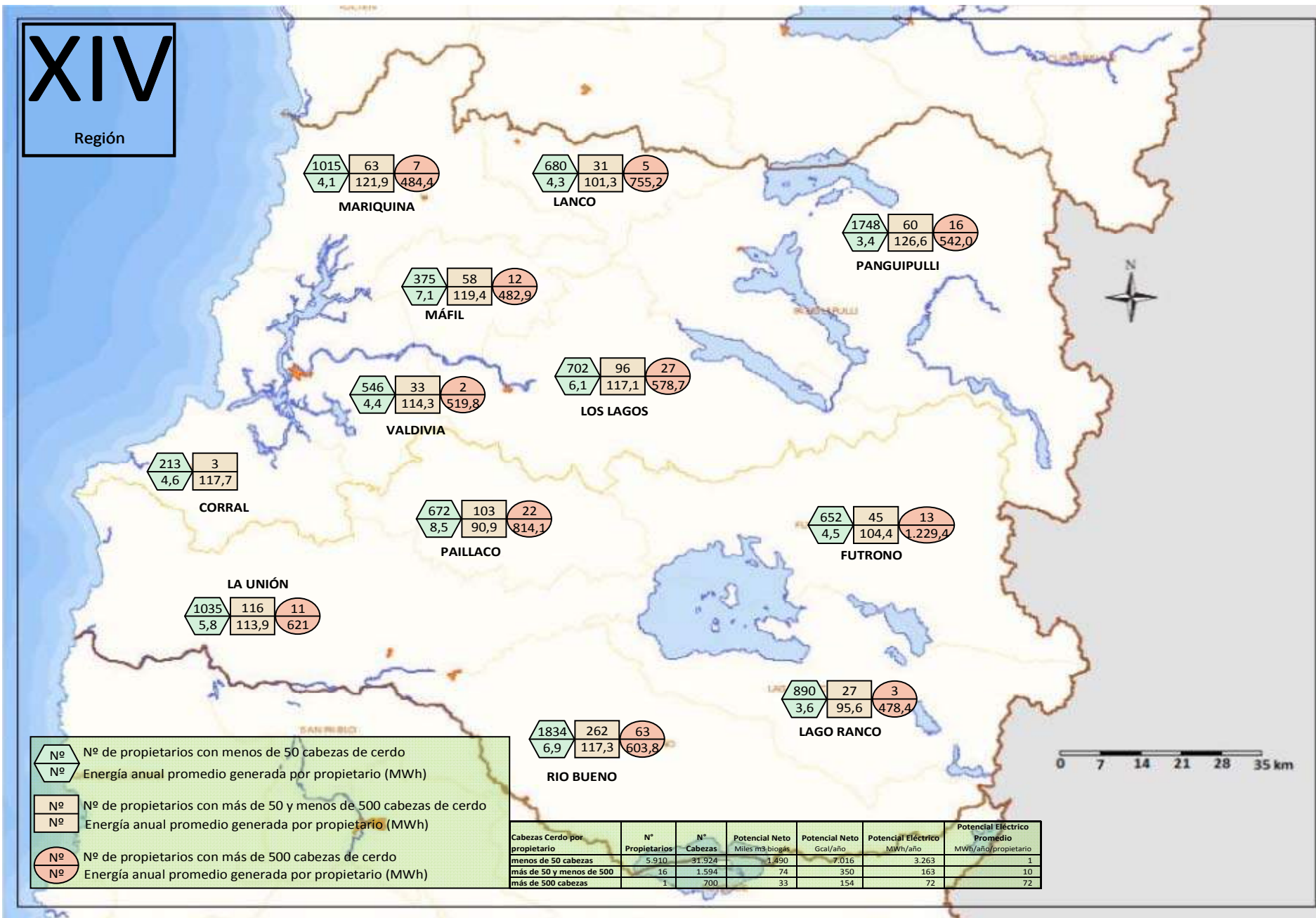
VII

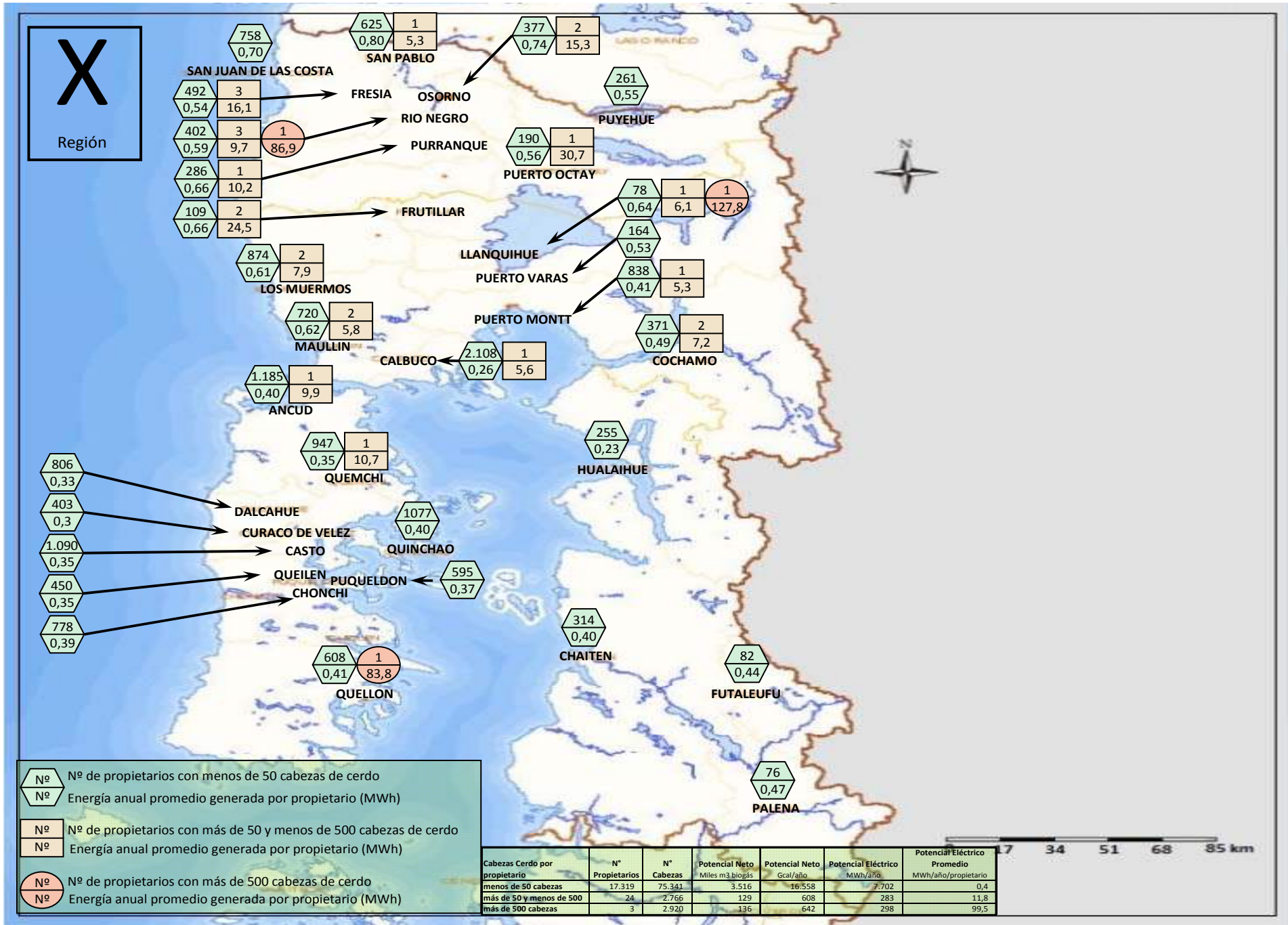
Región











3.1.2. Purines de Bovinos.

De acuerdo al CENSO Silvo-Agropecuario en el año 2007 había alrededor de 3,7 millones de vacunos en Chile. De ellos la mayoría se concentra en las regiones de Los Lagos (1 millón), Los Ríos (621 mil), La Araucanía (668 mil), y Bío-Bío (449 mil).

A su vez está concentrada principalmente en las provincias de Osorno, Cautín, Ranco y Valdivia.

En este caso la producción está altamente distribuida entre miles de productores.

Para la estimación del potencial, se ha considerado sólo a vacas, vaquillas y novillos. Ya que estos animales se encuentran estabulados, al menos durante parte del día y es posible recuperar un parte importante de los purines que producen.

En este caso, se ha segregado según tamaño de acuerdo a las siguientes categorías:

- **Productores pequeños**, son lo que cuentan con menos de 50 cabezas de bovinos, entre vacas, vaquillas y novillos.
- **Productores medianos**, aquellos que cuentan con más de 50 y menos de 500 cabezas de bovinos, entre vacas, vaquillas y novillos.
- **Productores Grandes**, que cuentan con más de 500 cabezas de bovinos, entre vacas, vaquillas y novillos.

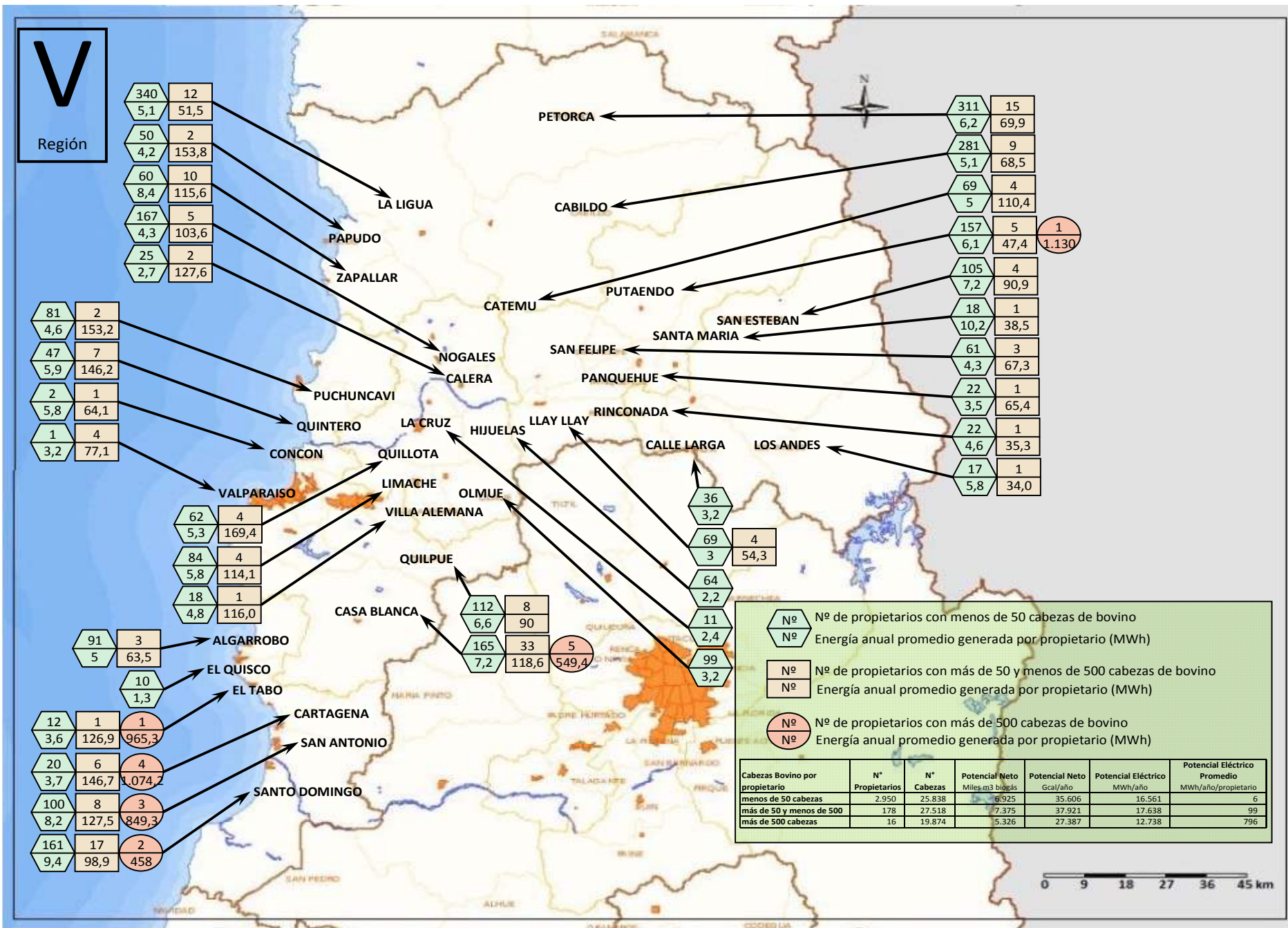
Resultados totales por región se muestran en el cuadro siguiente, seguido por mapas con información detallada a nivel de comuna.

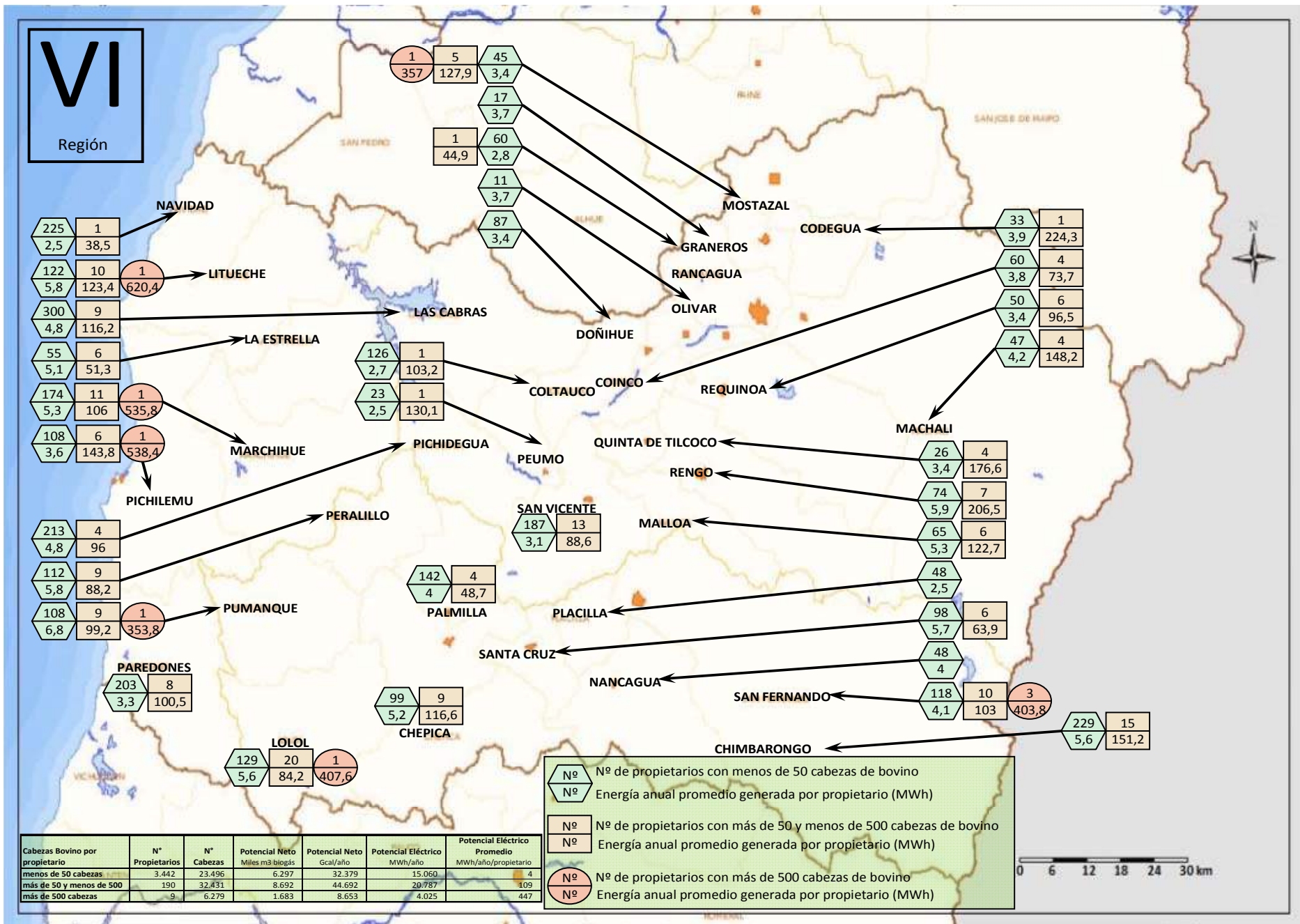
Cuadro N° 3.2.
Propietarios y Cantidad de Bovinos por Región

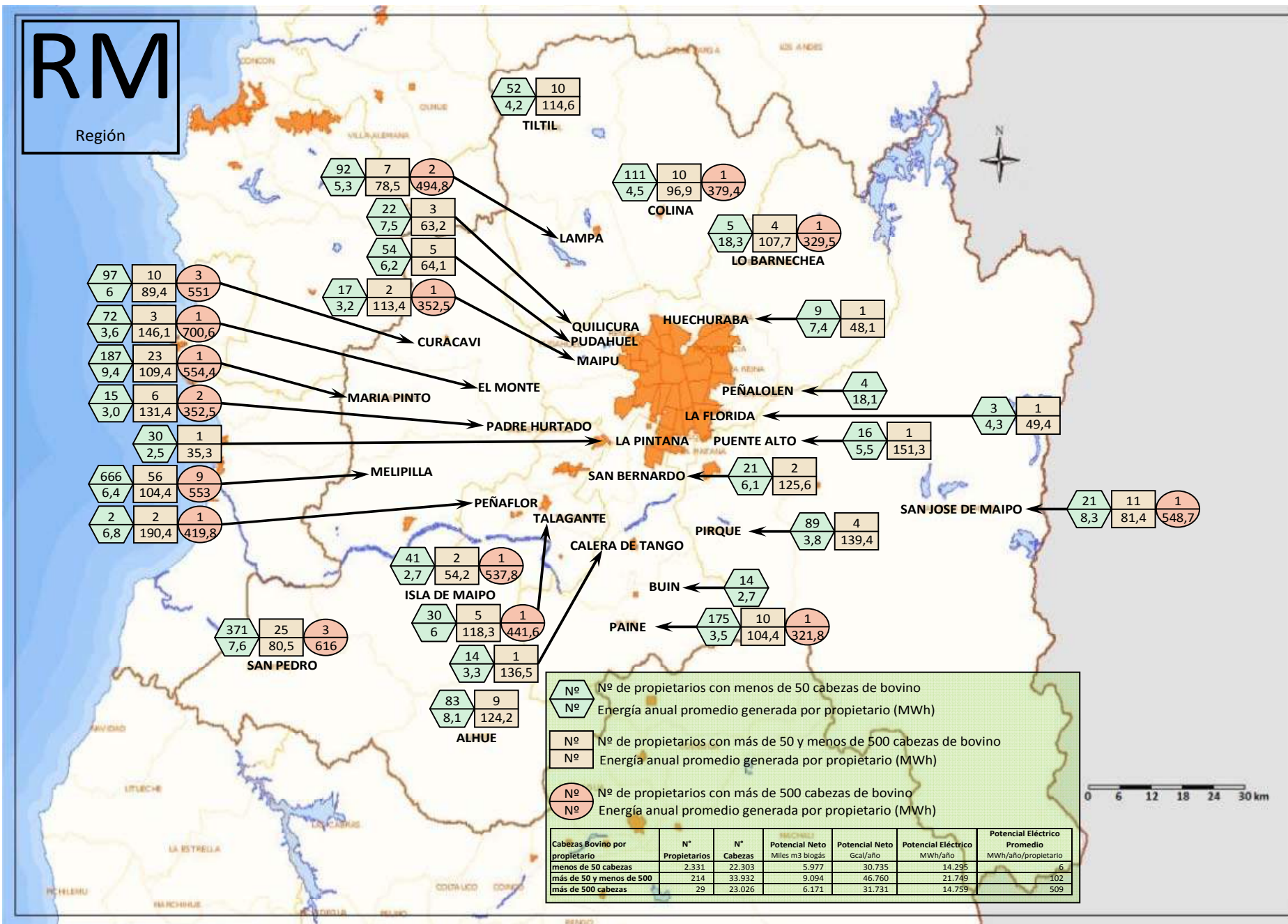
Región	Cabezas Bovino por propietario	N° Propietarios	N° Cabezas	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
V Región	menos de 50 cabezas	2.950	25.838	6.925	35.606	16.561	6
	más de 50 y menos de 500	178	27.518	7.375	37.921	17.638	99
	más de 500 cabezas	16	19.874	5.326	27.387	12.738	796
	Total V Región	3.144	73.230	19.626	100.915	46.937	901
VI Región	menos de 50 cabezas	3.442	23.496	6.297	32.379	15.060	4,4
	más de 50 y menos de 500	190	32.431	8.692	44.692	20.787	109
	más de 500 cabezas	9	6.279	1.683	8.653	4.025	447
	Total VI Región	3.641	62.206	16.671	85.723	39.871	561
VII Región	menos de 50 cabezas	9.511	75.036	20.110	103.404	48.095	5,1
	más de 50 y menos de 500	556	76.085	20.391	104.849	48.767	88
	más de 500 cabezas	35	37.000	9.916	50.988	23.715	678
	Total VII Región	10.102	188.121	50.416	259.241	120.577	770
VIII Región	menos de 50 cabezas	20.834	143.029	38.332	197.102	91.675	4,4
	más de 50 y menos de 500	802	108.223	29.004	149.137	69.366	86
	más de 500 cabezas	52	61.916	16.593	85.324	39.685	763
	Total VIII Región	21.688	313.168	83.929	431.563	200.727	854
IX Región	menos de 50 cabezas	33.618	203.953	54.659	281.059	130.725	3,9
	más de 50 y menos de 500	1.040	145.756	39.063	16	93.423	90
	más de 500 cabezas	92	82.887	22.214	177.710	53.127	577
	Total IX Región	34.750	432.596	115.936	458.784	277.275	671
XIV Región	menos de 50 cabezas	10.362	84.159	22.555	115.976	53.942	5,2
	más de 50 y menos de 500	897	158.037	42.354	217.784	101.295	113
	más de 500 cabezas	181	184.877	49.547	254.771	118.498	655
	Total XIV Región	11.440	427.073	114.456	588.531	273.735	773
X Región	menos de 50 cabezas	20.504	168.511	45.161	232.218	108.008	5,3
	más de 50 y menos de 500	2.067	346.728	92.923	477.811	222.237	108
	más de 500 cabezas	238	218.747	58.624	301.446	140.207	589
	Total X Región	22.809	733.986	196.708	1.011.474	470.453	702
Re. Metro.	menos de 50 cabezas	2.331	22.303	5.977	30.735	14.295	6,1
	más de 50 y menos de 500	214	33.932	9.094	46.760	21.749	102
	más de 500 cabezas	29	23.026	6.171	31.731	14.759	509
	Total RM	2.574	79.261	21.242	109.226	50.803	617
Total País	110.148	2.309.641	618.984	3.045.457	1.480.379	5.849	

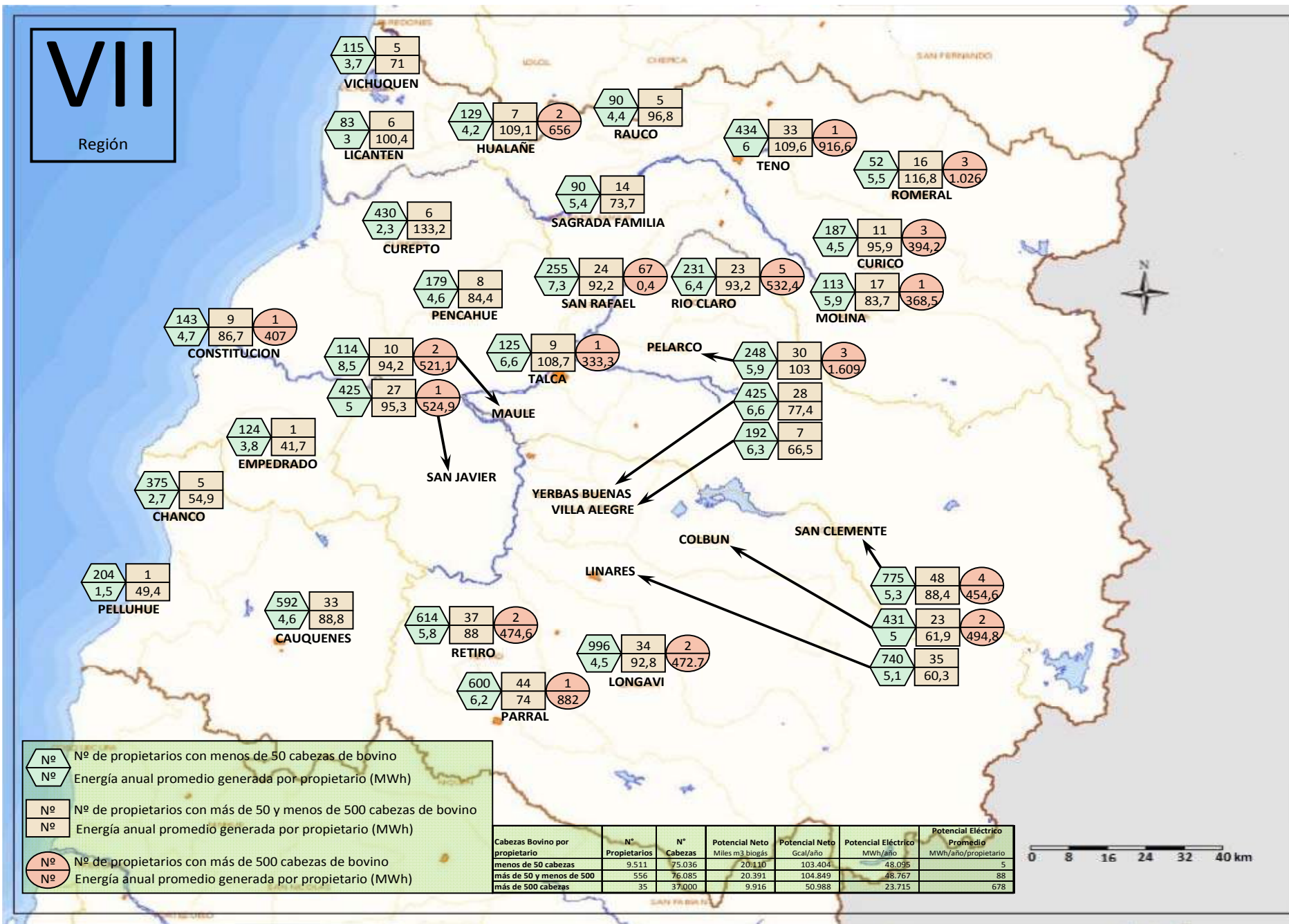
Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.

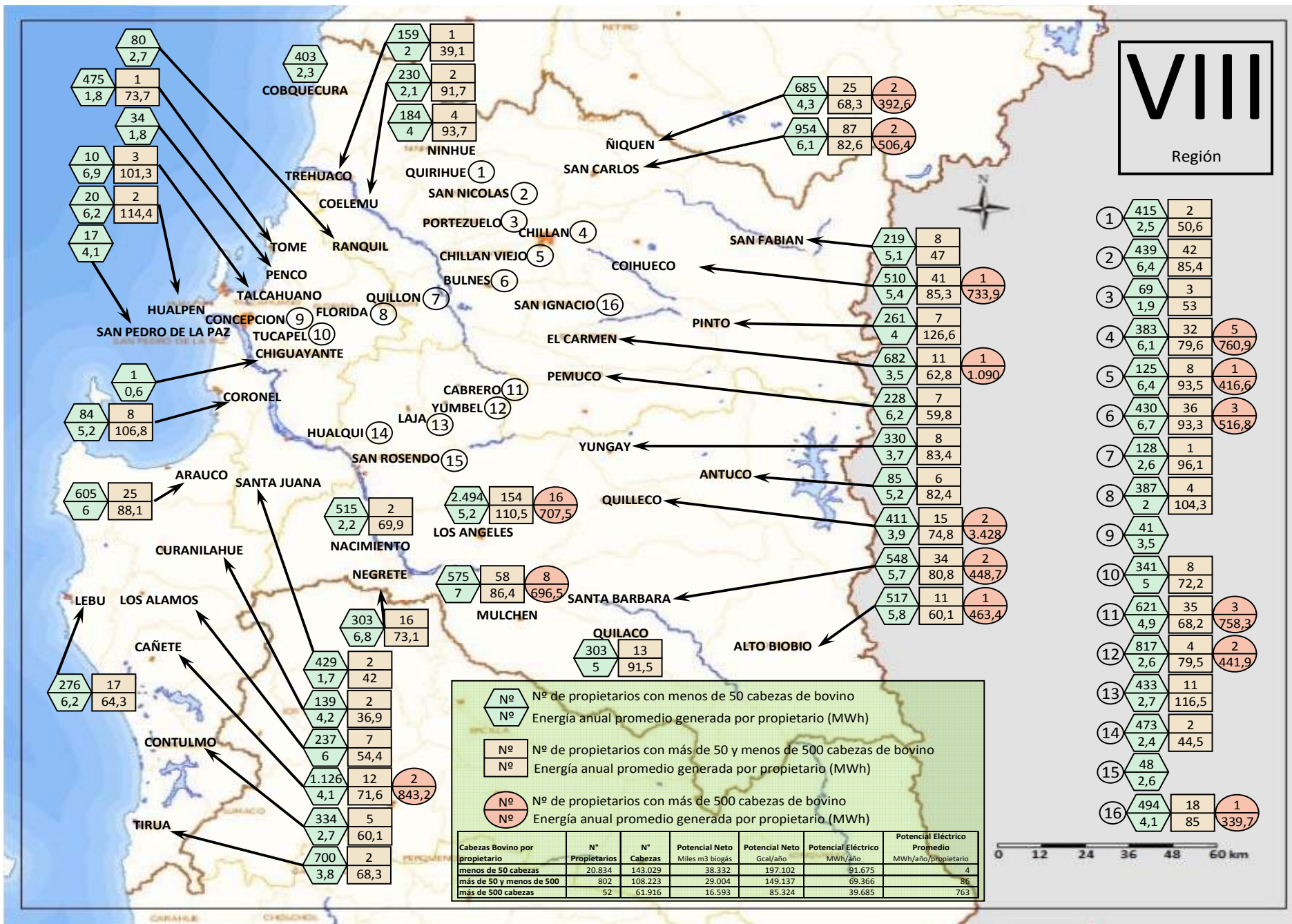
Las regiones presentadas concentraban, en el 2007, el 90% del total de existencias de bovinos en el país.

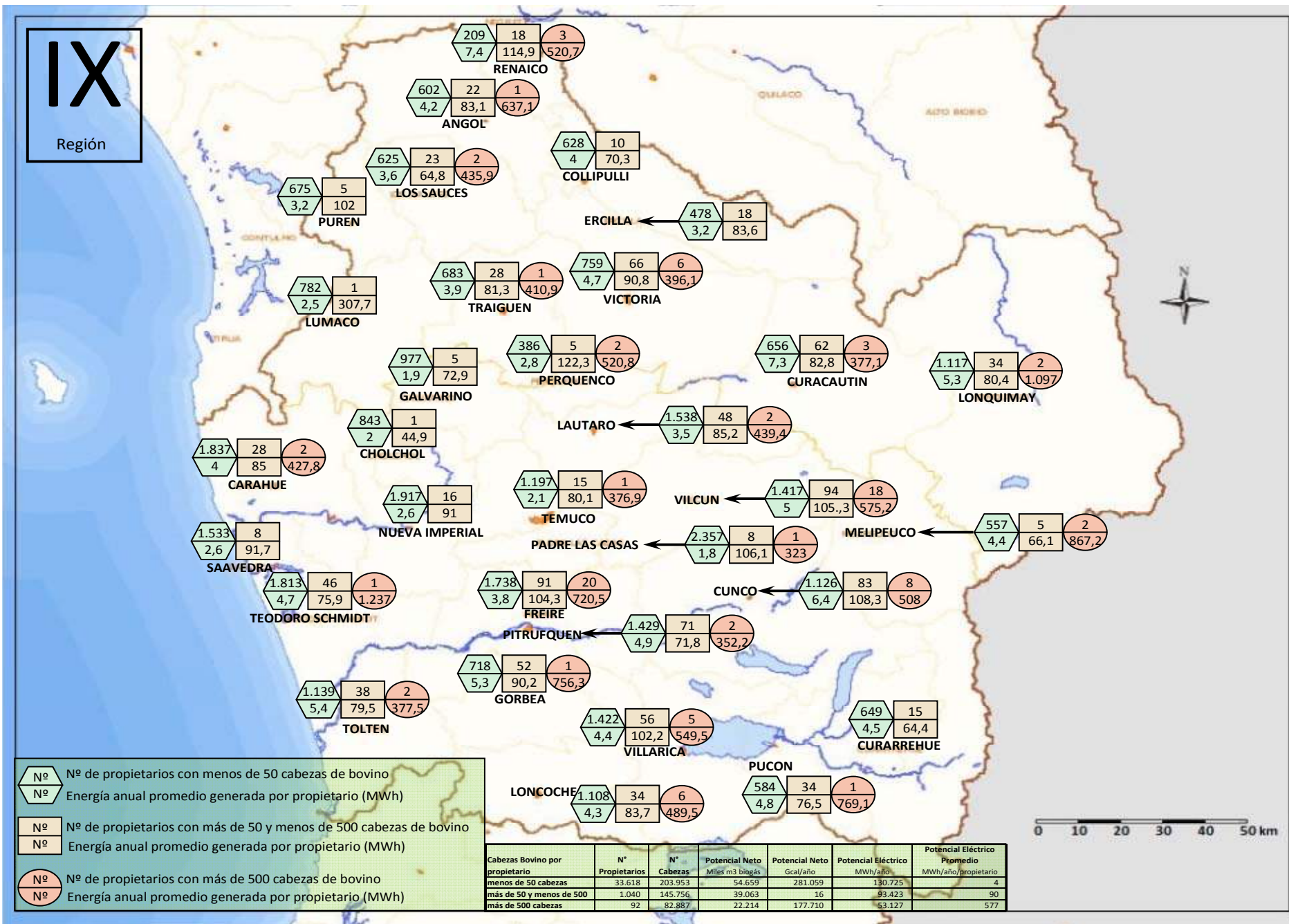


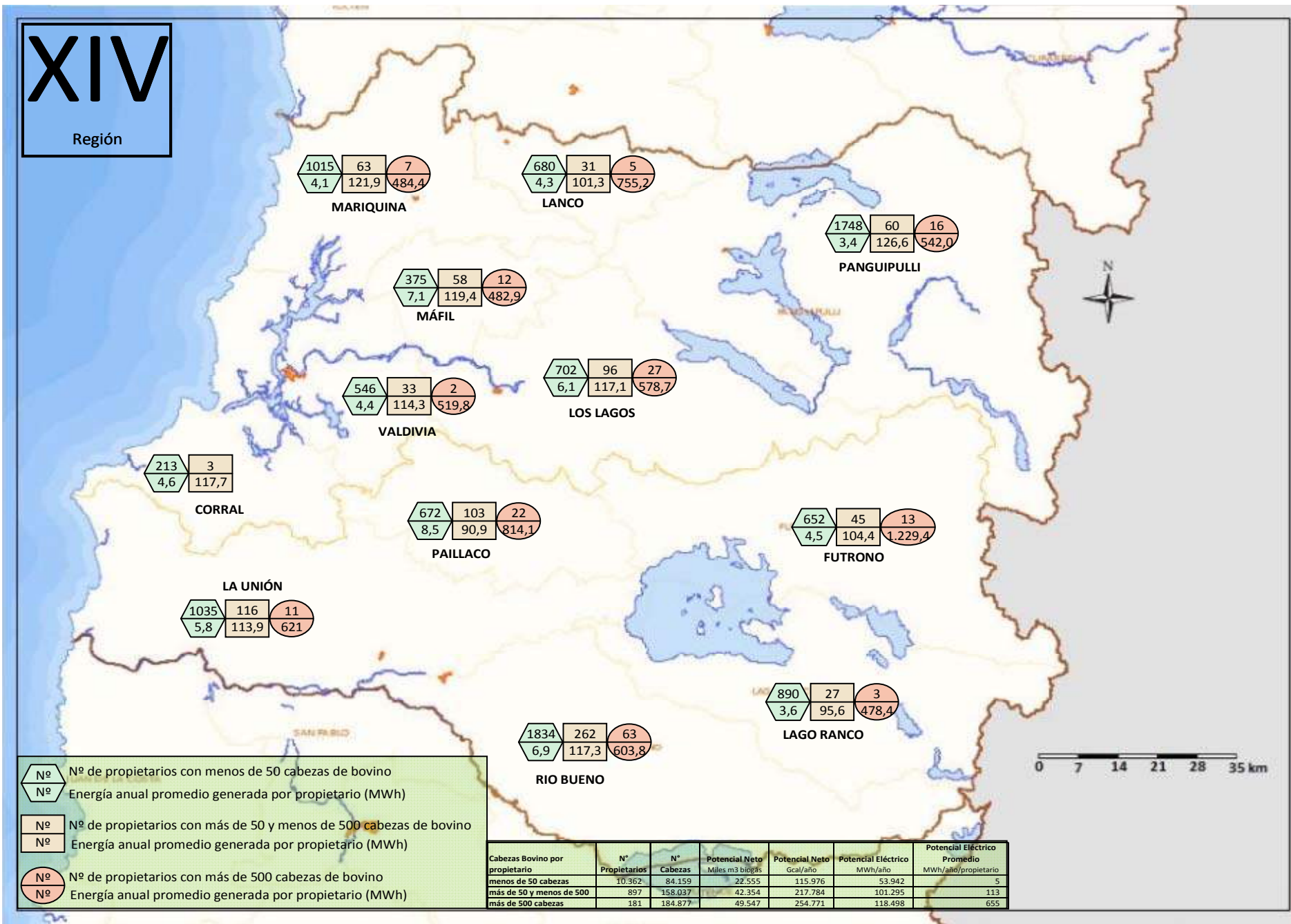


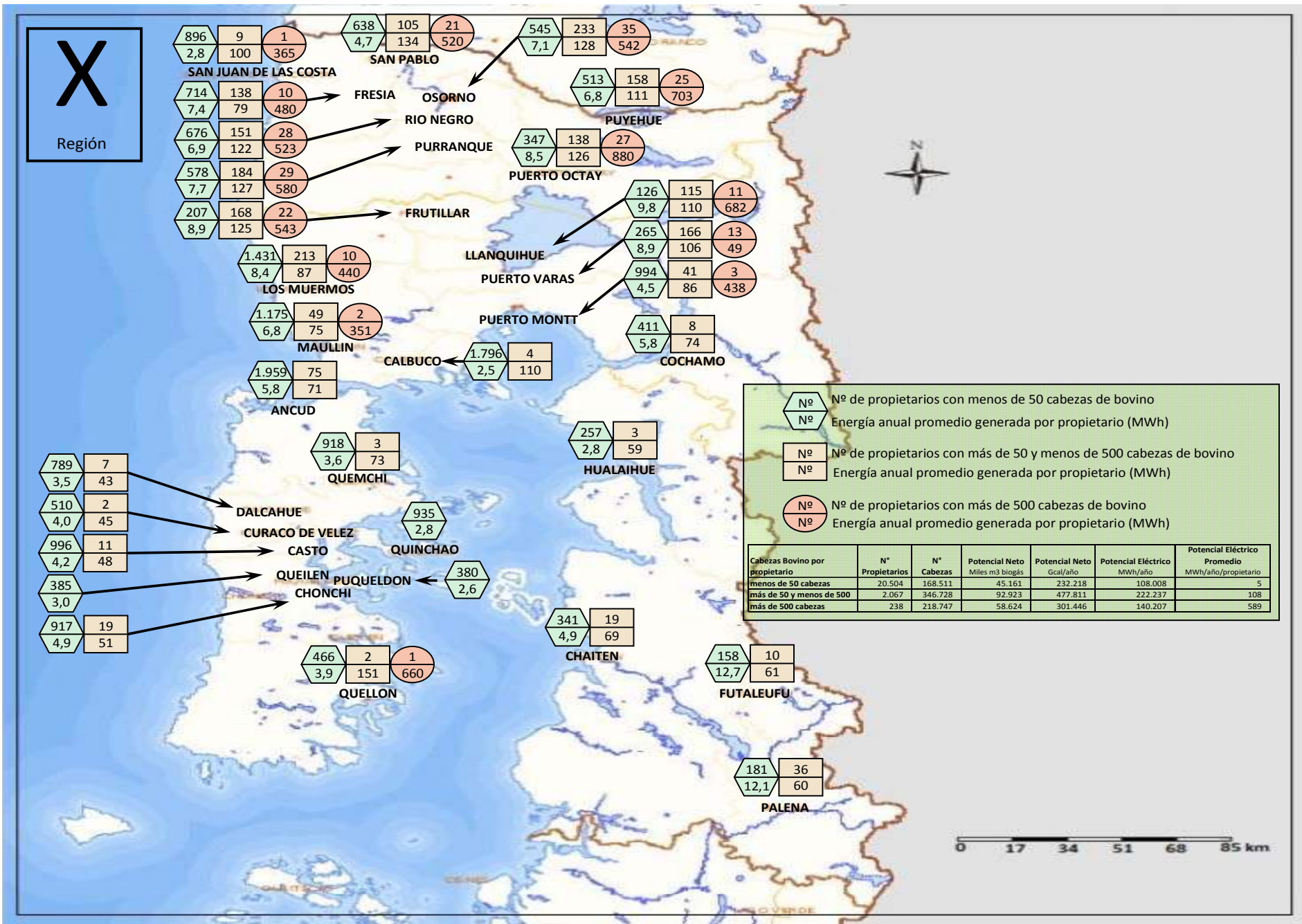












3.1.3. Guano de Aves.

Existen tres sectores relevantes: cría de pollos de carne (broiler), cría de pavos y producción de huevos.

Existen 150 empresas productoras de huevos de las cuales 10 cubren el 50% de la producción. Asohuevo cuenta con 50 socios que cubren el 80% de la producción nacional.

De acuerdo al Informe Anual de Criaderos de Aves y Cerdos, publicado por el INE, el año 2007 había 30,5 millones de pollos broiler y 12 millones de gallinas para postura de huevos. Las gallinas estaban concentradas principalmente en la Región Metropolitana (38%) y en la V Región (24%)¹.

La producción de pollos broiler y pavos está altamente concentrada en 7 productores principales, y la de pavos en 3 productores. Los principales productores son Agrosuper, Ariztía, Sopraval (pavos) y Don Pollo. El 55% de la producción de pollos es de Agrosúper y el 30% de Ariztía, cuyos criaderos se concentran en las regiones VI, Metropolitana y V.

A fin de entregar un detalle de sustrato disponible a nivel de comuna se han utilizado las estadísticas del CENSO Silvo Agropecuario 2007. Manteniendo el mismo criterio que el usado por INE en el Informe Anual de Criaderos de Aves y Cerdos, sólo se consideran los propietarios con más de 150 aves.

Para obtener potencial de generación de biogás, se ha considerado que la proporción de broilers/ponedoras por región es igual a la publicada por INE en el Informe Anual de Criaderos de Aves y Cerdos al segundo semestre de 2007.

¹ Estudio producción de huevos ODEPA 2008 en archivo Gamma.

Cuadro N° 3.3.
Existencias de Pollos y Potencial por Región

Región	N° Propietarios	N° Cabezas/Año	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
XV Región	12	11.428.279	19.880	110.534	51.411	4.284
IV Región	17	701.116	7.578	42.135	19.598	1.153
V Región	63	8.928.063	96.994	539.289	250.832	3.981,5
VI Región	83	87.366.898	196.305	1.091.456	507.654	6.116
VII Región	128	831.955	9.038	50.253	23.374	182,6
VIII Región	130	1.396.843	15.140	84.181	39.154	301,2
IX Región	115	94.665	979	5.446	2.533	22,0
Re. Metro.	126	106.890.828	186.817	1.038.704	483.118	3.834
Total Pollos	674	217.638.648	532.733	2.961.997	1.377.673	19.875

Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.
Se han considerado 8 generaciones de pollos broiler al año.

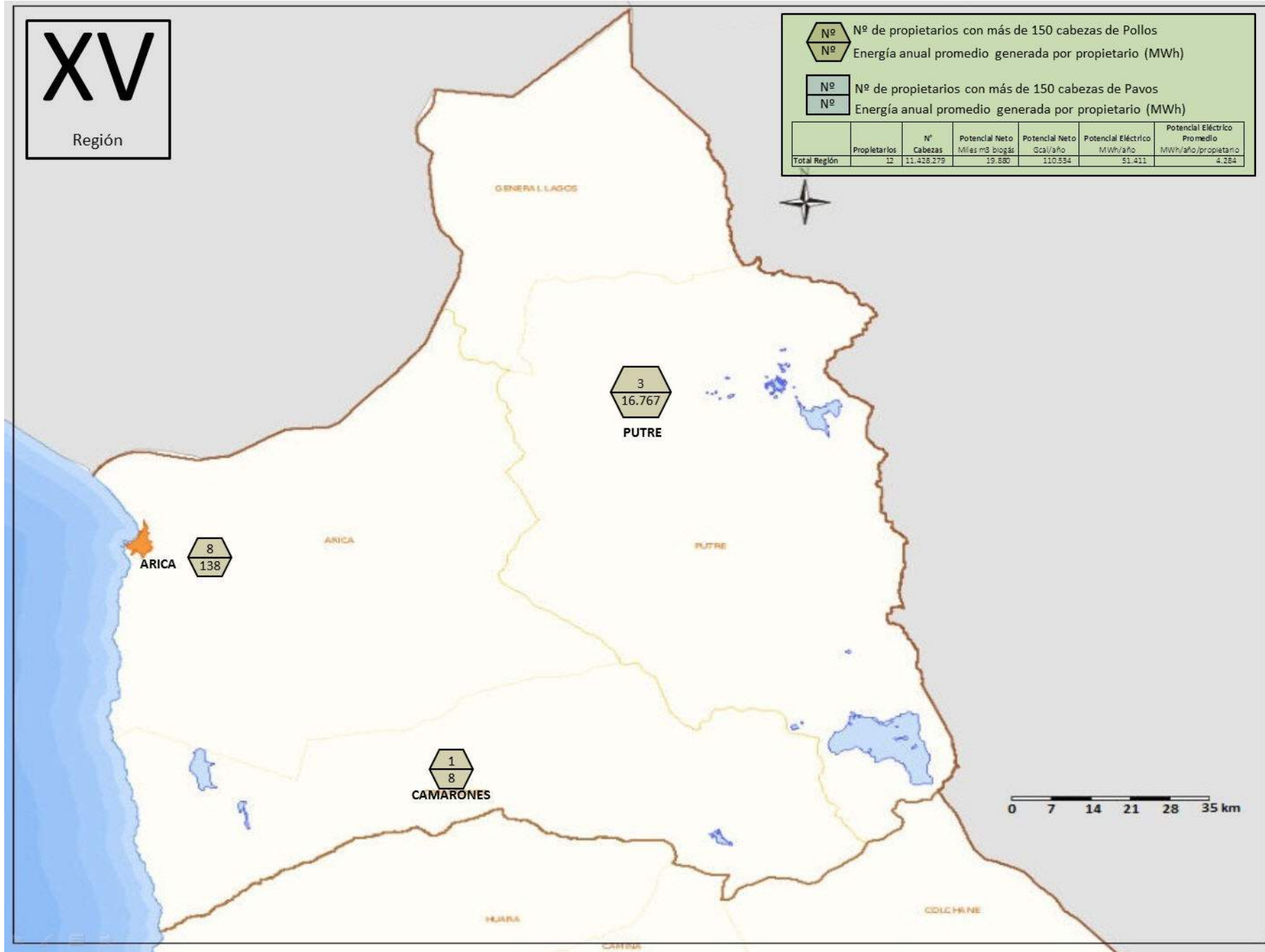
Se ha considerado también la cantidad de sustratos que están disponibles de la crianza de pavos. La información ha sido extraída desde el CENSO Silvo Agropecuario de 2007. Se muestra a continuación.

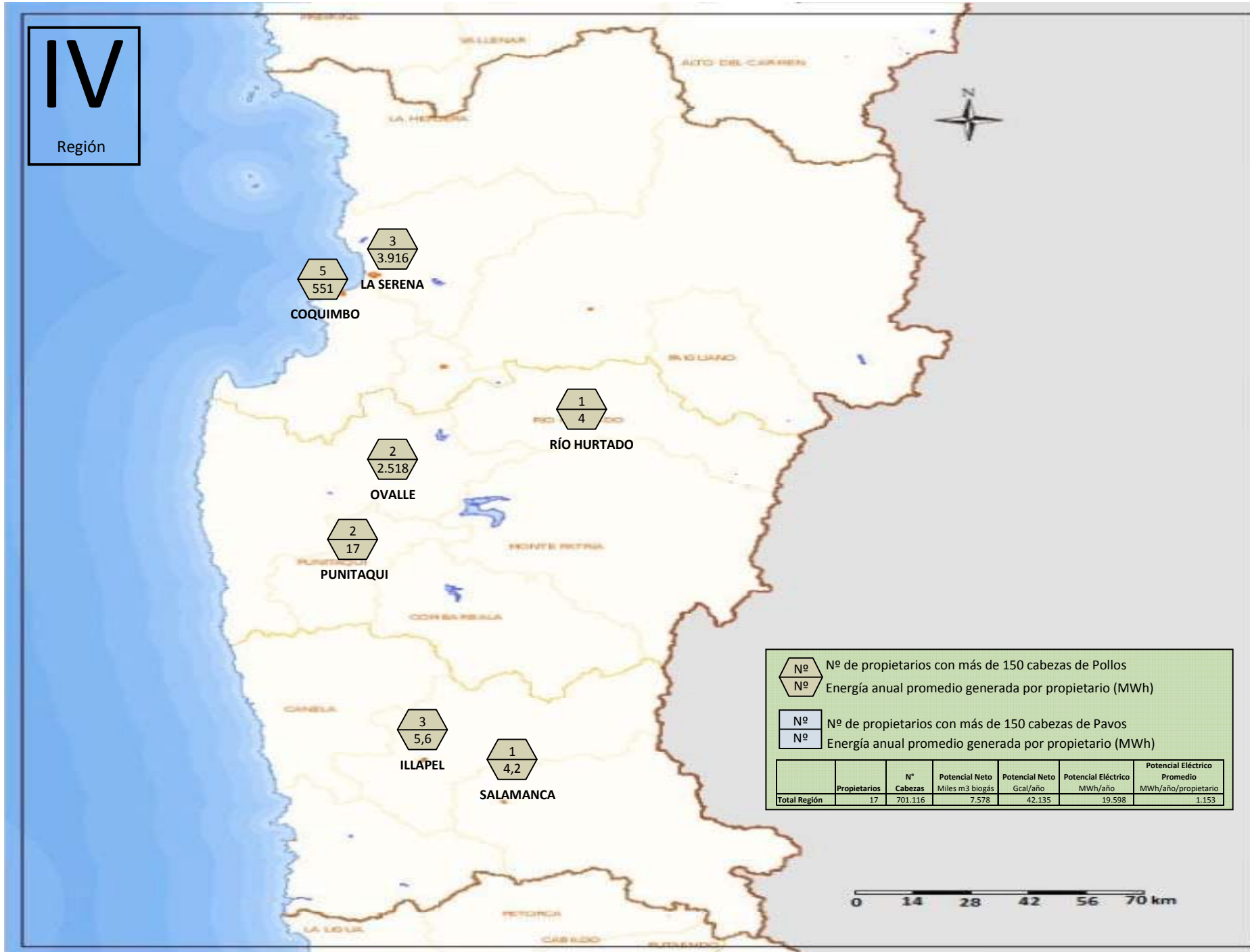
Cuadro N° 3.4.
Existencias de Pavos y Potencial por Región

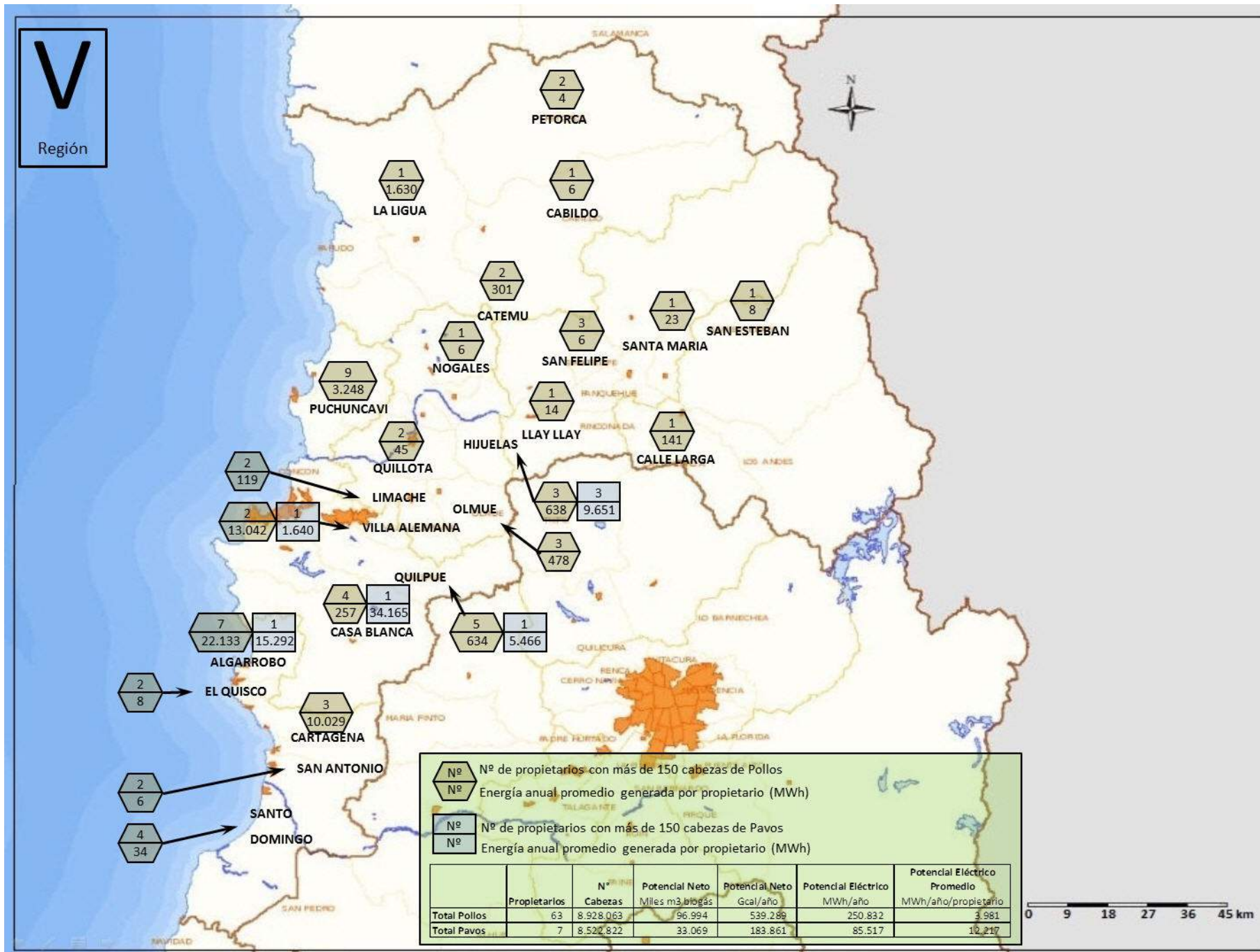
Región	N° Propietarios	N° Cabezas/año	Potencial Neto Miles m3 biogás	Potencial Neto Gcal/año	Potencial Eléctrico MWh/año	Potencial Eléctrico Promedio MWh/año/propietario
V Región	7	8.522.822	33.069	183.861	85.517	12.216,7
Re. Metro.	2	967.431	3.754	20.870	9.707	4.853,5
Total Pavos	9	9.490.253	36.822	204.731	95.224	17.070

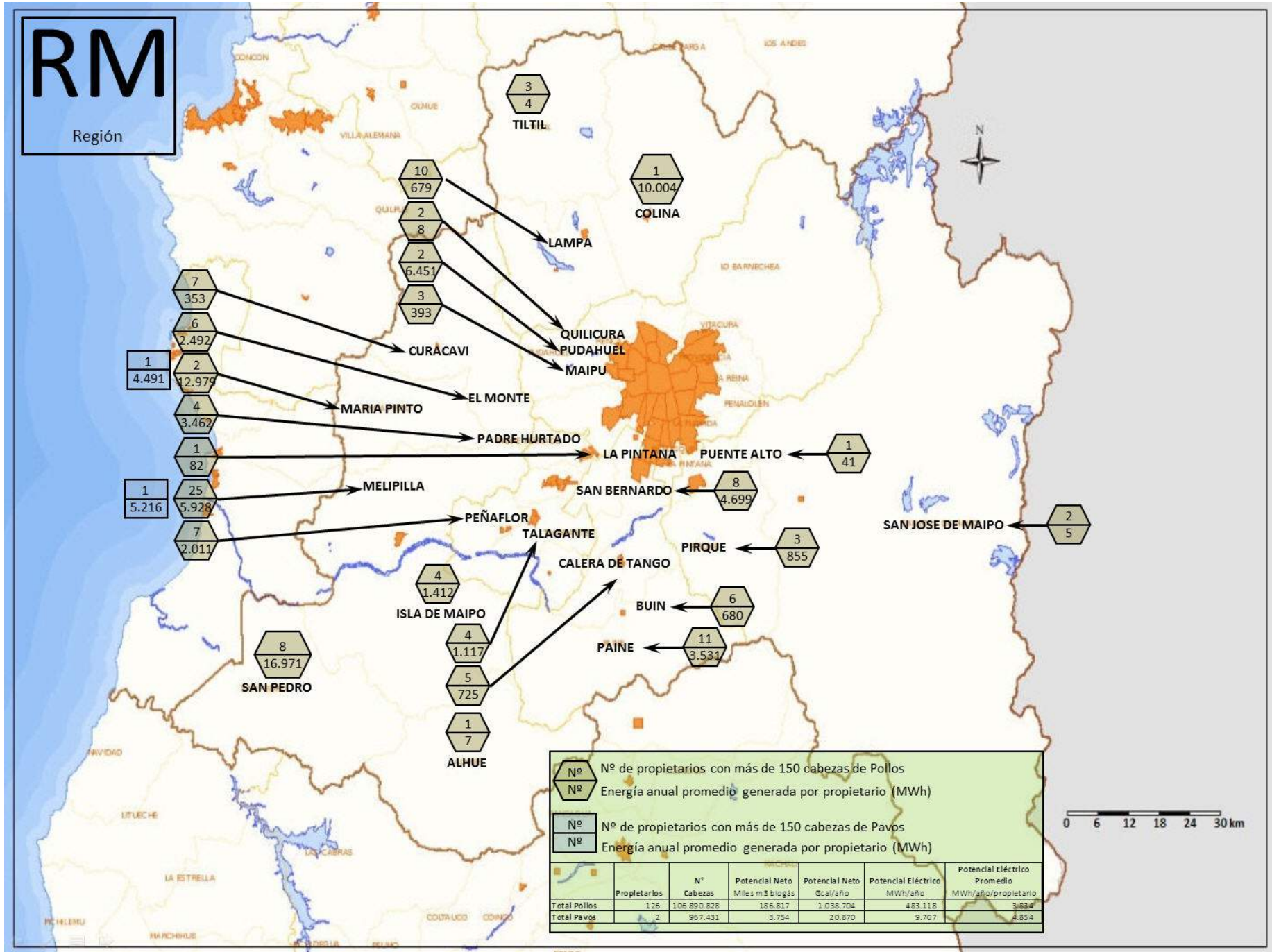
Nota: Para obtención de potencial se usaron constantes obtenidas de "Potencial de Biogás" CNE/GTZ 2007 y un 40% de rendimiento eléctrico de motor generador.
Se han corregido el N° de Cabezas anuales con la producción anual del 2007 publicada por APA.

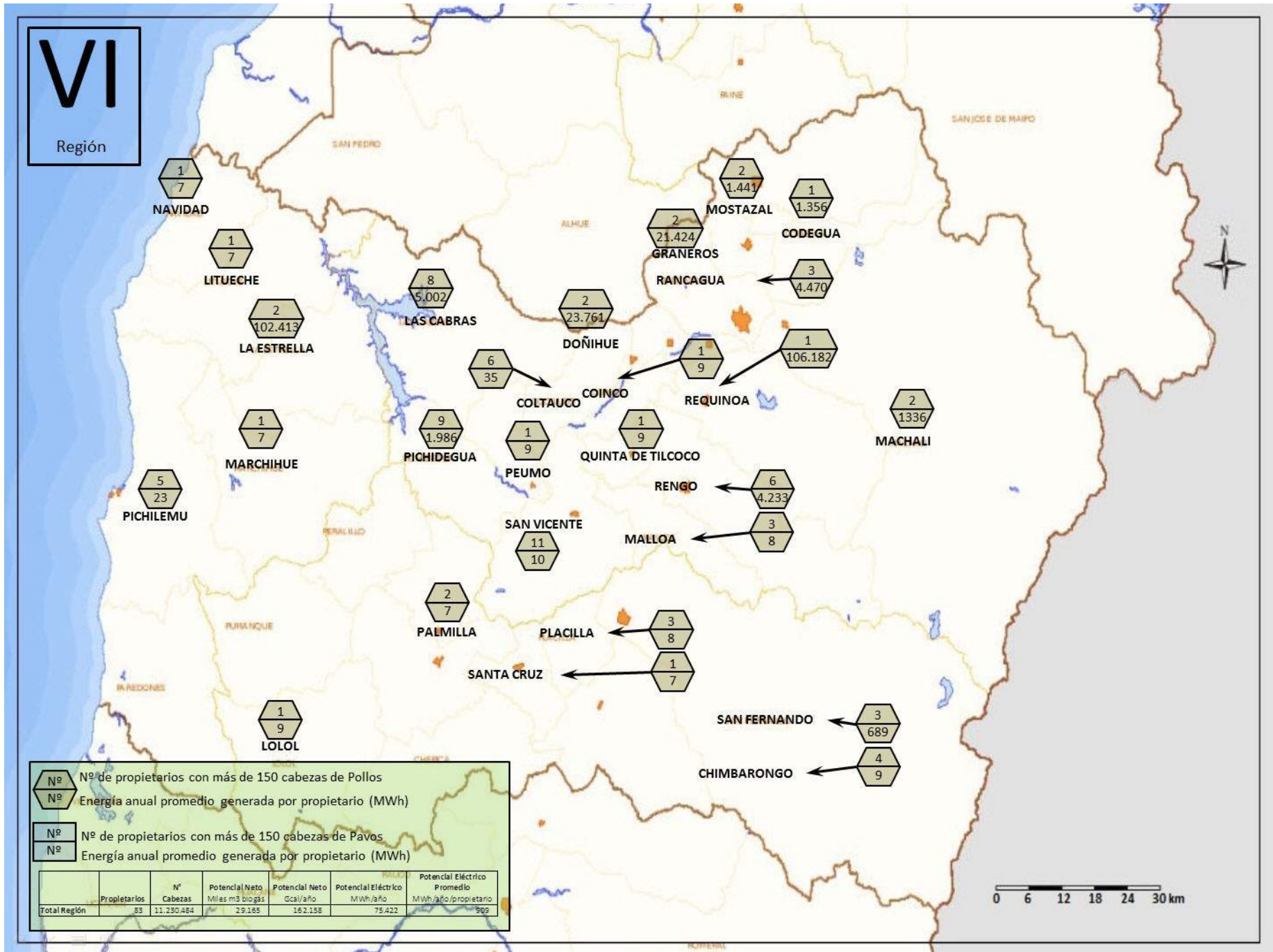
En las siguientes figuras se muestran mapas que presentan la información detallada a nivel de comunas.

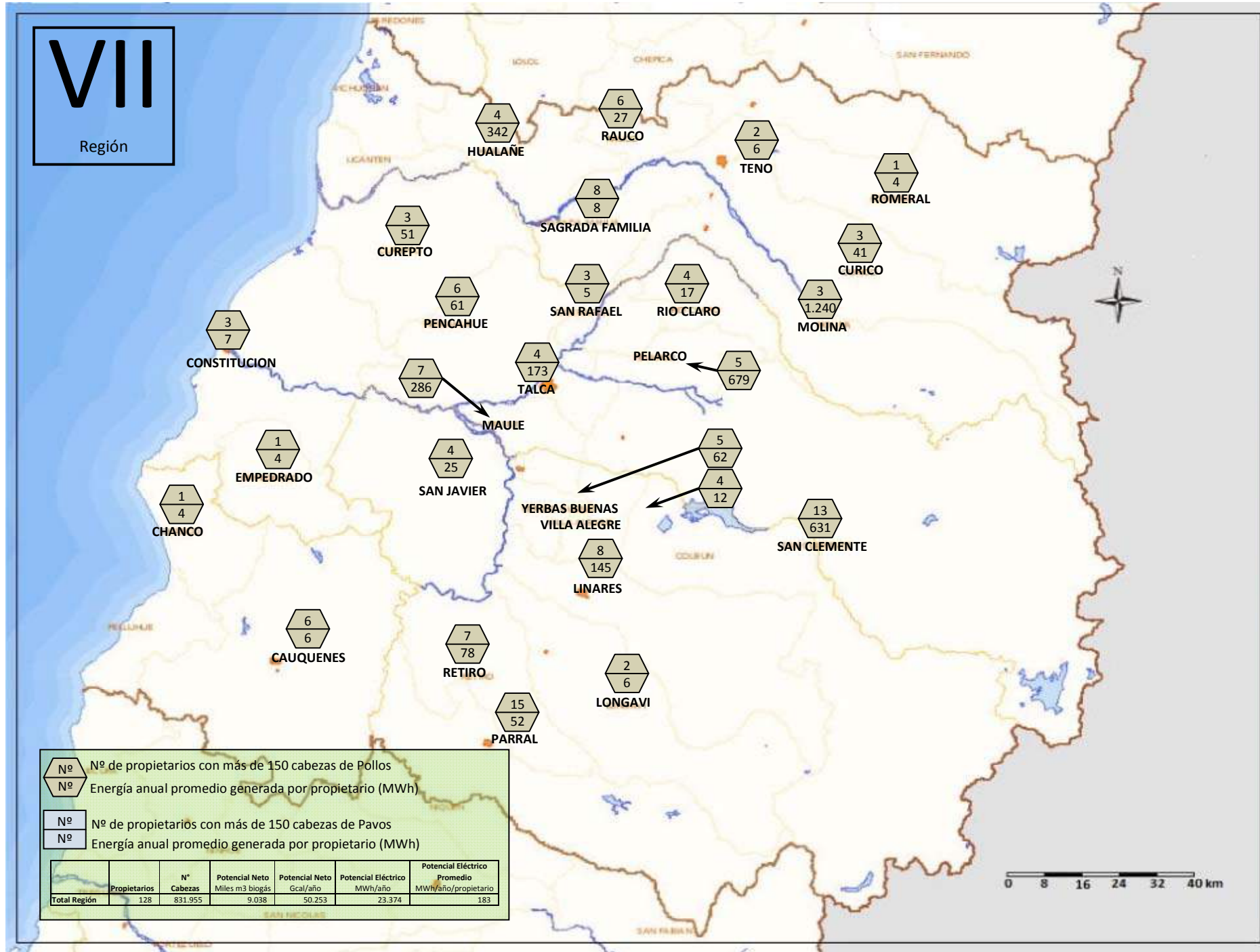


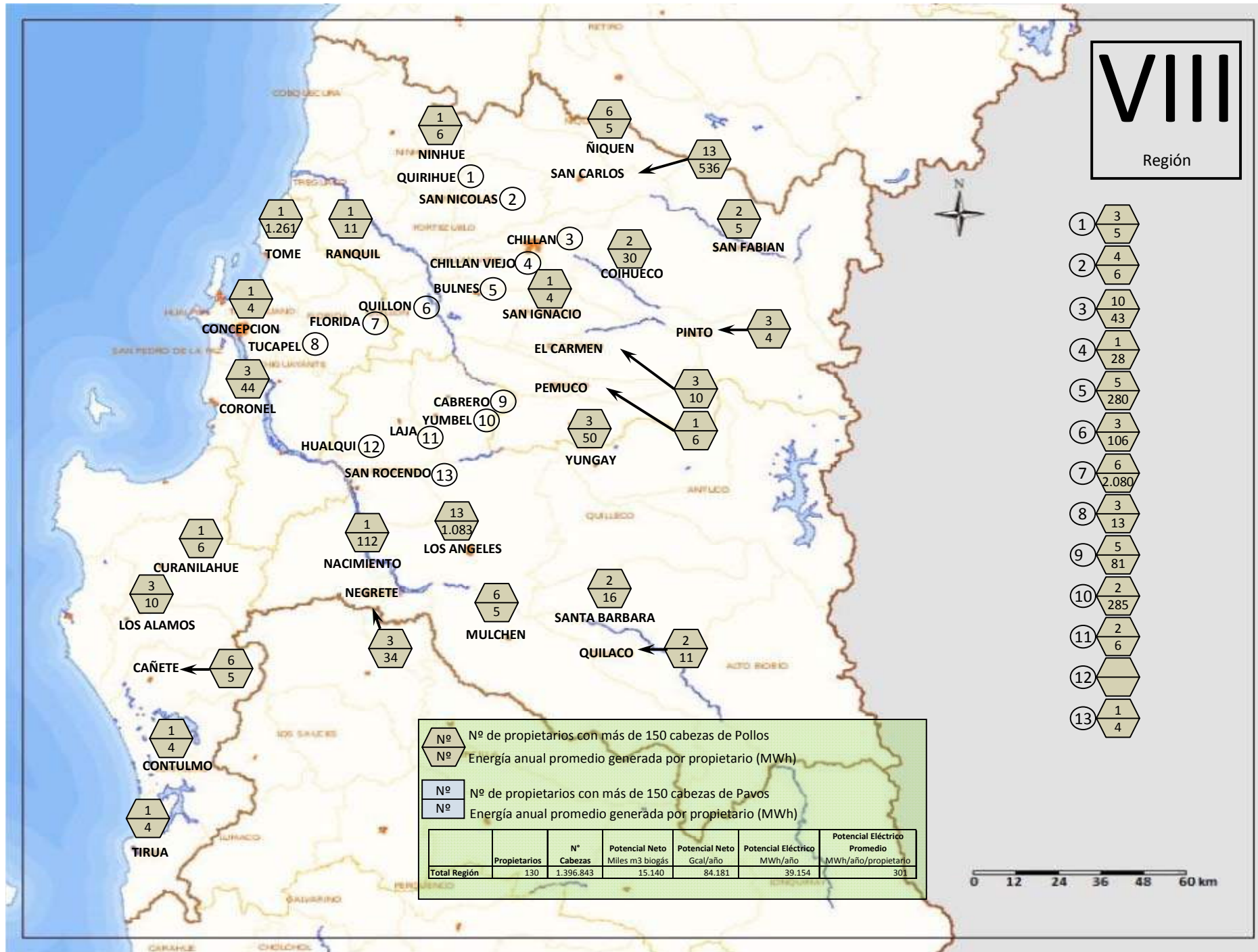


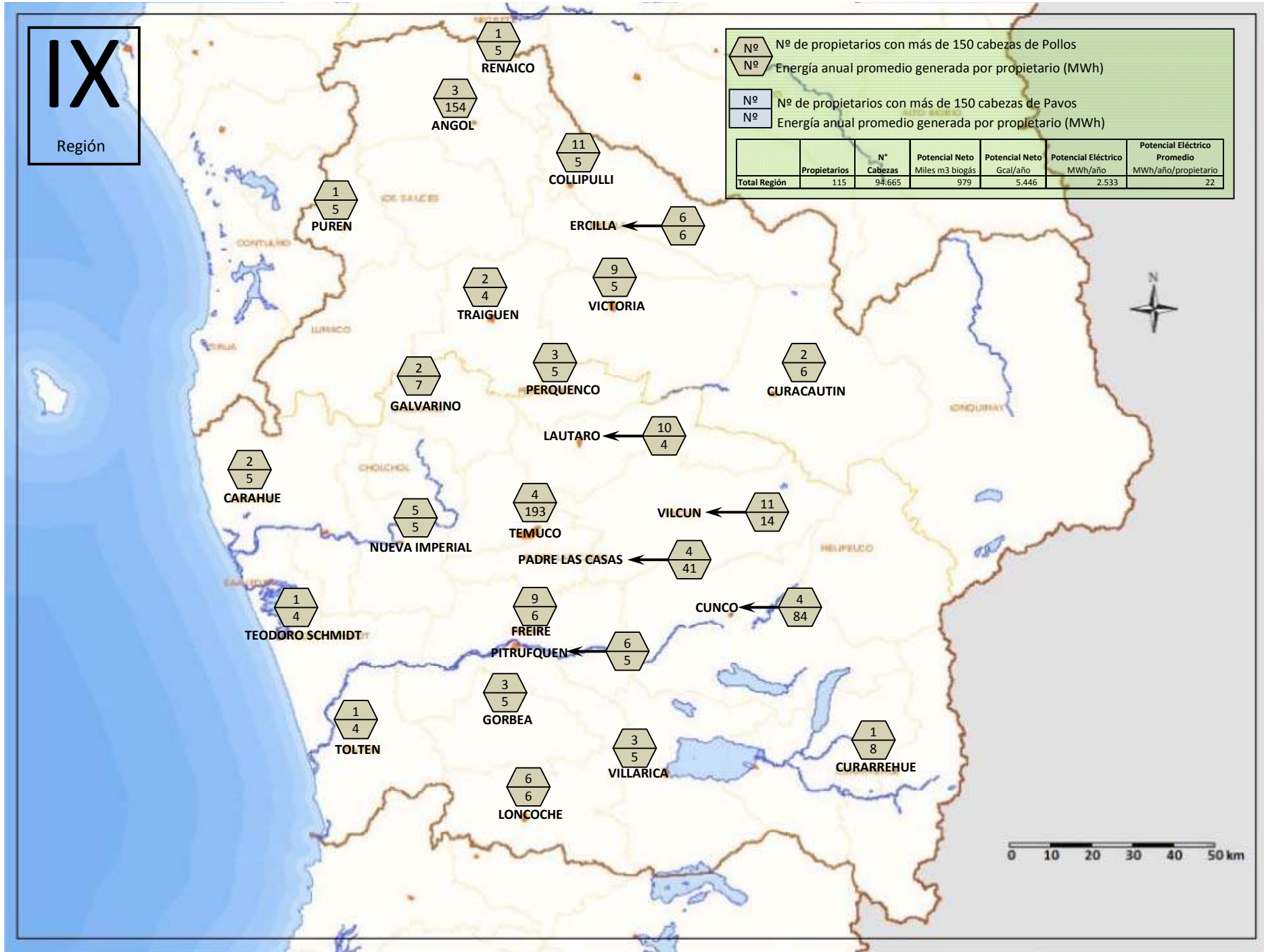












3.2. Residuos de Cultivos del Sector Agrícolas.

El potencial de generación de biogás de residuos de cultivos de temporada se ha calculado utilizando la información disponible en el estudio Potencial de Biogás CNE/GTZ 2007, las estadísticas de producción disponibles en web de ODEPA y el Censo Silvoagropecuario de 2007.

El cuadro N° 3.5 muestra el cálculo realizado. La 4º columna corresponde a un factor de proporcionalidad producción/desechos, temporada 2003/2004. La 5º columna corresponde a la producción obtenida del Censo Silvoagropecuario del año 2007 y la última columna es el cálculo de desechos estimados al año 2007.

Cuadro N° 3.5.
Estimación de Desechos de Cultivos Agrícolas Año 2007

Cultivo	Producción Nacional 2003/2004 (1) Ton/año	Desechos Nacional 2003/2004 (2) Ton/año	Rel Des/Prod	Producción Nacional 2007 (3) Ton/año	Desechos Nacional 2007 Ton/año
Trigo	1.921.652	1.877.146	0,98	997.148	974.053
Avena	538.600	534.239	0,99	322.134	319.526
Cebada	56.156	55.992	1,00	68.129	67.930
Centeno	127	108	0,85	4.977	4.232
Maiz	1.320.606	1.148.908	0,87	1.116.763	971.567
Arroz	119.265	119.265	1,00	109.569	109.569
Poroto	48.712	48.287	0,99	18.524	18.362
Lenteja	791	791	1,00	728	728
Garbanzo	2.941	2.942	1,00	2.667	2.668
Arveja	1.023	1.016	0,99	1.716	1.704
Chicaro	193	194	1,01	216	217
Papa	1.144.170	1.071.633	0,94	699.164	654.839
Maravilla	3.218	2.758	0,86	1.074	920
Raps	22.111	22.111	1,00	37.727	37.727
Remolacha	2.278.303	2.278.303	1,00	1.449.209	1.449.209
Lupino	52.011	52.011	1,00	44.019	44.019
TOTAL	7.509.879	7.215.704	0,97	4.873.763	4.657.272

(1) Estadísticas Disponibles en Web de ODEPA

(2) Potencial de Biogás CNE/GTZ 2007

(3) Censo Silvoagropecuario 2007

Fuente: Elaboración propia a base de referencias.

Para el cálculo del potencial energético GTZ considera los cinco principales cultivos. En el cuadro N° 3.6., se muestra su porcentaje de disponibilidad y masa, base seca.

Cuadro N° 3.6.
Materia Orgánica Disponible para Obtención de Biogás

Sustrato	Total desechos Ton/año	Total MO seca Ton/año	Disponibilidad %	MO Disponible Ton/año
Trigo	974.053	827.945	30%	248.384
Maiz	971.567	777.254	20%	155.451
Papa	654.839	130.968	10%	13.097
Raps	37.727	30.182	10%	3.018
Remolacha	1.449.209	57.968	10%	5.797
TOTAL	4.087.395	1.824.317		425.746

Fuente: Elaboración propia a base de referencias.

Nota: % Humedad CNE/GTZ 2007

El desglose de potencial por región se presenta en el cuadro N° 3.7.

Cuadro N° 3.7.
Potencial de Residuos Agrícolas por Región

Región	MO Disponible Ton/año	Potencial Neto Miles m ³ biogas/año	Potencial Neto Mill Kcal/año	Potencial eléctrico MWh/año
V	3.768	2.298	12.411	5.774
VI	86.970	59.501	321.304	149.471
VII	67.106	41.542	224.329	104.358
VIII	102.162	54.256	292.981	136.295
IX	118.986	59.800	322.921	150.223
X	22.429	12.011	64.859	30.172
RM	24.325	16.269	87.851	40.868
TOTAL	425.746	245.677	1.326.657	617.161

*Nota: La producción de biogás se ha tomado desde CNE/GTZ igual a:
500 m³/Ton n.o. para trigo y remolacha.
700 m³/Ton n.o. para maíz y papa.
100 m³/Ton n.o. para papas.*

El cultivo de mayor aporte es el trigo, cuya producción está concentrada en la VIII y IX Regiones. Otro desecho importante proviene del cultivo de maíz, el que se produce mayormente en la VII Región.

3.3. Residuos del Sector Silvícola.

La industria forestal se concentra entre la VII a la X Región, siendo la VII Región la que presenta mayor cantidad de instalaciones industriales. La figura siguiente muestra de forma esquemática cómo se utilizan los recursos forestales.

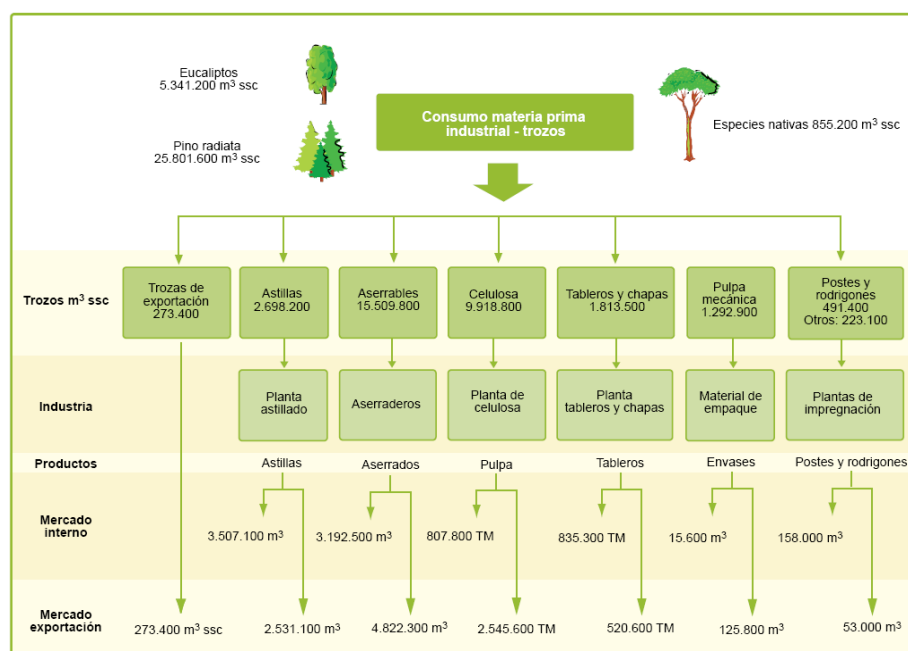


Figura N° 3.1

Flujo de Trozas Industriales, Industria Forestal Chilena 2004

Fuente: Potencial de Biomasa Forestal CNE/GTZ, 2008

Los residuos en este sector productivo se generan en el manejo forestal y en procesos industriales como aserrado u obtención de celulosa.

Se considera que solamente la industria de aserraderos puede generar desechos potenciales para producción energética ya que tanto la industria de tableros y como la de celulosa son demandantes de residuos, ya sea para proceso productivo o generación de energía². Por ejemplo, el licor negro, desecho de la industria de celulosa, tiene un fuerte uso como combustible para la generación de energía.

El siguiente cuadro presenta una cuantificación de la cantidad de residuos aprovechables energéticamente (RAE) generados en aserraderos y su uso actual. Se ha elaborado en base a estadísticas publicadas por INFOR, ya que en el Censo Silvo-Agropecuario 2007 no se considera el registro de los residuos generados.

² CNE/GTZ Potencial de Residuos Madereros

Cuadro N° 3.8.
Uso Actual de Residuos Forestales Energéticamente Aprovechables

Uso de Residuos Energéticamente Aprovechables, en m ³ ssc					
Región	Residuos Totales	Comercializado	Regalado	Autoconsumido	Acumulado
RM	307	113	0	0	194
IV	83	83	0	0	0
V	33.491	20.906	7.876	4.359	352
VI	165.309	129.214	20.632	4.404	11.059
VII	885.804	546.870	88.453	174.722	75.759
VIII	3.129.376	1.778.991	113.753	1.185.961	50.671
IX	582.599	363.747	30.930	174.127	13.796
X	540.169	217.629	25.621	279.578	17.340
XI	17.235	7.646	1.646	2.082	5.859
XII	75.982	14.730	18.482	37.595	5.175
Total	5.430.356	3.079.929	307.393	1.862.829	180.205
Porcentaje	100%	57%	6%	34%	3%

Fuente: www.infor.cl/residuos

A nivel país, sólo el 3% de los residuos no tienen un uso actual y son acumulados. A este porcentaje podría sumarse la cantidad de residuos regalados.

3.3.1. Potencial Bruto de Residuos Forestales.

El cuadro siguiente elaborado a base de las estadísticas publicadas por INFOR muestra el potencial que se tendría de disponer del 100% de los RAE generados.

Cuadro N° 3.9.
Disponibilidad Máxima de RAE y Potencial por Región

Región	Aserraderos	Volumen RAE	Potencial Neto	Potencial Neto	Potencial Eléctrico	Potencial Eléctrico Promedio
	N°	m ³ ssc	Ton biogás	Gcal/año	MWh/año	MWh/año/Aserradero
IV Región	1	83	28	163	76	76
V Región	20	33.491	11.452	65.643	30.531	1.527
R.M.	2	307	105	602	280	140
VI Región	39	165.309	56.526	324.006	150.700	3.864
VII Región (1)	90	777.307	265.791	1.523.522	708.615	7.873
	2	154.996	52.999	303.791	141.298	70.649
VIII Región (1)	119	640.186	218.904	1.254.765	583.612	4.904
	11	1.215.336	415.570	2.382.059	1.107.934	100.721
IX Región	78	582.599	199.213	1.141.895	531.114	6.809
XIV Región (1)	64	158.207	54.097	310.086	144.226	2.254
	1	121.886	41.677	238.897	111.115	111.115
X Región	57	260.076	88.930	509.749	237.092	4.160
XI Región	25	6.402	2.189	12.548	5.836	233
XII Región	25	75.821	25.926	148.609	69.120	2.765
Total	534	4.192.007	1.433.408	8.216.333	3.821.550	317.090

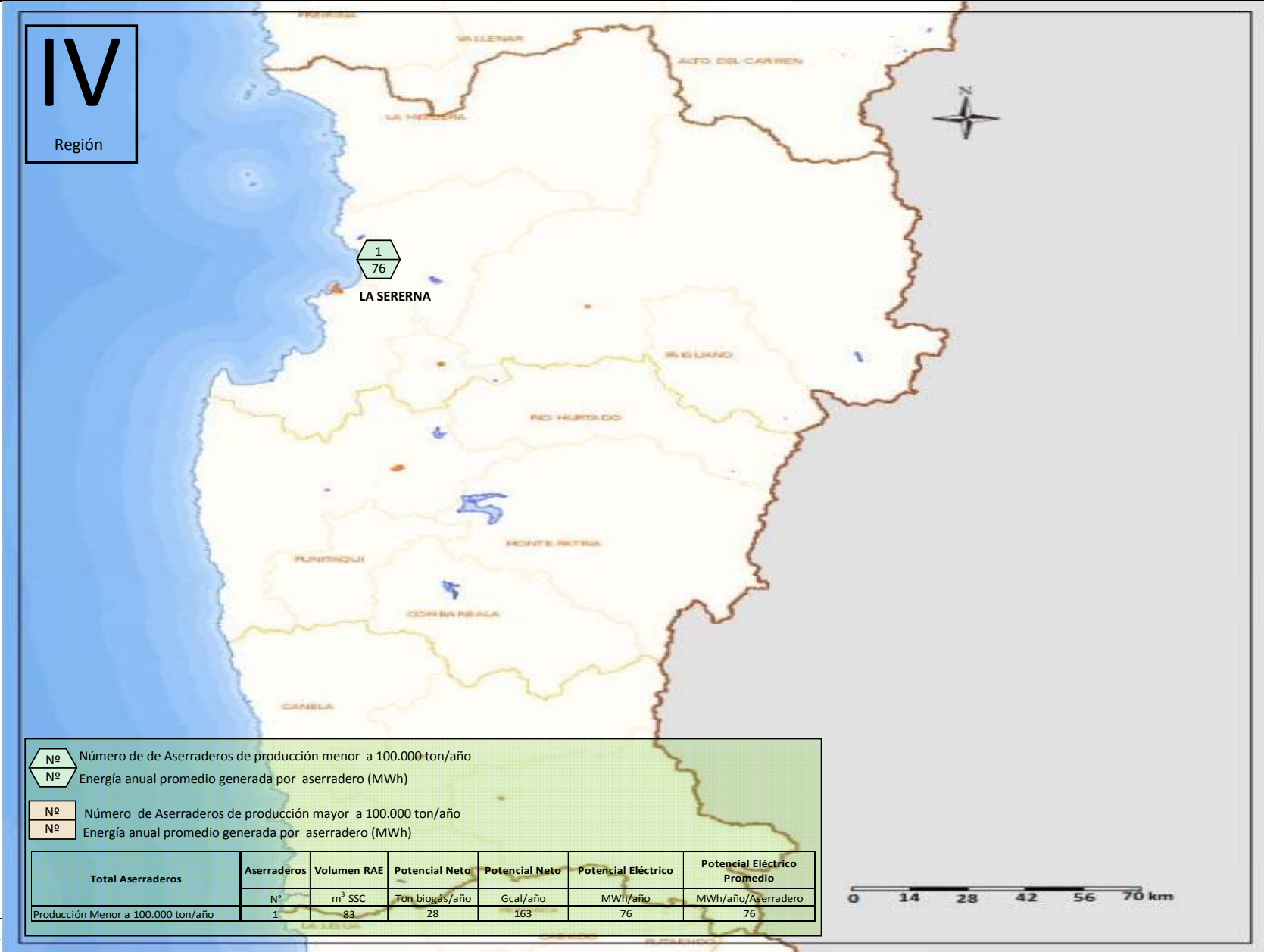
Fuente: Elaboración Propia a base de Estadísticas INFOR

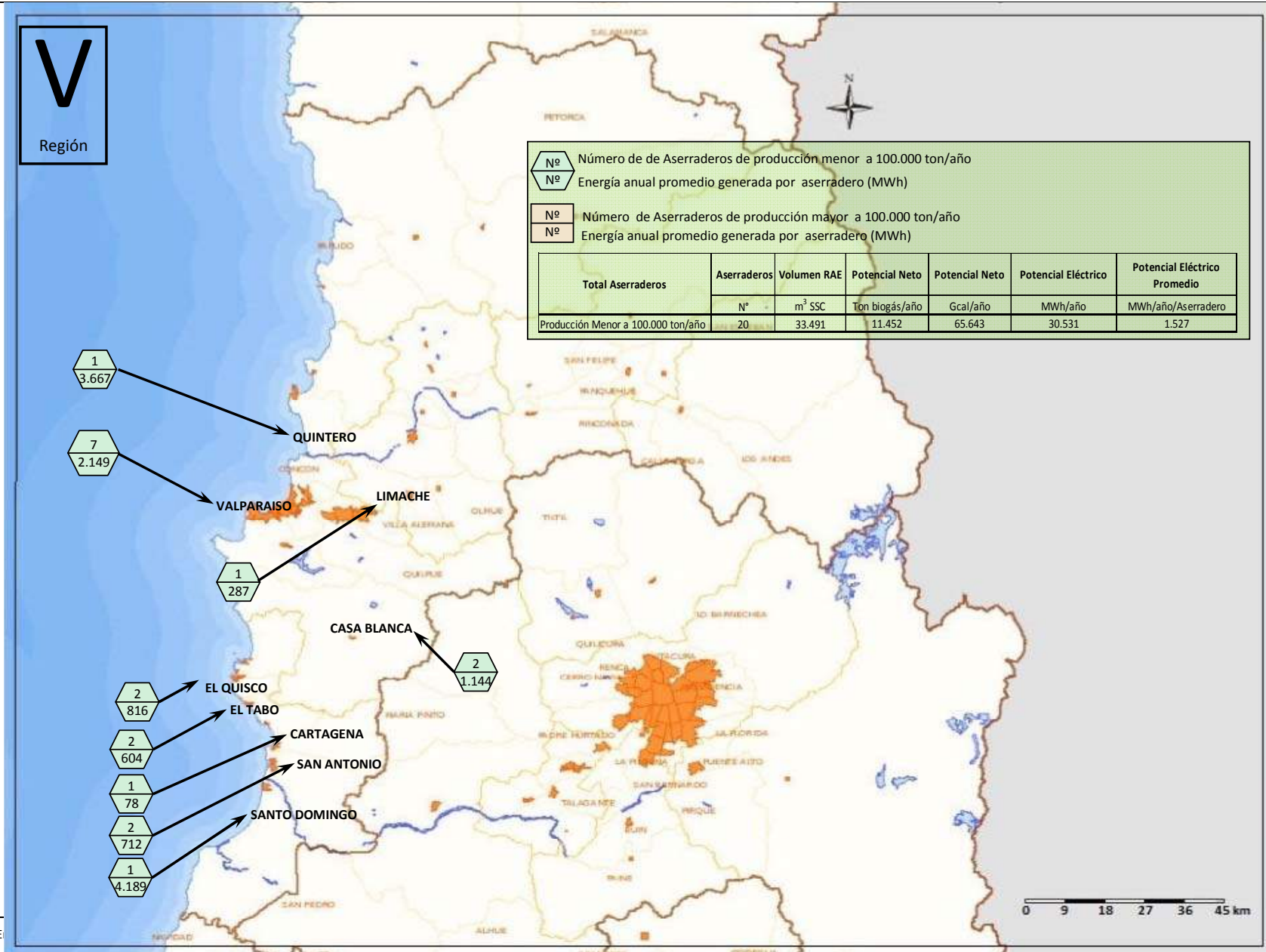
Nota 1: Indica Cantidad de Aserraderos y desechos generados para aserraderos de gran tamaño (Volumen de Producción mayor a 100.000 Ton/año).

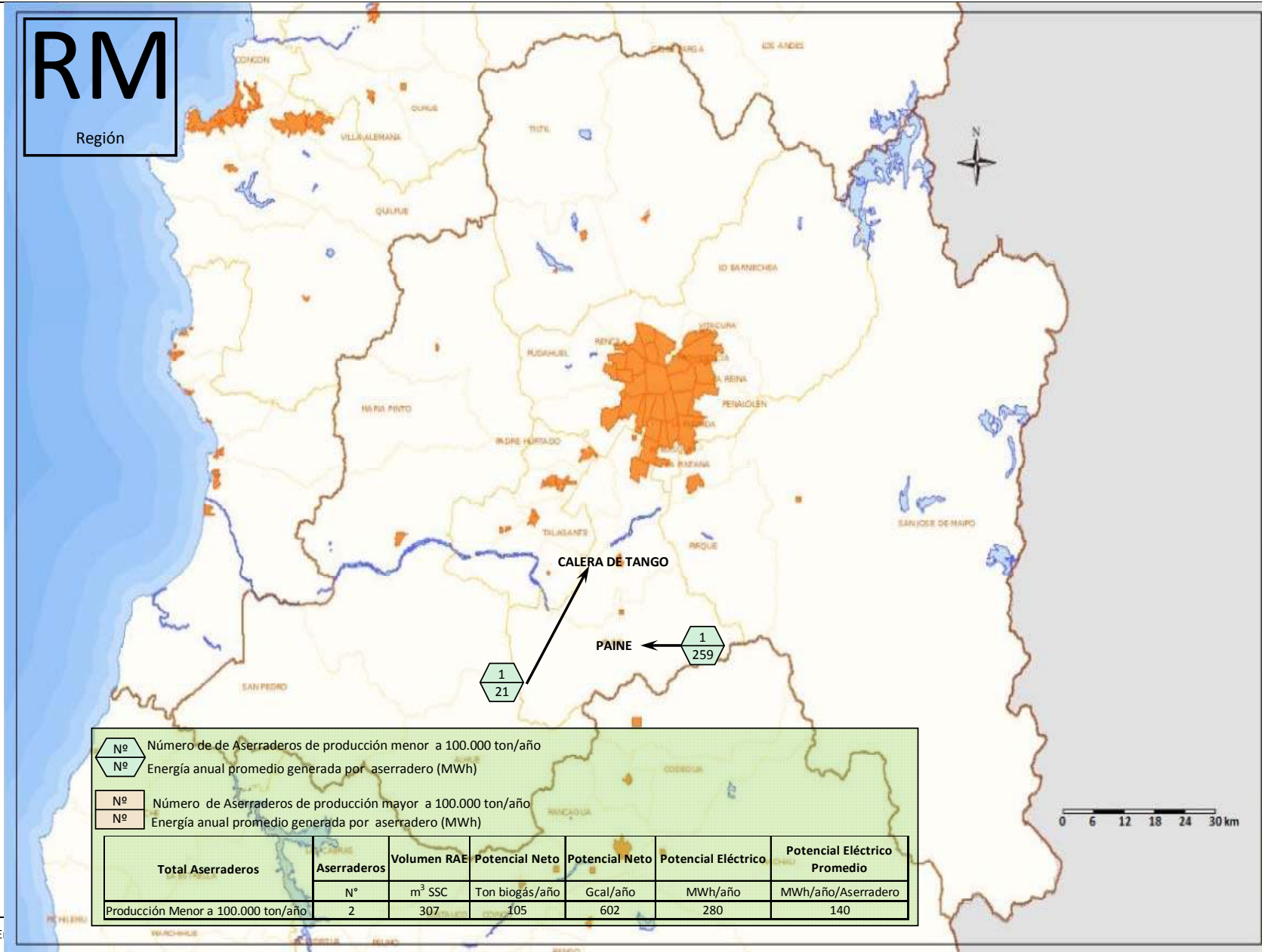
Nota 2: El potencial ha sido calculado considerando eficiencia de gasificación de 80% y un PCS del gas obtenido de 5.732 kcal/kg³

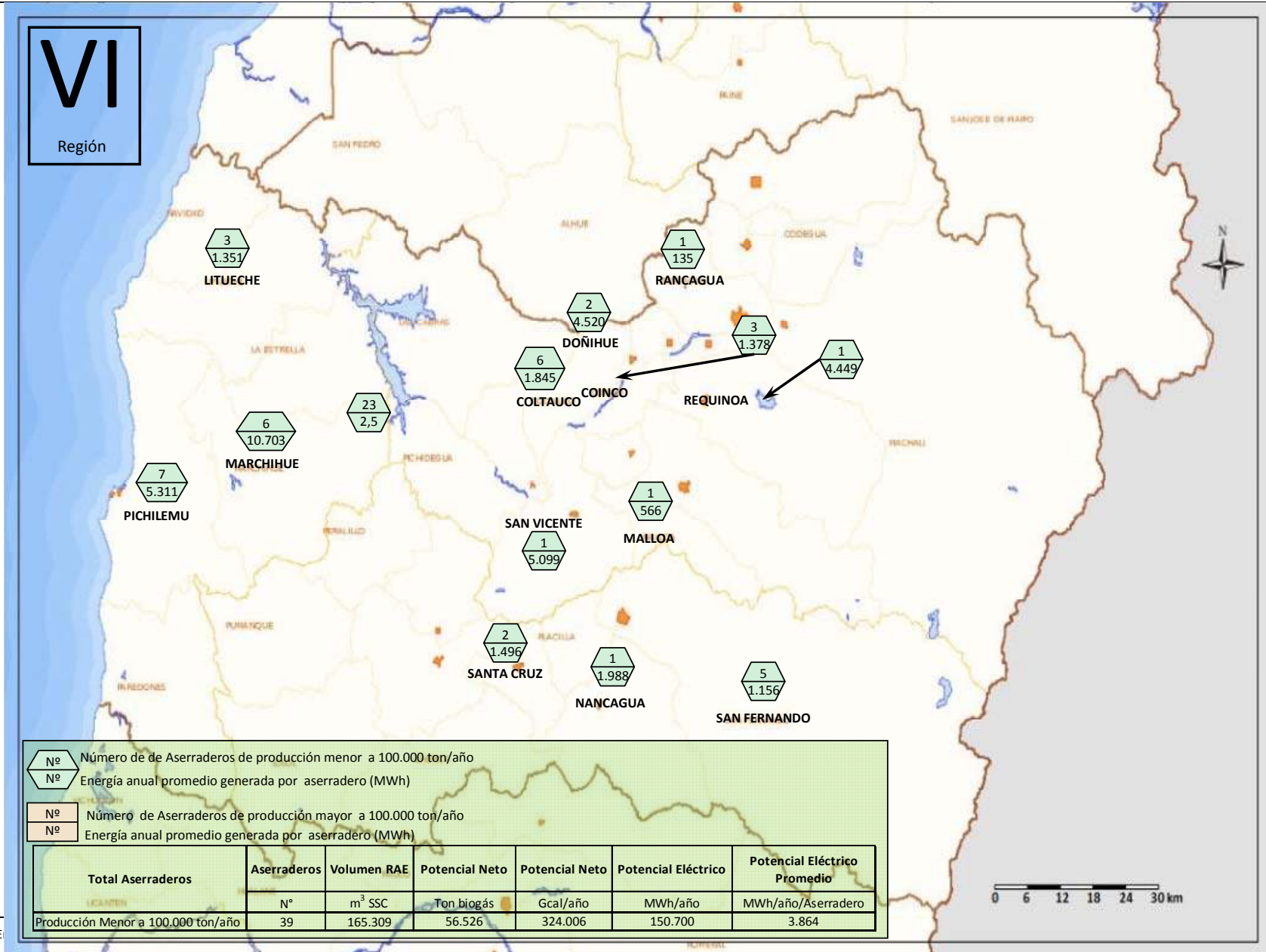
Las siguientes figuras muestran mapas de ubicación de los desechos forestales y su potencial, detallados a nivel de comunas.

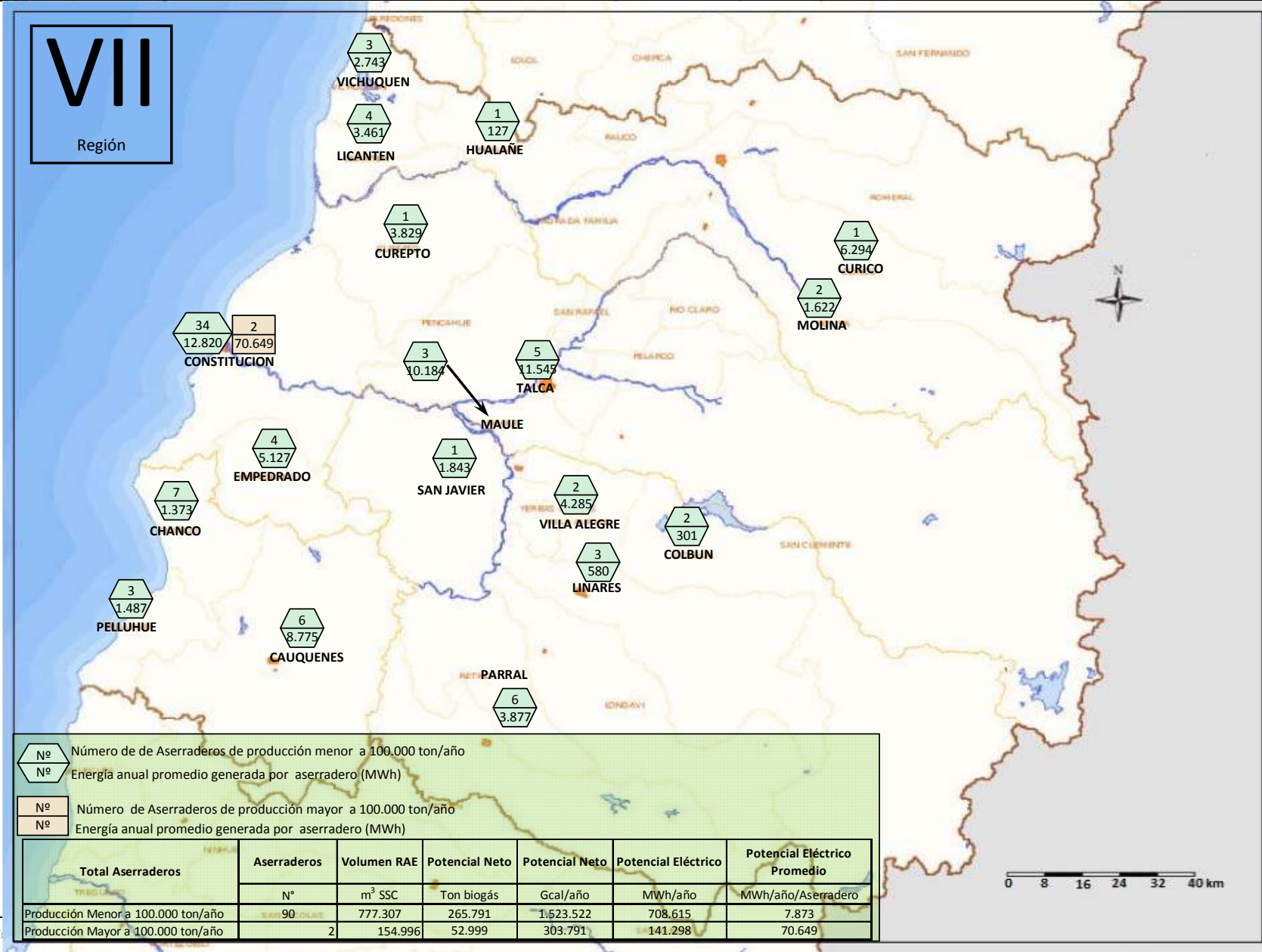
³ Prabir Basu: Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory, ELSEVIER 2010.

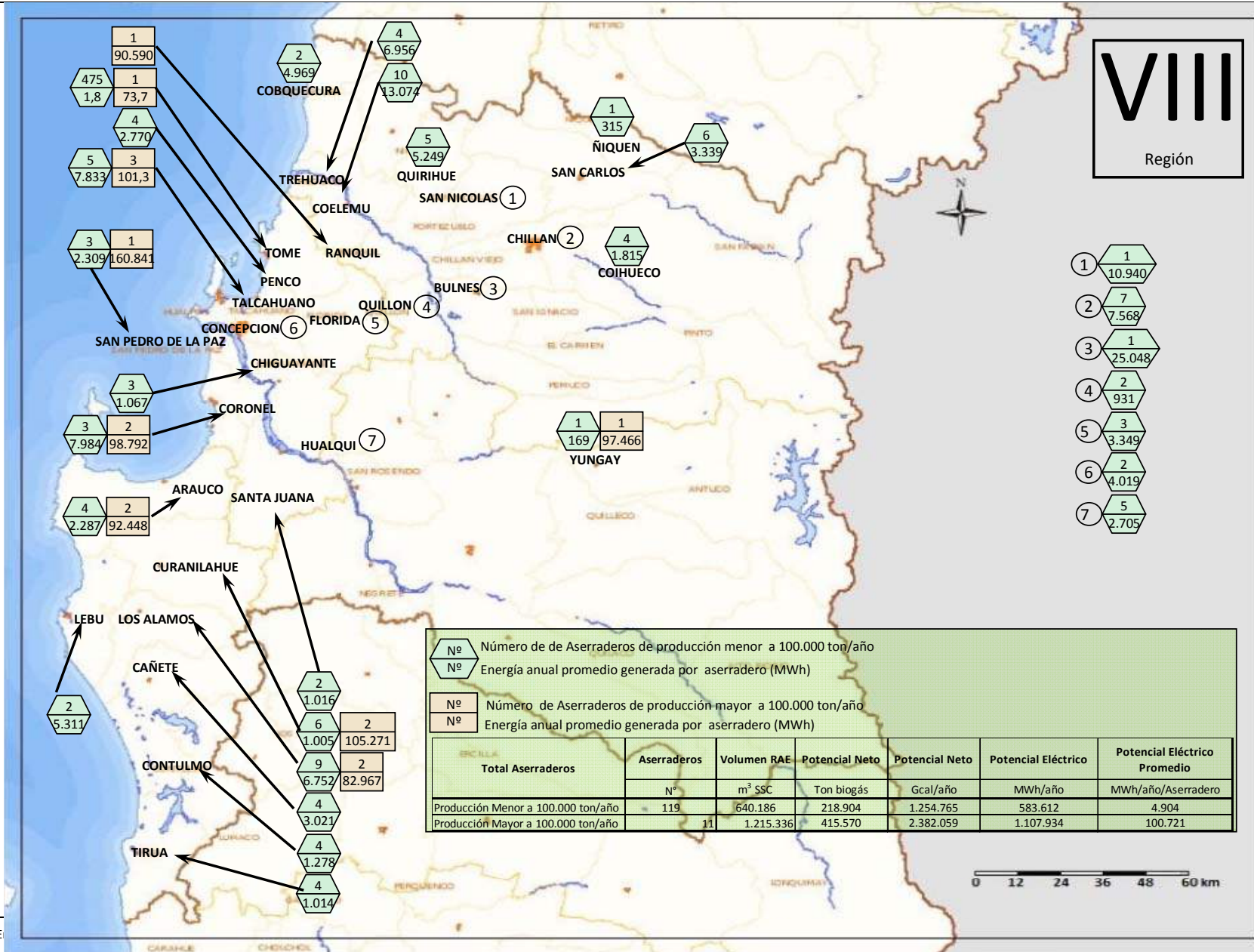


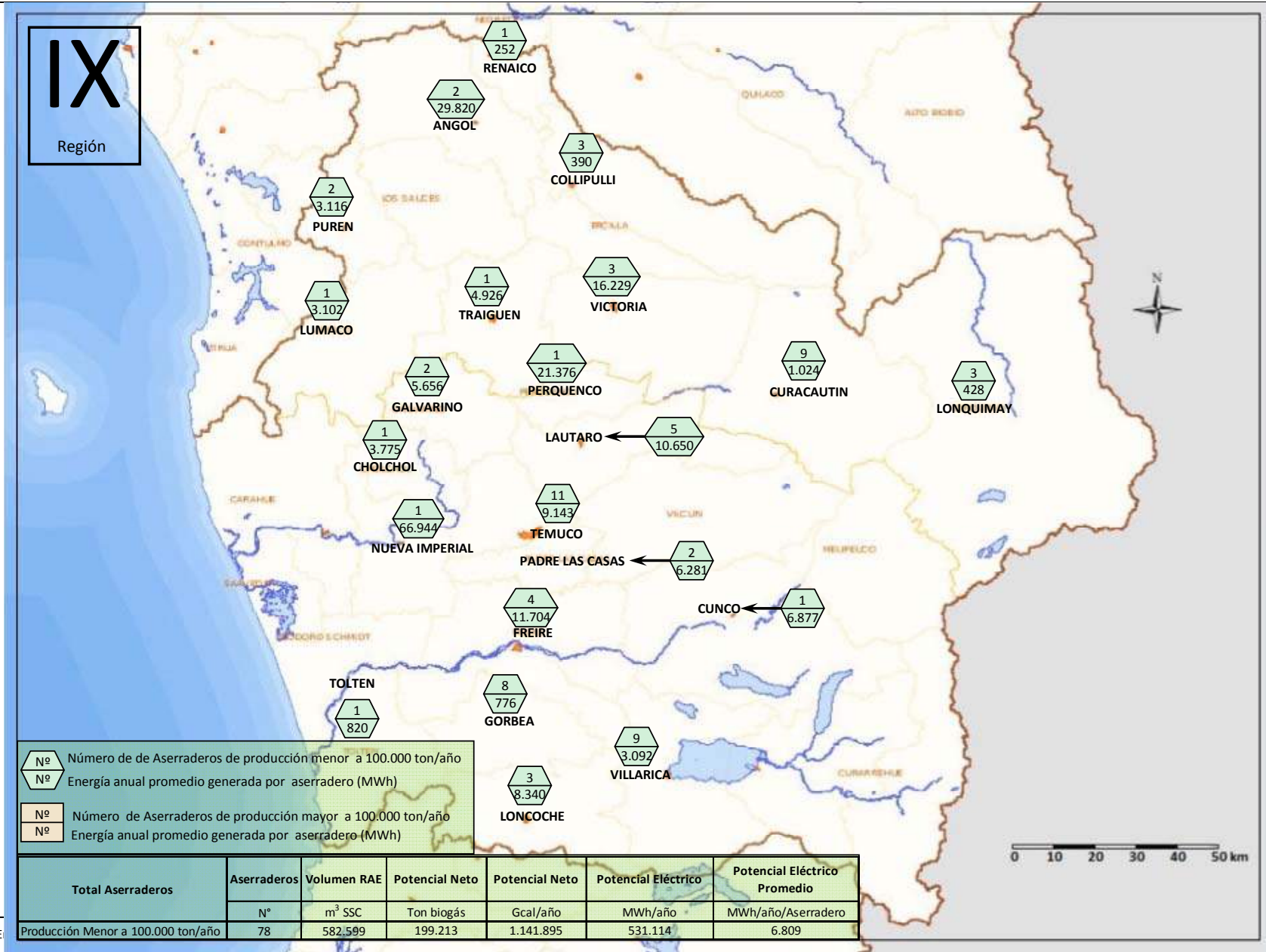


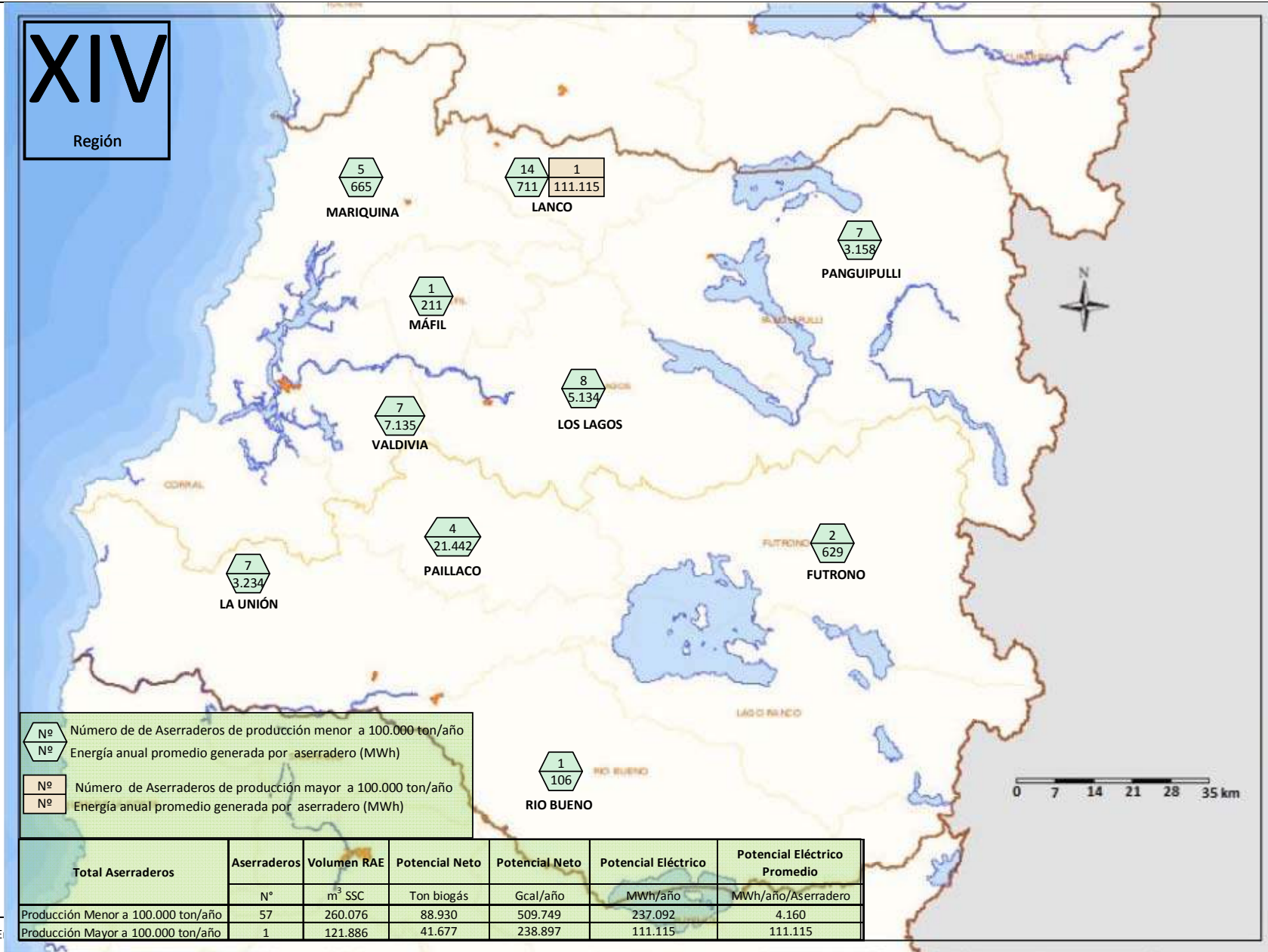


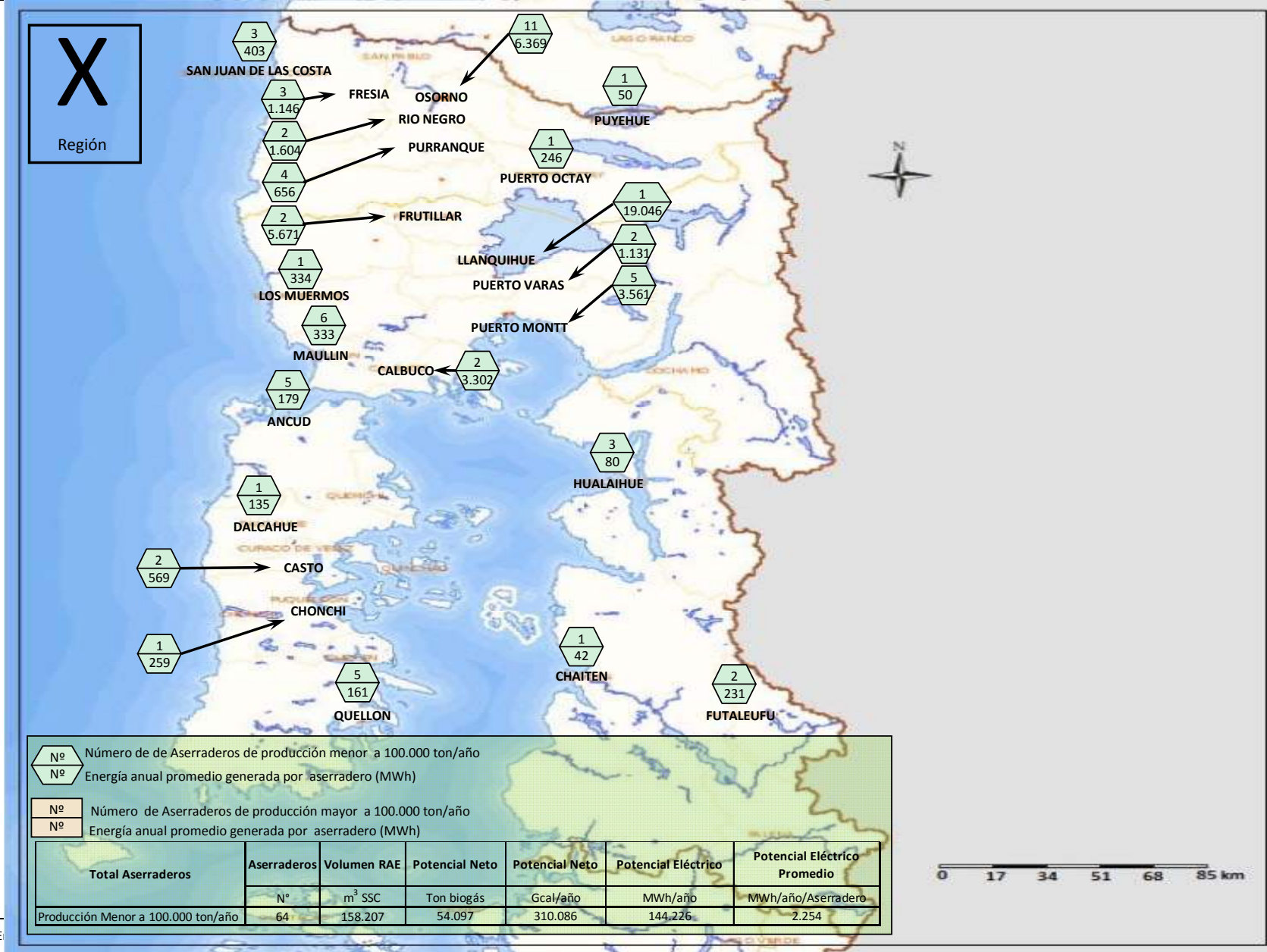


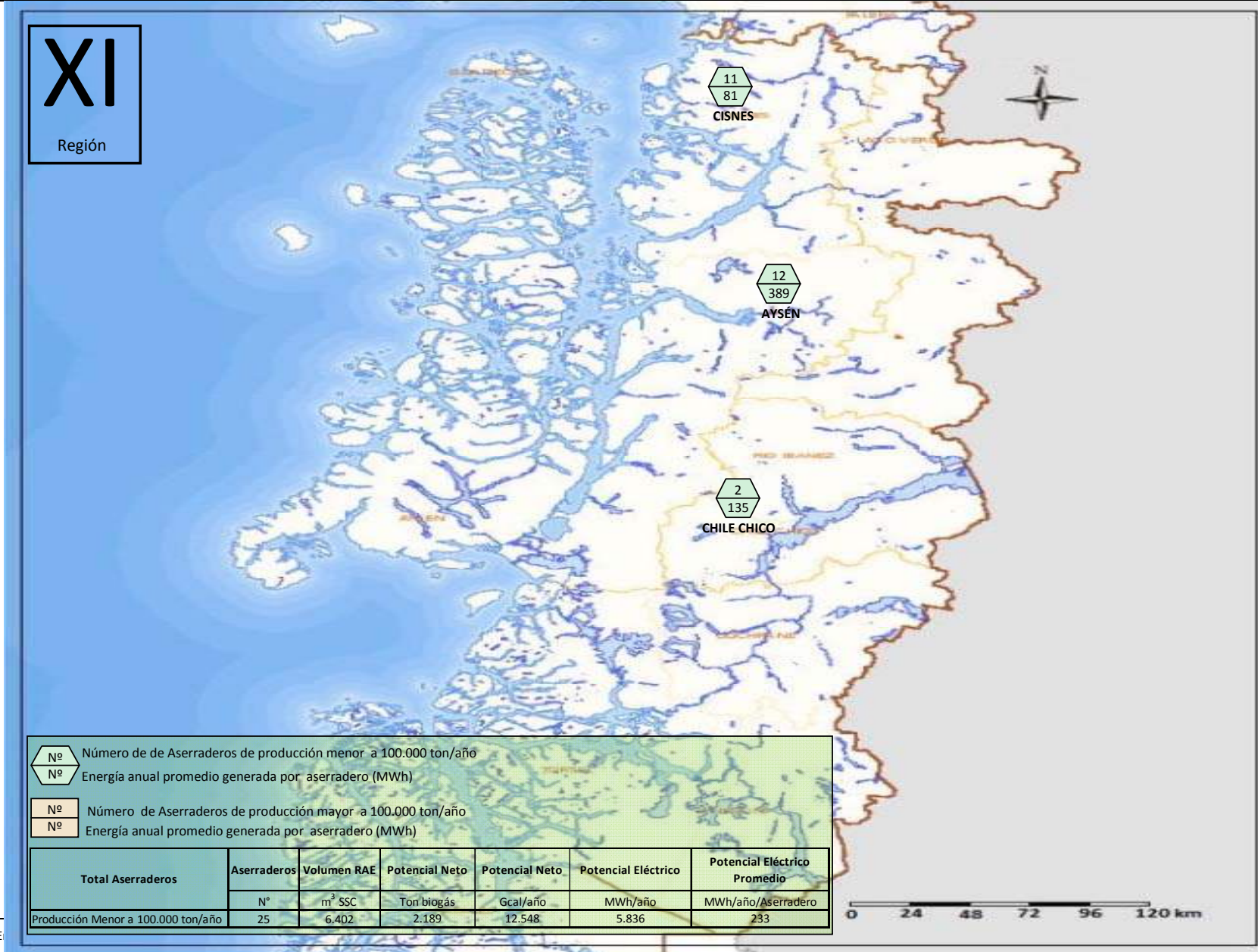


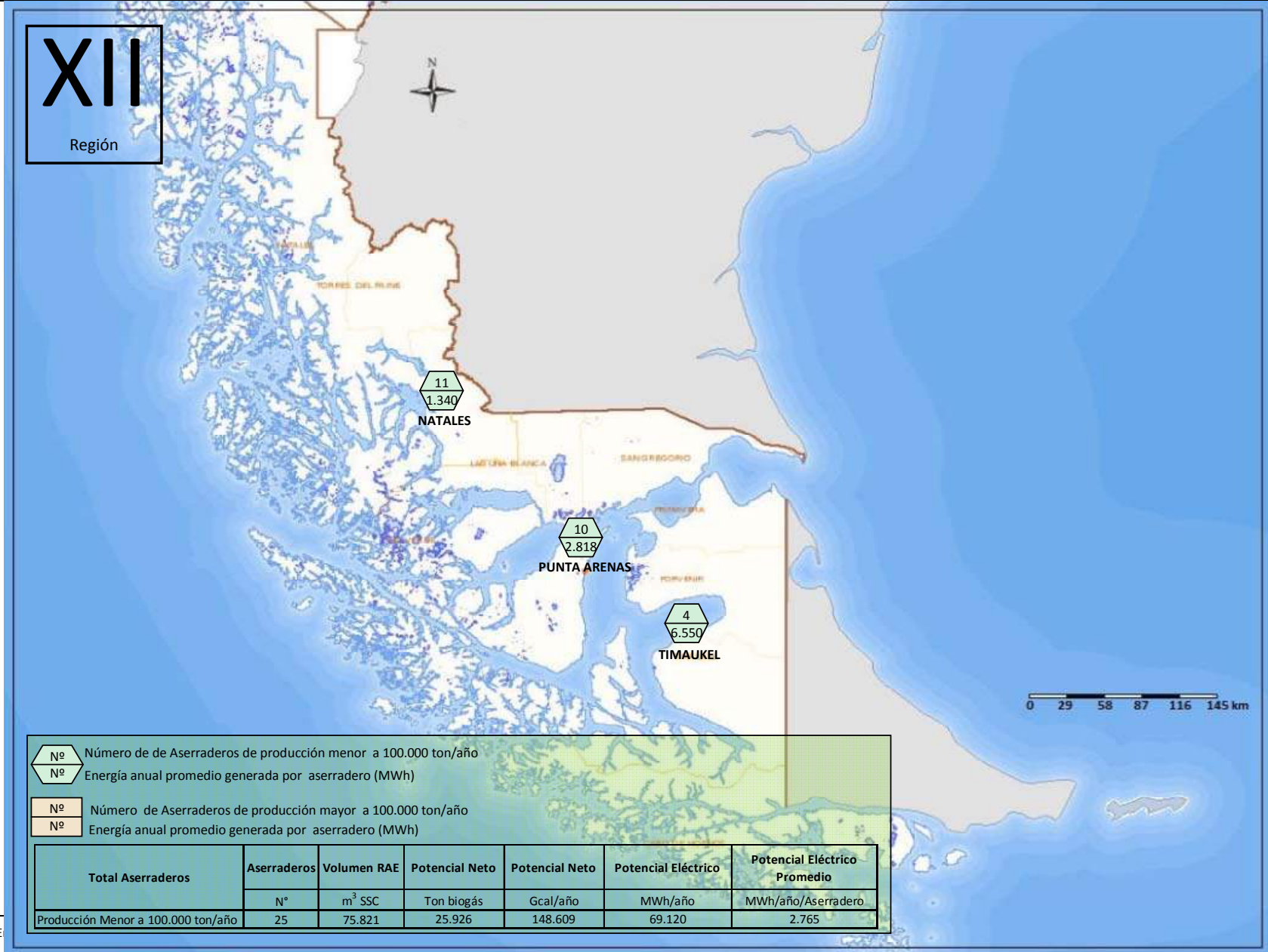












3.3.2. Uso Energético Actual de Desechos Silvícolas.

Grandes cantidades de desechos (ver cuadro 3.7) son comercializados por intermediarios que se dedican a la recolección de residuos para su venta como combustible. Un caso destacable es el de la empresa Biomasa Chile, perteneciente a INDEF, que es una empresa intermediaria que se dedica a la recolección de desechos generados en el manejo forestal los cuales son vendidos a las grandes centrales térmicas que operan con biomasa en la zona sur de Chile.

El cuadro siguiente muestra las centrales del SIC que usan biomasa como combustible principal.

Cuadro N° 3.10.
Centrales que Utilizan Biomasa en el SIC. (A octubre de 2010, CNE)

Central	Potencia Instalada MW	Tipo de Combustible	Comuna	Región
Licantén	4,0	Biomasa - Licor Negro	Licantén	VII
Celco	8,0	Biomasa - Licor Negro	Constitución	VII
Constitución	7,0	Desechos Forestales	Constitución	VII
Laja	7,0	Desechos Forestales	Cabrero	VII
Cholguán	13,0	Biomasa	Yungay	VIII
Nueva Aldea II	37,0	Licor Negro	Ránquil	VIII
Escuadrón *	14,2	Biomasa	Concepción	VIII
Arauco	9,0	Biomasa - Licor Negro	Arauco	IX
Valdivia	61,0	Biomasa - Licor Negro	Valdivia	XIV
Potencia Total	160,2			

Ex central Forestal y Papelera Concepción, FPC.

Dentro de las instalaciones de generación recomendadas por la CNE para el año 2011 se encuentran dos proyectos que utilizan desechos forestales, se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 3.11.
Instalaciones Recomendadas por CNE Para el Año 2011 que Utilizan Desechos Forestales

Obras de Generación Recomendadas	Potencia MW	Fecha Entrada
Central Desechos Forestales VII Región (01 y 02)	25	Dic-11
Central Desechos Forestales VIII Región (01 y 02)	17	Dic-11
Total	42	

Se estima que el 97% del total del potencial bruto señalado en el punto anterior tiene diversos usos tales como generación eléctrica, calor, tableros, etc.

A la fecha del estudio no existen proyectos industriales en Chile para realizar gasificación de residuos forestales con fines energéticos.

3.4. Residuos del Sector Acuícola.

La actividad acuícola de tipo piscicultura se concentra entre las regiones IX a la X. No existen estadísticas oficiales en cuanto a producción de desechos que esta industria genera.

La materia orgánica residual producida por el cultivo de peces es generada principalmente por desechos de peces (lodos de piscicultura) y la mortalidad. Durante procesos de producción, los residuos orgánicos corresponden a grasas, aceites (3% del pescado) y restos de pescado.

La mortalidad y restos de pescado se destina a producción de harina de pescado, por lo que se podría utilizar para generar biogás sólo los lodos de los peces pequeños que se mantienen en estanques.

El tratamiento típico de los lodos de piscicultura se inicia con una primera etapa de separación mecánica, donde al menos el 85% de los sólidos son retenidos por filtros. El efluente tratado puede ser reintegrado a un cuerpo de agua.

Luego los sólidos separados son retirados por empresas dedicadas a esta actividad y normalmente llevados hasta un relleno sanitario. De acuerdo a información obtenida desde el Sistema de Evaluación ambiental, existe una empresa que retiraría lodos de pisciculturas para ser sometidas a un tratamiento anaeróbico en lagunas cubiertas. Este tratamiento no tiene un objetivo de obtención de energía. Se desconoce si actualmente el biogás generado es quemado en antorcha o si tiene un uso térmico.

La siguiente figura esquematiza el tratamiento típico de los lodos en una piscicultura.

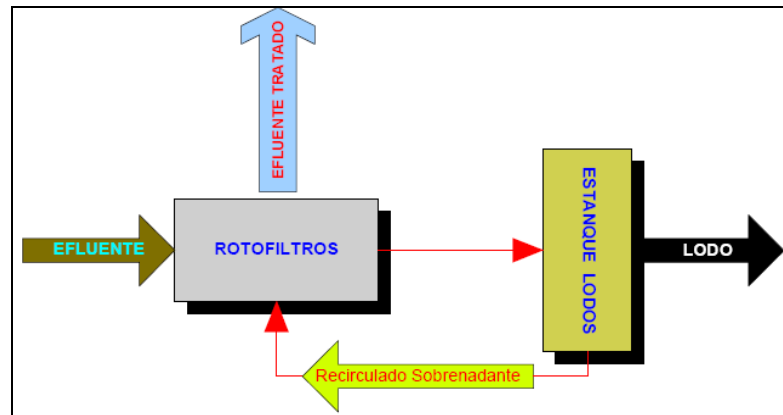


Figura N° 3.2
Esquema de Tratamiento de Lodos Típico en Piscicultura.
Fuente Declaración de Impacto Ambiental "Piscicultura Los Ríos"

SERNAPESCA cuenta con estadísticas de producción de peces en pisciculturas, con esta información se ha estimado un potencial dado un valor de generación de lodos de 2,4 Ton por cada tonelada de producción de piscicultura (considerando Alevines y juveniles de salmón y trucha).

Para el cálculo del potencial presentado a continuación, se utilizan los siguientes datos.

- Contenido de materia seca (MS) = 15%
- Contenido de sólidos volátiles (SV) = 65% de la MS
- Producción de biogás = 380 m³/ton SV
- Contenido de metano = 60%

Cuadro N° 3.12.
Número de Plantas de Piscicultura por Región

Región	Producción	Pisciculturas	Potencial Neto	Potencial Neto	Eléctrico	Promedio
	Ton		Miles m ³ biogás	Gcal/año		
RM	483	5	43	232	108	22
VII	100	8	9	48	22	3
VIII	917	13	82	440	205	16
IX	1.785	42	159	857	399	9
XIV	683	21	61	328	153	7
X	15.123	54	1.345	7.262	3.378	63
XI	183	16	16	88	41	3
Total	19.275	159	1.714	9.255	4.305	122

*Alevines y juveniles de Salmón y Trucha.

La mayor cantidad de instalaciones de piscicultura y producción, por tanto el mayor potencial de obtención de residuos, está en la X región.

3.5. Residuos de Agroindustria.

El procesamiento de productos agropecuarios tiene un importante desarrollo en el país. Estas industrias generan gran cantidad de residuos orgánicos, muchos de los cuales generan externalidades ambientales negativas, por lo que deben ser tratados previamente a su disposición.

Se han escogido dada su mayor presencia en la zona de mayor concentración de sustratos (V a X región). En este caso se han tomado todos los valores desde Potencial de Biogás CNE/GTZ 2007.

Con los valores del cuadro Nº 3.13 se estimarán proyectos posibles a desarrollar en la agroindustria.

Cuadro Nº 3.13.
Potencial de Agroindustrias considerada

Región	Desechos disponibles Ton/año	Potencial Neto Miles m3 biogas/año	Potencial Neto Gcal/año	Potencial eléctrico MWh/año
V	9.597	4.894	26.428	12.294
VI	28.788	14.681	79.279	36.881
VII	31.930	16.284	87.935	40.907
VIII	20.938	10.663	57.581	26.787
IX	2.952	1.479	7.985	3.715
X	1.667	839	4.529	2.107
RM	36.433	18.561	100.229	46.627
TOTAL	132.305	67.401	363.968	169.318

Sin embargo, no todos los residuos agroindustriales estarían disponibles para la generación de biogás, dado que muchos de ellos tienen usos alternativos, principalmente como alimentación animal. Los principales rubros descontados y se analizan a continuación:

- **Residuos de Matadero.**

Los residuos sólidos de mataderos o faenadoras tienen un alto contenido energético. Por lo mismo en la actualidad son utilizados mayoritariamente para la elaboración de alimentos para perros y gatos. De esta forma estos residuos han pasado a ser subproductos de la industria de la carne y por lo

mismo tienen un valor en el mercado, el cual no permite su uso rentable en la generación de energía a través de proyectos de biogás.

- **Residuos Cerveceros.**

En la cervecería, el residuo sólido producido corresponde al orujo cervecero. Este residuo también es considerado un subproducto por su uso en la alimentación de ganado como complemento proteico. Hoy en día se comercializa entre 10 y 20 pesos el kilo, valor muy alto para poder ser incorporado como insumo en un proyecto de biogás.

- **Residuo Vinícola.**

Al igual que en el caso del residuo sólido en la industria de la cerveza, los residuos sólidos en el proceso de vinificación también corresponden a orujos con alto contenido proteico. En el caso del orujo del vino, este no se utiliza para la engorda de ganado, sino se utiliza para la extracción de compuestos específicos para la industria alimenticia y farmacéutica (por ejemplo la extracción de taninos para medicamentos naturales con efecto antioxidantes).

Para estimación del potencial se ha considerado solamente los residuos provenientes de la industria procesadora de frutas y verduras y procesamiento de leche (principalmente queserías).

3.6. Potencial Total por Región.

El cuadro siguiente presenta el resumen de los potenciales estimados, separados para cada región y por tipo de sustrato que genera el biogás.

Cuadro N° 3.13.
Potencial Regional por Sustrato
(Total en Cuadro 3.13 Continuación)

Región	Purines Cerdo			Purines Bovinos			Guano Aves			Desechos Forestales (RAE)		
	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año
15							19.880	110.534	51.411			
1												
2												
3												
4							7.578	42.135	19.598	1	5	2
5	8.117	38.230	15.594	19.626	100.915	46.937	130.063	723.150	336.349	298	1.969	916
RM	61.878	291.446	135.556	21.242	109.226	50.803	190.571	1.059.574	492.825	3	18	8
6	54.840	258.297	120.138	16.671	85.723	39.871	196.305	1.091.456	507.654	1.471	9.720	4.521
7	4.349	20.482	9.526	50.416	259.241	120.577	9.038	50.253	23.374	8.298	54.819	25.497
8	8.446	39.780	18.502	83.929	431.563	200.727	15.140	84.181	39.154	16.516	109.105	50.746
9	9.399	44.271	20.591	115.936	458.784	277.275	979	5.446	2.533	5.186	34.257	15.933
10	5.378	25.328	11.781	311.164	1.600.004	744.188				4.808	31.762	14.773
11										57	376	175
12										675	4.458	2.074
Total	152.406	717.834	331.688	618.984	3.045.457	1.480.379	569.556	3.166.729	1.472.897	37.312	246.490	114.647

Cuadro N° 3.13.
Potencial Regional por Sustrato (Continuación)

Región	Lodo Piscicultura			Desechos Cultivos			Residuos Agroindustria			Total		
	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año	km3 biogás	Gcal/año	MWh/año
15										19.880	110.534	51.411
1												
2												
3												
4										7.579	42.140	19.600
5				2.298	12.411	5.774	4.894	26.428	12.294	165.296	903.105	417.864
RM	43	232	108	16.269	87.851	40.868	18.561	100.229	46.627	308.566	1.648.576	766.795
6				59.501	321.304	149.471	14.681	79.279	36.881	343.470	1.845.779	858.535
7	9	48	22	41.542	224.329	104.358	16.284	87.935	40.907	129.937	697.108	324.262
8	82	440	205	54.256	292.981	136.295	10.663	57.581	26.787	189.031	1.015.631	472.416
9	159	857	399	59.800	322.921	150.223	1.479	7.985	3.715	192.938	874.521	470.669
10	1.405	7.590	3.530	12.011	64.859	30.172	839	4.529	2.107	335.604	1.734.072	806.551
11	16	88	41							73	464	216
12										675	4.458	2.074
Total	1.714	9.255	4.305	245.677	1.326.657	617.161	67.401	363.968	169.318	1.693.050	8.876.389	4.190.394

El potencial neto calculado para el sector forestal corresponde al 3% del potencial bruto señalado en el Cuadro N° 3.10, dado que el 97% restante está siendo usado actualmente en tableros, combustión directa y otros usos.

El aporte proveniente del guano de aves resulta importante dentro del potencial presentado, sin embargo, este sustrato tiene también usos actuales como combustible sólido⁴ y como abono. Por tanto es esperable que este potencial sea difícilmente alcanzable en la práctica.

En este cuadro, se observa también, que el potencial acuícola es muy inferior al de los purines de cerdos y bovinos. Pero hay un potencial y podrían existir proyectos de tamaño pequeño, dado que generan problemas ambientales que deben ser resueltos.

⁴ Se encuentra en el sistema de Evaluación Ambiental La Central ERNC Tagua Tagua que utilizaría como biomasa combustible camas de crías de aves de plánteles de la VI región para entregar 30 MW al SIC. Existe un proyecto en operación con quema de GAC en caldera de Sopraval.

4. CADENA DE VALOR DEL NEGOCIO DE BIOGÁS Y POTENCIAL DE NEGOCIO.

En la figura siguiente presentamos la Cadena de Valor que describe el negocio del biogás y para la cual hemos definido las claves o llaves del negocio (“key Business”). En esta figura indicamos aquellos aspectos y condiciones distintivas que permiten que esta actividad se desarrolle y se transforme en una alternativa de inversión interesante para quienes cuenten con el acceso a los recursos financieros y tecnológicos requeridos para su desarrollo.



Figura N° 4.1
Cadena de Valor – Negocio Biogás en Sectores Agrícolas, Acuícolas y Silvícolas

La cadena de valor planteada describe una serie de procesos compuestos por las actividades que se describen a continuación, en orden de importancia para este negocio. Indicando además los factores específicos a considerar en cada etapa, y destacando las diferencias según el sector en el que se desarrolle (agrícola, acuícola o silvícola), en el caso que se detecten como relevantes:

- f) **Logística de entrada.** Corresponde al proceso desde dónde se adquieren los recursos para el desarrollo del negocio. Involucra toda la problemática de la obtención de los sustratos o materia prima e insumos requeridos para la producción de biogás.

En este aspecto es fundamental la definición de la **fuentes de recursos** que permitirá mantener el sistema en funcionamiento, definiendo:

- **Sustrato** o mezcla de éstos.
- **Proveedor** único o de más de uno. Abastecimiento de sustrato mediante entregas directas por cada proveedor o asociaciones entre éstos, si se define contar con más de un proveedor.

El Proveedor corresponde a quien “administra” la entrega, que puede ser diferente del “dueño” efectivo del recurso.

- **Dueño** del recurso, que podrá ser distinto al resto de los actores, mediante una empresa o porque delega la administración en un tercero.
- **Ubicación** y condiciones físicas dónde se acumulará el recurso
- **Consideraciones del tipo de recurso**, en cuanto a su disponibilidad por época del año, precauciones de mantención, por ejemplo en términos de humedad y temperatura, tiempo máximo de acumulación antes de ser tratado, etc.
- **Protocolos formales de entrega**. Para un ordenamiento de las actividades de este negocio, se recomienda cuidar este aspecto en términos de definir la calidad o el rango de las características físico químicas del sustrato a recibir en la Planta de Biogás a implementar.
- **Proyección de estabilidad en la entrega de los recursos**, y mecanismos de acción ante fallas en las entregas, por ejemplo involucrando a un tercer actor que pudiera complementar las entregas en caso de no contar con las cantidades o calidades definidas para operar. Capacidad de almacenamiento puede ser requerida para eliminar fluctuaciones entre demanda y disponibilidad de sustrato.

Las consideraciones mencionadas deberían quedar refrendadas en un acuerdo tipo o contrato de suministro de sustratos, en el que especifiquen en mayor detalle estos aspectos así como las medidas a considerar en caso de incumplimiento de alguna de las partes.

Los contratos o acuerdos de abastecimiento en el caso de existir terceros involucrados deben contener y definir al menos los siguientes aspectos:

- **Lugar y condiciones de entrega**. Definiendo el lugar dónde se realiza el traspaso y las características físicas del producto comercializado (energía eléctrica, térmica o biogás directo para uso en motores o calderas)
- **Estacionalidad del suministro**, las que se esperan dada la naturaleza de la emisión de sustratos. En este aspecto existen ciertos sustratos que son contra cíclicos especialmente en lo que se refiere al requerimiento de energía térmica. En el caso de purines o guanos no existe estacionalidad del sustrato permitiendo una disponibilidad continua para obtención de biogás.

- **Consumos mínimos**, que permitan lograr una base de ingresos para el desarrollador del proyecto, y comprometer a la vez al comprador.
- **Precios de mercado**. En este aspecto, en las condiciones actuales no se aprecia como viable que en Chile se pudieran contemplar precios fijos o algo similar, tal como ocurre en Alemania y otros países. Por lo mismo, los precios que pueden fijarse deberían incorporar las condiciones de mercado de los alternativos.
- **Condiciones de Facturación**. En la cual se especifiquen los plazos de emisión de las facturas y los plazos de pago por parte del comprador.
- **Recepción de lodos finales**. En el caso del sector agropecuario, si son varios los que aportan el sustrato, consideramos relevante incluir una cláusula que indique el requerimiento que quiénes aportan el sustrato recojan los lodos finales, los cuales pueden ser utilizados como fertilizantes naturales.
- **Condiciones de renovación de los contratos**. Definiendo los plazos de duración de los acuerdos, y las condiciones de salida para ambas partes.

En los sectores en estudio (agrícola, acuícola y silvícola), la logística de entrada presenta variantes en función de las características del sustrato. Cabe señalar, que en general en los sectores: agropecuario, agrícola puro, agroindustrial y acuícola detectamos que el mayor incentivo a realizar proyectos de biogás proviene de la necesidad de cumplir la legislación sanitaria en cuanto al manejo de residuos (líquidos y sólidos) obteniendo ingresos mediante la venta de bonos de carbono.

Es así como en todos los sectores en los cuales el residuo no tenga un uso alternativo, el servicio de manejo de éstos, su retiro y su disposición final tiene un valor comercial que podría ser aprovechado como fuente de ingresos para el desarrollador del proyecto de biogás. Ejemplo de esta situación ocurre actualmente con los lodos de pisciculturas.

En relación a las características de la logística de entrada por sector en estudio, podemos afirmar lo siguiente:

- **En el caso agropecuario**, el sustrato corresponde principalmente a las excretas de animales, que por características sanitarias, así como de olor y consistencia, representan una complicación importante en el caso que el negocio considere la mezcla desde más de un proveedor. En este caso el traslado requiere de precauciones sanitarias que encarecen el proceso. Así también dependiendo del tipo de animal, las excretas pueden tener un mayor o menor contenido de humedad lo que encarece aún más su traslado.

- **En el caso agrícola, o de cultivos energéticos**, ya que se trata de residuos secos, las características de ellos hacen más factible los traslados, almacenamientos y posteriores mezclas con otros sustratos.
- **En el caso acuícola**, el uso de la mortalidad como de los residuos de los procesos está ampliamente extendido en el negocio de la harina y aceite de pescado, a precios de mercado que han permitido un importante desarrollo de este negocio. Por tanto, la obtención de otros residuos sólo es factible económicamente en la etapa en que los peces están en piscinas cerradas, lo que ocurre en una primera etapa de su vida (Alevines y Juveniles).
- **En el caso silvícola**, detectamos que existe un mercado bastante desarrollado en el uso de los residuos forestales como combustible sólido.

Existen actores como Biomasa Chile (perteneciente a INDEF que opera entre la VI y la IX Región). Esta es una empresa que entrega el servicio de acondicionamiento de lugares de acopio y posterior retiro de residuos generados por el manejo forestal, a propietarios individuales de pequeño y mediano tamaño. Estos propietarios ceden el residuo a cambio de este servicio y Biomasa Chile lo vende como combustible de caldera a las grandes empresas forestales.

Actualmente Existe un mercado importante en lo que respecta a la biomasa como combustible sólido, y es esta forma del recurso la que ha resultado más factible de desarrollar.

g) Transformación. En esta etapa se produce el biogás, ya sea mediante procesos bioquímicos (casos digestión residuos orgánicos), o termoquímicos (casos silvícola o biomasa seca)

En particular, en relación al proceso de transformación, es fundamental contemplar la asistencia de personal especializado en la operación y en el mantenimiento de los equipos. La disponibilidad de **recurso humano** especializado en biogás en Chile es escasa, siendo una de las debilidades del negocio.

Cabe señalar que para la producción de biogás, aún subsisten en el mercado varios sistemas con diversos grados de eficiencia, así como proveedores con variadas experiencias, a pesar que, en general, las tecnologías de transformación bioquímica ya están bastante probadas. Es así como aún este aspecto otorga cierta variabilidad al grado de exposición de inversionistas ante la decisión de optar por una **tecnología** u otra. Este aspecto es uno de los que provoca mayor preocupación a los potenciales inversores, según hemos podido constatar en las múltiples entrevistas realizadas

para este estudio y según la experiencia del consultor en la implementación de estas tecnologías.

Respecto del proceso de transformación termoquímica, el interés en desarrollar proyectos de biogás en el sector silvícola (mediante gasificación) no es evidente por el momento, debido principalmente a tres factores:

- i.- Aún no es una tecnología comercial. No existen desarrollos exitosos a nivel mundial
- ii.- Fuerte uso alternativo de la biomasa. Incluso los residuos son valorados como combustible sólido o en la industria de tableros.
- iii.- Mayor complejidad tecnológica. Para obtener buenos resultados en la gasificación la biomasa se requiere un tratamiento previo (triturado, secado). Además de ser un proceso más complejo que la degradación anaeróbica por lo que se hace más difícil su masificación.

En el caso de otros residuos secos (como cuescos, corontas), existe también un uso actual con tecnología tradicional de combustión (CMPC Talagante, Aconcagua Foods, Patagonia Fresh).

h) Logística de Salida. En este caso el producto terminado, el que tiene un valor para uso propio o para un tercero, puede ser:

- Biogás para generar energía eléctrica y/o térmica, la(s) que serán utilizadas para autoconsumo o venta a un tercero
- Biogás depurado para su uso directo en motores, pero en el presente análisis este potencial uso lo consideramos de menor relevancia.
- Digestato.

En los sectores en estudio (agrícola, acuícola y silvícola), la logística de salida tendrá variantes en función de la **ubicación** de la planta de biogás.

La mayor eficiencia en el uso del biogás obtenido se logra utilizándolo directamente como combustible o para cogenerar. (Entrega de electricidad y calor)

Al generar electricidad se tiene la ventaja de transporte de esta energía y usos más versátiles. Si la cantidad de energía eléctrica potencialmente generada justifica económicamente la conexión a la red (estudios, inversión en equipos y cumplimiento de la Norma Técnica de Operación y Control), dicha conexión es rentable.

La electricidad generada tiene la ventaja de poder ser utilizada para autoconsumo y si la cantidad justifica económicamente la instalación de un transformador tiene la potencialidad de ser vendida a la red pública, especialmente si se está cerca de ella.

En el caso de producción de energía térmica, su uso en la práctica es fundamentalmente consumos del propio generador del biogás. La venta del calor a un tercero requiere inversiones importantes, excepto que éste se localice en las proximidades.

Otro aspecto de la logística de salida es el manejo del digestato, el cual puede ser usado como fertilizante. Hoy en día se utilizan los estiércoles y purines directamente como fertilizantes en las praderas. Dado su heterogeneidad en la aplicación, los agricultores no los utilizan para fertilizar cultivos. Además la aplicación directa de estiércoles y purines en el campo se asocia a contaminación del aire y de napas subterráneas.

Al procesar estos residuos en digestión anaerobia se mejora su calidad como fertilizante en los siguientes puntos:

- a) El nitrógeno orgánico es mineralizado a amonio y por lo tanto el nitrógeno queda disponible de inmediato para las plantas y se evita la contaminación de las napas subterráneas por nitratos.
- b) Se disminuye la viscosidad en comparación a la del purín y por lo tanto se acelera la infiltración en el suelo, disminuyendo la emisión amoniacal a la atmósfera.
- c) Se destruyen las semillas de malezas, por lo cual se puede reducir la aplicación de herbicidas.
- d) El proceso elimina patógenos, dejando el digestato libre de por ejemplo salmonella y E. coli.
- e) Los compuestos orgánicos que producen olores son degradados
- f) Como el proceso no utiliza los nutrientes del purín, todos estos quedan presentes en el digestato.

Actualmente la legislación chilena no es clara respecto a la comercialización del biofertilizante, lo que estaría restando potencialidades de ingresos al proyecto del biogás. En la práctica actualmente sólo es posible que sea utilizado por el mismo dueño del sustrato inicial.

- i) **Marketing y ventas.** Corresponde al proceso de comercialización del producto que se defina obtener.

En este aspecto, es necesario destacar que en Chile aún faltan experiencias concretas de sistemas funcionando en forma exitosa y estable por un periodo de tiempo superior a 3 ó 5 años, y que haya resultado en un negocio rentable para el inversor.

Lo anterior, debido a que el mercado en este segmento de potenciales inversores tiene un comportamiento racional, y exige ciertos seguros en términos de rentabilidades, precios de mercado, continuidad de suministro, así como acceso a tecnología y mano de obra competente.

Como estrategia de marketing y comercialización es fundamental, por tanto, el análisis y promoción de las experiencias concretas.

- j) **Servicios o Adicionalidades del negocio.** Las prestaciones de servicios adicionales que se visualizan en este negocio corresponden principalmente a:

- **Mejoramiento de la imagen de la empresa,** se entrega una imagen de empresa innovadora y preocupada del medio ambiente.
- **Posibilidad de disminuir la huella de carbono,** esto al requerir menor energía proveniente de combustibles fósiles.
- **Uso eficiente de los recursos,** los desechos son reutilizados para entregar la energía al proceso.
- **Uso de espacios para disposición y ordenamiento de residuos,** digestato puede ser manejado de mejor forma que el material orgánico de desecho.
- **Producción de fertilizante,** el digestato puede ser utilizado como fertilizante en el propio terreno del agricultor.

5. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN INTERNACIONAL.

5.1. Selección de Países Extranjeros a Estudiar.

Para este estudio se seleccionaron 5 países los cuales consideramos, en conjunto con la contraparte técnica, interesantes para investigar los modelos de negocios que han aplicado y que permiten rentabilizar el uso de biogás. El principal criterio de selección utilizado para ello fue el contemplar a aquellos países en los que a la fecha se ha desarrollado de manera masiva el biogás como fuente de ERNC y que presenten modelos exitosos de desarrollo de este mercado. Es así como los países seleccionados fueron: Alemania, España, Brasil, Canadá y Suecia.

Los países nombrados han presentado en los últimos años avances importantes en el área de biogás, traduciéndose en una cantidad importante de proyectos, muchos de los cuales ya se encuentran en funcionamiento.

A continuación se describe la situación actual de los modelos de negocios que se están aplicando en los países seleccionados.

5.2. Recopilación de Información en Países Europeos.

Con el objetivo de recopilar información actualizada de los países europeos seleccionados para este estudio, se realizó una reunión con la gerencia de la Asociación Alemana de Biogás (Fachverband Biogás e.V.) en la ciudad de Munich. En la reunión participaron el gerente general Dr. Claudius da Costa Gómez y el subgerente Manuel Maciejczyk.

La Asociación Alemana es en la actualidad la de mayor tamaño a nivel mundial, tiene en la actualidad 3.900 socios, e incorpora tanto a propietarios de plantas de biogás como a empresas relacionadas con el rubro. Esta asociación es también la promotora de la Asociación Europea de Biogás, siendo parte de su directorio, lo que nos permitió acceder a información de otros países.

En los países europeos, el desarrollo de los proyectos de biogás ha ido de la mano de nuevas leyes de fomento a las energías renovables. En la mayoría de los países se ha escogido la fijación de precios de la energía para fomentar la realización de los proyectos al asegurar un ingreso mínimo por unidad de energía producida. Sólo seis países optaron por el sistema de cuotas como mecanismo de soporte a las energías renovables, según se muestra en el cuadro resumen siguiente, en el que se indica por país el tipo de mecanismo de apoyo utilizado.

Cuadro N° 5.1.
Resumen de los Diferentes Mecanismos de Apoyo por País Europeo

País	Tarifa Garantizada	Cuota
Austria	▲	
Bélgica ^a		▲
Bulgaria	▲	
Chipre	▲	
República Checa	▲	
Dinamarca	▲	
Estonia	▲	
Finlandia	▲	
Francia	▲	
Alemania	▲	
Grecia	▲	
Hungría	▲	
Irlanda ^b	▲	
Italia		▲
Letonia	▲	
Lituania	▲	
Malta	▲	
Holanda	▲	
Polonia		▲
Portugal	▲	
Rumania		▲
Eslovenia	▲	
Eslovaquia	▲	
España	▲	
Suecia		▲
Reino Unido		▲

Observaciones:

- En la región de Flandes en Bélgica se usa un mecanismo de tarifa garantizada para promoción de energía fotovoltaica.
- Irlanda pasó desde un mecanismo de cuota a una tarifa garantizada en 2006.

En resumen, de los 26 países señalados 20 han optado por garantizar la tarifa como principal mecanismo de incentivo, y 6 han incorporado el tema de los bonos.

Importante de destacar es que la producción de biogás a nivel europeo proviene en un 49% de rellenos sanitarios, un 36% de la producción a nivel agrícola y sólo un 15% proviene de las plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS).

Sólo en Austria, Dinamarca y Alemania la producción de biogás proviene en su mayoría a proyectos agrícolas y agroindustriales. En la figura siguiente se presenta en forma esquemática la distribución de la producción de biogás

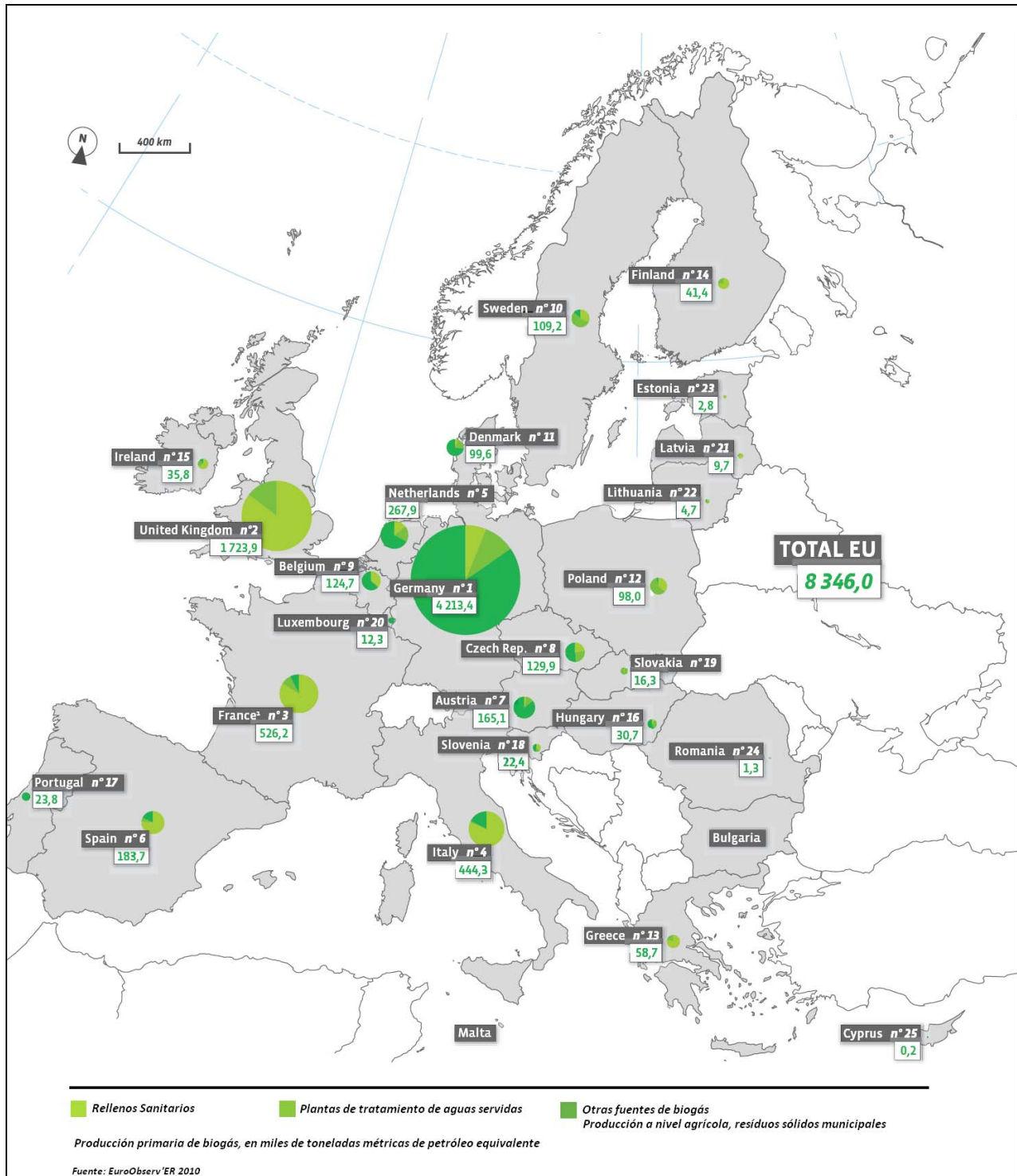


Figura Nº 5.1
Mapa Esquemático de Distribución de la Producción de Biogás en Europa

A continuación se presenta información para entender el desarrollo del mercado del biogás en los países estudiados.

5.3. Alemania.

Alemania es el país con la mayor producción de biogás a nivel mundial. Sus más de 5.000 plantas de biogás con una potencia eléctrica instalada de más de 1.700 MW hablan por sí solas.

En la gran parte de estas plantas alemanas, los propietarios son los mismos agricultores que a su vez se auto producen la biomasa para utilizarla en la generación de energía para su proceso. En un número menor encontramos cooperativas de agricultores, inversionistas externos y cooperaciones entre municipalidades y agricultores.

Todos los proyectos se amparan en la nueva ley de energías renovables de enero del año 2009, la cual mejoró las condiciones respecto a ley anterior del año 2004. Lo anterior, en términos de fijar el precio para la energía eléctrica inyectada en la red y asegurar bonos sobre este valor, al cumplir ciertos requisitos, que expondremos a continuación (entre paréntesis se indica el cambio respecto a la ley del 2004).

Cuadro N° 5.2.
Compensaciones y Bonos para ERNC a Partir de Biomasa en Alemania

		<= 150 kW	<= 500 kW	<= 5MW
1.	Compensación básica	11.67 Cent (+1 Cent)	9.18 Cent (sin cambios)	8.25 Cent (sin cambios)
2.	Bono formaldehído – nuevo	Planta vieja	1.0 Cent	
		Planta nueva	1.0 Cent	
3.	Bono recursos renovables	7 Cent (+1 Cent)	7 Cent (+1 Cent)	4 (sin cambios)
4.	Bono conservación de paisaje - nuevo	2 Cent	2 Cent	
5.	Bono estiércol - nuevo	4 Cent	1 Cent	
6.	Bono tecnologías innovadoras (sin alimentación de gas)	2 Cent (sin cambios)	2 Cent (sin cambios)	2 Cent (sin cambios)
7.	Bono tecnología (inyección a red de gas natural)	Planta nueva	Depende en la cantidad de la alimentación	
		Planta vieja	2 Cent	
8.	Bono combinación fuerza-calor	0/2/3 Cent	0/2/3 Cent	0/2/3 Cent

Los requisitos para la asignación de los bonos que contempla la ley Alemana son los siguientes:

- 2) Formaldehido: si cumple con la norma de emisiones de 40 mg/m³
- 3) Recursos renovables: uso exclusivo de cultivos energéticos y estiércoles
- 4) Conservación de paisaje: si parte del sustrato utilizado proviene de cultivos provenientes de manejo de conservación de paisaje
- 5) Estiércol: si más de un 30% de la mezcla corresponde a estiércol (base materia seca)
- 6) Bono tecnológico: aplicable a plantas con generación eléctrica no tradicional (celda de combustible, motor Stirling, turbina, etc)
- 7) Bono tecnológico para inyección: aplicable a toda tecnología de purificación de biogás a calidad de gas natural para su inyección en la red de gas natural.
- 8) Combinación fuerza/calor: por sustituir energía fósil en la generación de calor (utilizar a lo menos un 50% de la energía térmica producida en la cogeneración)

En el capítulo de Identificación de Modelos se descubren en los modelos identificados en Alemania incorporando un ejemplo real en cada caso.

5.4. España.

Para recopilar información en España se contactó al ingeniero Andrés Pascual, director del departamento de medio ambiente del instituto AINIA, miembro en IDEA, miembro fundador de la Asociación de biogás de España y encargado del proyecto PSE (Proyecto Singular y Estratégico) "Desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás agroindustrial en España" (PROBIOGAS).

Según la información recopilada, en España por el momento los proyectos de biogás no logran la masividad que encontramos en Alemania. Sin embargo, consideran que la nueva ley de energías renovables, en la cual también se ha fijado un precio para la venta de energía eléctrica, ha motivado que ya se encuentren en operación las primeras plantas.

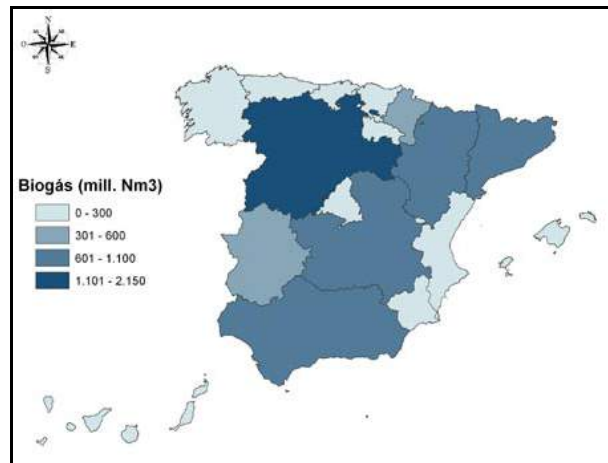
Cabe señalar que el precio fijo establecido en España, es relativamente menor al de Alemania, lo que explicaría aún el lento desarrollo en ese país.

Cuadro N° 5.3.
Retribuciones a ERNC – Caso España

Real Decreto 661/2007 : Criterios particulares Biomasa (grupo b7) Incrementos de retribución (actualizados según Orden ITC/3801/2008)				
	RD 436/2004 cent€/kWh		RD 661/2007 cent€/kWh	
	Tarifa regulada	Prima	Tarifa regulada	Prima de referencia
Biogás Vertedero	6,893	3,064	8,5328	4,5132
Biogás de Digestores *			10,3350	6,6475
Estiércoles y Biocombustibles Líquidos			5,7227	3,7723
* Nota: Valores para instalaciones con P > 500 kW . Para potencias menores de 500 kW , la tarifa regulada es de 13,9533 c€/kwh y la prima de 10.9098 c€/kWh				

Según el primer informe del PSE PROBIOGAS (2009), España tiene la materia prima suficiente para suplir con biogás limpio el 12% del consumo anual de gas natural. Los casi 83,5 millones de toneladas de residuos agroalimentarios que se generan cada año servirían para producir 8.000 millones de metros cúbicos anuales de energía renovable.

Este informe señala que Castilla y León es la comunidad autónoma con más posibilidades: podría producir 2.140 millones de metros cúbicos al año (un cuarto del potencial total español) a partir de subproductos ganaderos, vegetales y lácteos. En segunda posición se sitúa Andalucía, que podría generar 1.000 millones de metros cúbicos de biogás al año con sus subproductos vegetales y cárnicos. Castilla-La Mancha, Aragón y Cataluña les seguirían como grandes productoras de biogás, con cerca de 3.000 millones de metros cúbicos entre las tres (ver gráfico)



5.5. Suecia

Suecia cuenta en la actualidad alrededor de 200 plantas de biogás las cuales producen anualmente cerca de 1.400 megavatios de energía. Alrededor de un 10% de estas plantas entregan el biogás para uso como combustible vehicular.

Este combustible surte de energía a alrededor de 5.300 vehículos, en su mayoría a cargo de organismos públicos o empresas. El biogás como combustible no paga impuesto y por lo tanto queda a un valor comercial menor que los combustibles fósiles tradicionales. En comparación el gas natural tiene un impuesto de 1 cent€/kWh, el diesel de 5 cent€/kWh y la bencina de 7 cent€/kWh. El precio de mercado del biogás está entre 0,5 y 0,8 €/m³ con un costo de producción de entre 0,17 y 0,5 €/m³. Pero el incentivo económico más interesante es el subsidio en la compra de vehículos para biometano que llega a un 50% del valor comercial. Además estos vehículos no pagan estacionamiento en la mayoría de las ciudades y existe un descuento en el permiso de circulación de un 20% para los vehículos de empresa (flotas).



Dado que sólo en el extremo sur de Suecia existe una red de gas natural, en las demás regiones se utiliza el biogás en forma directa. Un dato interesante es que en 17 ciudades del norte de Suecia sólo existe biogás como combustible vehicular, sin que la población tenga la posibilidad de adquirir combustibles fósiles tradicionales. Además desde el año 2005 Suecia cuenta con el primer y único tren a biogás a nivel mundial.



La producción de biogás de las 200 plantas mencionadas se basa en un 60% en el tratamiento de aguas servidas, en un 30% en la captación de rellenos sanitarios y sólo el 10% restante es producido con la digestión anaerobia de residuos orgánicos correspondientes al “contenedor verde” de la separación de basura domiciliaria.

5.6. Ontario – Canadá

Para nuestro estudio en el caso de Canadá se ha dado énfasis a la recopilación de información y experiencias de la provincia de Ontario, ya que es la Provincia donde existe mayor desarrollo del tema de obtención de biogás desde residuos del sector silvo-agropecuario en Canadá.

Al igual que en el caso español, los proyectos de biogás no logran la masividad alemana. Existen diversos programas que impulsan proyectos de generación mediante biogás, con estos programas se espera aumentar la cantidad de energía generada mediante biogás para consumo propio o entrega a la red.

A abril de 2010, sólo en la Provincia de Ontario, existían 10 proyectos de biogás de origen agroindustrial que contaban con autorización para realizar interconexión a la red eléctrica, por un total de 15 MW. A la misma fecha cerca

de 35 MW de proyectos en base a bioenergía estaban conectados a la red (Rellenos sanitarios, biomasa y biogás)⁵.

Esta provincia canadiense cuenta con un programa específico de apoyo a la inversión, en las diferentes etapas, de los proyectos de biogás. (Ontario Biogás Systems Financial Assistance, OBFSA). Además de garantizar una tarifa de pago de energía eléctrica que sea generada mediante biogás. (Feed – in tariff)

Cuadro N° 5.4.
Retribuciones a Generación Eléctrica con Biogás – Caso Ontario – Canadá.

Fuente	Tamaño	Precio cent dólar /kWh
Biogás de Granja	≤ 100 kW	19,5
Biogás de Granja	> 100 kW ≤ 250 kW	18,5
Biogás	≤ 500 kW	16
Biogás	> 500 kW ≤ 10 MW	14,7
Biogás	> 10 MW	10,4

5.7. Brasil.

Brasil cuenta con un programa de fomento a la generación de energía mediante fuentes renovables no convencionales, PROINFA (programa de incentivo de fuentes alternativas de energía eléctrica).

Actualmente dicho programa se encuentra en su segunda fase de aplicación, estableciendo que el 15% del crecimiento anual del mercado eléctrico debería provenir de fuentes renovables de energía (eólica, biomasa y pequeñas centrales hidroeléctricas).

No se considera un incentivo específico para el uso de biogás proveniente de residuos agropecuarios. El potencial estimado de esta fuente de energía es de 1 TWh/mes.

Actualmente, en el sur de país la Compañía paranaense de Energía, Copel, lleva a cabo el Programa de Generación Distribuida, que busca contratar el excedente de energía eléctrica producida en pequeñas propiedades rurales a partir del biogás producido por desechos orgánicos de animales.

⁵ La potencia instalada en la Provincia de Ontario en 2006 representaba el 25,89% del total instalado de Canadá. (Potencia instalada en Ontario igual a 32,16 GW en 2006)

6. ENCUESTAS Y ENTREVISTAS A ACTORES RELEVANTES.

Para la recopilación de la información nacional respecto a la materia de este estudio se efectuaron las entrevistas y encuestas que se describen a continuación.

6.1. Encuestas y Entrevistas a Asociaciones y Cooperativas.

Se realizó encuestas a nivel de asociaciones y cooperativas de productores de los rubros analizados, con el propósito de conocer el grado de organización de los sectores relevantes y su conocimiento e interés en el tema del biogás. Esto permitió abarcar la mayor cantidad de productores y proyectos posibles, ya que en estos organismos se agrupan la gran mayoría de los productores y son una buena fuente de contactos y de conocimiento al respecto.

Así también, se incluyeron encuestas directamente a empresas productivas, de los sectores en estudio, así como a consultoras en el tema.

Para la realización de las encuestas se confeccionó cuestionarios tipo, los que fueron aprobados por la contraparte técnica, así como la carta oficial de presentación y solicitud de apoyo. La distribución de esta carta oficial, junto al cuestionario, se realizó mediante correo electrónico para facilitar su recepción y posterior seguimiento.

A petición de nuestra contraparte técnica, se realizó adicionalmente entrevistas a las mismas instituciones encuestadas, de forma posterior al análisis de las encuestas recibidas. Estas entrevistas fueron realizadas telefónicamente, teniendo como objetivo conocer de forma más profunda que tan dispuestos estarían estas agrupaciones de fomentar entre sus asociados programas de implementación de proyectos de biogases combustibles y adicionalmente evaluar que tan organizados están los empresarios de los diferentes rubros objeto de este estudio y ver la posibilidad de desarrollar un modelo de negocio a partir de dichas asociaciones.

La selección de organizaciones a encuestar se realizó principalmente según la información disponible en el Ministerio de Agricultura, la página del SNA (www.sna.cl), y de otras páginas Internet gubernamentales y de organizaciones gremiales disponibles. Así también se trabajó en la detección de proyectos y actores mediante la revisión bibliográfica en realización y las menciones de nuestra contraparte técnica. Para cada uno de ellos se realizó la investigación de los nombres de los contactos a referir, junto a sus datos de direcciones de correos electrónicos, teléfonos y direcciones físicas de las oficinas.

En total se enviaron 33 encuestas con una respuesta efectiva de 26 consultados, lo que de acuerdo a nuestra experiencia en estudios de mercado, indica un manifiesto interés en el tema, incluso a pesar que en muchos casos las respuestas indican que no han desarrollado proyectos en biogás. En general se detecta interés en el tema, y como comentario general la gran mayoría ve dificultades de implementación, en lo que respecta a los temas normativos y técnicos.

En el **Anexo N° 2** se muestra la carta de presentación del estudio, el correo electrónico tipo utilizado, el listado de entrevistados y los resultados obtenidos en el mismo formato del cuestionario.

La distribución regional de los afiliados a las organizaciones entrevistadas se presenta en la figura siguiente, en términos porcentuales, ya que varios entrevistados cuentan con socios en más de una región. La suma total de asociados a las organizaciones encuestadas alcanza a más de 48.000.-

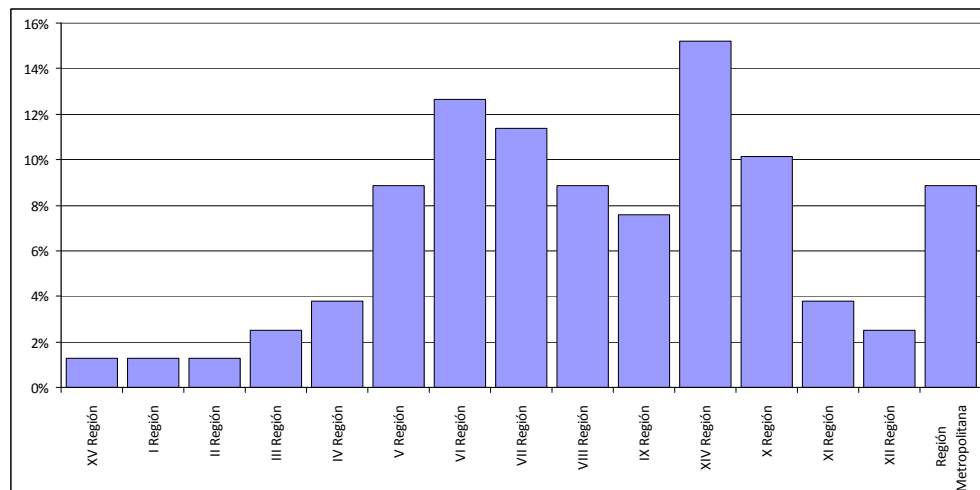


Figura N° 6.1.
Distribución Regional de Asociados a Instituciones Entrevistadas

Se observa que la mayor concentración de productores se encuentra en las regiones XIV y VI. En el primer caso corresponden fundamentalmente a productores pecuarios y en el segundo a productores frutícolas.

A continuación se presenta el resumen del tipo de producción o negocio principal de los afiliados

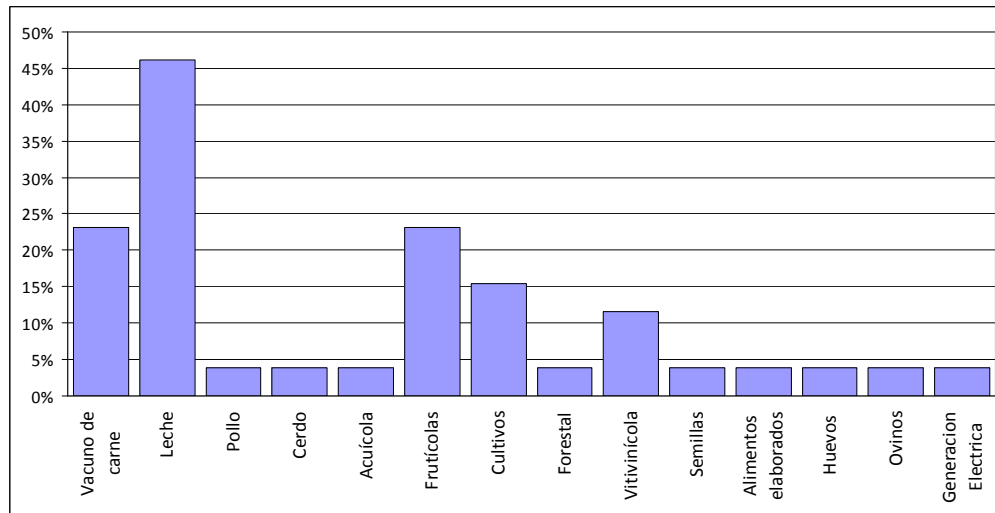


Figura N° 6.2.
Tipo de Negocio Principal de Afiliados a Agrupaciones Encuestadas

Se observa que los rubros que concentran la mayor cantidad de afiliados son: sector lechero, sector de crianza de bovinos de carne y fruteros.

La suma de porcentajes es mayor al 100%, dado que muchos agricultores se dedican a más de un rubro.

En relación al interés general manifestado en el tema del biogás, se hicieron cuatro consultas.

- Se consultó si la institución contaba con alguna persona o equipo encargado de analizar temas energéticos de interés común.
- Se consultó si la institución había desarrollado alguna actividad relacionada con el tema de biogases combustibles
- Se consultó si la asociación o algún miembro había tenido contacto previo con alguna organización u empresa por el tema del biogás.
- Finalmente se realizó la pregunta de si existe alguna iniciativa específica entre los afiliados en proyectos relacionados con biogás.

Las respuestas obtenidas se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 6.1.
Resultados en Consultas de Interés en Tema Biogás

Pregunta	Sí	No	No Sabe/No Responde
¿Existe encargado de temas energéticos?	50	50%	0%
¿Ha desarrollado alguna actividad en tema Biogases?	42%	58%	0%
¿Ha tenido contacto previo con alguna organización por tema Biogases?	69%	23%	8%
¿Existe alguna iniciativa entre los afiliados en proyectos relacionados con biogás?	35%	38%	27%

Si los entrevistados respondían positivamente respecto de la realización de actividades relacionadas con el biogás, se consultaba cuáles son las motivaciones para el desarrollo de éstas. En esta pregunta los entrevistados mencionaron principalmente como motivadores los temas ambientales, tales como, acuerdos de producción limpia, reducción y seguimiento de huella de carbono, disminución de contaminantes.

Del conjunto de las respuestas obtenidas se puede inferir que existe interés en el tema consultado, y que incluso, en muchos casos, ya se ha mantenido contacto al respecto.

Ante la pregunta si existía alguna iniciativa entre los afiliados en proyectos relacionados con biogás, sólo el 35% indicó que efectivamente había iniciativas. Dentro de las respuestas a esta pregunta, 5 consultados respondieron entregando detalles de los proyectos. En el siguiente cuadro se resumen sus respuestas, sin edición de nuestra parte.

Cuadro N° 6.2.
Respuestas Directas de Entrevistados en Relación a Iniciativas
en Temas de Biogás (sin ninguna edición de redacción)

Empresa o Asociación	Iniciativa
Sopraval	Hoy tienen un proyecto de generación de Biogás con GAC el cual está en etapa de factibilidad técnica y económica.
Agrosuper	Han evaluado varios proyectos, los que a pesar de obtener cifras positivas, el retorno de las inversiones ha resultado muy bajo, por lo que no han perseverado en su desarrollo. Las principales dificultades que existen son por un lado la distancia entre el lugar de origen de su producción de biogás y los centros de consumo, que encarecen el proyecto por concepto de transporte y por otro la estacionalidad de la producción que no coincide con la del consumo (se produce mucho gas en verano y se consume más gas en invierno), por lo que los volúmenes generados deberían acumularse para suplir las demandas encareciendo el proyecto. No obstante a lo anterior, no descartan evaluar nuevos modelos de negocio en torno al biogás como fuente de energía.
Asohuevo	Valorización del guano de aves de postura a través de la generación de energía.
Acoleche A.G.	Se esta en espera de postular a proyectos de inversión con CORFO a 6 productores lecheros de los muermos para instalar biogás a base de utilizar purines de vacas.
CREO	Construcción planta piloto de Biogás para plantel lechero de 40 vacas. Producción de Biogás y Energía Eléctrica.

Nota: *Viña San Pedro se encuentra estudiando la posibilidad de usar desechos como orujos, borras y escobajos para elaborar un pellet para ser usado como combustible sólido de calderas.*

6.2. Caracterización General de Asociaciones Gremiales en Chile.

Utilizando la información de los cuestionarios se aplicaron a este segmento (asociaciones, federaciones y cooperativas), realizaron entrevistas telefónicas a la gran mayoría de los que respondieron. Como resultado de esta investigación se obtuvo lo siguiente, en resumen:

1. El objetivo principal de estas asociaciones gremiales es buscar alternativas que mejoren las condiciones económicas de los asociados.
2. La aplicación e interés en apoyar iniciativas sobre biogás es mayor en las denominadas "asociaciones" y en las "cooperativas" que en las "federaciones". Éstas últimas prefieren entregar dicho rol a las asociaciones. En el levantamiento realizado no se ha catastrado otro tipo de institucionalidad relevante que agrupe a sectores productivos considerados en el presente estudio.

3. El discurso es positivo en cuanto al interés en el tema de biogás, pero no cuentan con recursos financieros para apoyar este tipo de proyectos. Algunos cuentan con apoyo técnico pero orientado a su labor principal (agrícola, ganadera, producción, etc.).
4. Ahondando en los requerimientos de los proyectos que podrían ser interesantes, la gran mayoría señaló que consideraban que el biogás tenía potencial pero que las inversiones eran demasiado altas y que consideraban que no estaba suficientemente probado, por lo que el riesgo era muy alto.
5. En cuanto a las asociaciones señalaron que preferían que entre los asociados se llegaran a acuerdos de grupos pequeños, ya que el lograr acuerdos entre todos era bastante complicado.
6. En el sector lechero, la asociatividad se da en forma natural, dada la relativa cercanía de los productores. Estos se agrupan con dos fines principales los que son: Los relativos a la producción de leche (capacitación, compra de insumos, divulgación de información, etc.), así como también para lograr mayores volúmenes en la entrega de la leche a las plantas de tratamiento industrial.

En el caso de las asociaciones de productores lecheros estos se ubican en un radio de 50 km, lo que hace factible la realización de proyectos de biogás asociativos, que al menos incluya los asociados más cercanos.

6.3. Entrevistas a Expertos Chilenos.

Para complementar la información bibliográfica de encuestas y del mercado en general, se realizaron entrevistas generales a consultoras y profesionales dedicados al tema. Estas entrevistas se estructuraron en forma general, apoyando la solicitud de entrevista personal mediante la carta oficial de presentación y solicitud de apoyo del Ministerio. El contacto se realizó mediante correo electrónico, para facilitar su recepción y posterior seguimiento.

La selección de expertos se realizó a partir de la información levantada en la detección de proyectos y actores mediante la revisión bibliográfica en realización y las menciones de nuestra contraparte técnica. Para cada uno de ellos se realizó la investigación de los nombres de los contactos a referir, junto a sus datos de direcciones de correos electrónicos, teléfonos y direcciones físicas de las oficinas. Se realizaron entrevistas formales a los señores:

- Sandro Raggi, Gerente General de Schwager Biogás.
- Lorna Gutiérrez, Ingeniero Bioquímica, Docente e Investigadora de la Universidad Técnica Federico Santa María.
- Alonso Gómez, Gerente de Desarrollo de Biomasa Chile.
- Misael Gutiérrez, Ex docente de la Universidad de Chile, experto en temas bioenergía del sector forestal.
- Fiorella Montoya, Gerente Nuevos Negocios Southern Angels (SthA)
- Alexis Vega, profesor investigador, Instituto de Biotecnología, Universidad Mayor
- José Manuel González W., ingeniero civil Universidad de Chile, Santa Lidia Ltda.
- José Manuel González, ingeniero civil Pontificia Universidad Católica de Chile, PM Ingenieros.
- César Morales, presidente ANESCO Chile, Asociación Nacional de ESCOs.
- Luis Hinojosa, Fundación Chile
- Cristián Soto, CREO (Cooperativa Eléctrica de Osorno).
- Cristián Carvallo, director ANPROS, Asociación Nacional de Productores de Semillas, Gerente de Desarrollo de Syngenta
- Patricio Kurte, Gerente General de ASOHUEVO

En el **Anexo N° 3** se presentan las principales minutas de los temas tratados con los entrevistados y las opiniones vertidas respecto al tema de los modelos de negocios de biogás factibles en Chile.

6.4. Entrevistas a Instituciones Gubernamentales.

Se entrevistó a las siguientes personas:

- Daniel Díaz, ejecutivo inversiones, CORFO
- Alfonso Traub, ODEPA
- Verónica Martínez, CER
- Juan Jiménez, Jefe del Departamento de Mercado y Desarrollo de INDAP.

7. MODELOS DE NEGOCIOS NACIONALES Y EXTRANJEROS.

Los modelos de negocios detectados del análisis internacional y nacional son los siguientes y se explican según la cadena de valor descrita en el punto anterior.

En el **Anexo N° 4** se presentan fichas tipo para describir los principales modelos de negocios detectados.

7.1. Modelos de Negocio a Nivel Internacional.

A continuación se detallan los modelos que han sido detectados en el ámbito internacional. Corresponden a casos en aplicación en Alemania, España, Brasil y Canadá, y adicionalmente un caso en Austria, que a pesar de no estar en la selección de países hemos estimado como interesante de presentar en este estudio.

7.1.1. Agricultor Propietario con Mix de Cultivo Energético (Alemania).

Este modelo es el más frecuente en Alemania. El agricultor produce su propia biomasa (puede tratarse de residuos orgánicos, cultivos energéticos o ambos) y genera energía eléctrica y térmica a partir del biogás. La ley de energías renovables lo favorece con un precio fijo de la inyección a la red de la energía eléctrica y además con un bono pagado sobre la energía eléctrica en el caso de comercializar a lo menos un 50% de la energía térmica generada.

El precio que el agricultor puede recibir por la energía eléctrica generada dependerá de la característica de la tecnología aplicada, la cual determinará cuantos bonos se le adicionarán al precio base. En cualquier caso el precio percibido se encontrará entre una banda de 8,25 y 30,67 centavos de euro por kWh inyectado a la red.

En un 99% de los casos, estos proyectos son financiados a través de créditos bancarios a largo plazo, ya que los valores le son asegurados al productor por 20 años, con lo cual se disminuye en forma sustancial el riesgo bancario.

En estos casos el bono por comercialización de la energía térmica producida mediante cogeneración a partir de los motores a combustión interna (del tipo gas-otto), se obtiene al entregar agua caliente a vecinos para calefacción y/o otros usos.

Ejemplo:

Un ejemplo típico de este modelo es la planta BMP06 del proyecto de medición nacional de plantas de biogás desarrollado por el instituto FNR (Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe) del gobierno alemán.

Esta planta tiene una potencia eléctrica instalada de 105 kW, y el sustrato se obtiene de 240 novillos en engorda, 30.000 broilers y cultivos energéticos de 129 hectáreas. La mezcla de la cual se obtiene el biogás está compuesta por 1.652 t/a de estiércol de novillo, 588 t/a de silo de maíz, 491 t/a de guano de ave, 116 t/a de rastrojo de raps, 16 t/a de silo de pradera y 9 t/a de estiércol de caballo.

Esta planta requirió una inversión de 270.404 €, de los cuales 20.452 € corresponden a subsidio (8%), 10.226 € a capital propio (4%) y 239.726 € (88%) a crédito bancario. Los costos fijos de operación son de 37.993 €/a, los costos variables de 27.124 €/a sumando costos anuales de 65.117 € y los ingresos son de 83.681 €. De esta manera la utilidad anual corresponde a 18.564 €/a.

7.1.2. Agricultor Propietario con Mix de Residuo Orgánico (Alemania).

Este modelo se caracteriza por tener dos ingresos económicos: el primero producido por la venta de energía eléctrica y el segundo por disposición final de residuos orgánicos de terceros. En este caso es frecuente que el agricultor pertenezca al rubro de producción animal y utilice sus estiércoles o purines como base fermentativa del proceso de digestión anaerobia y gran parte de la producción de biogás provenga de los residuos orgánicos tratados.

Legalmente, para poder tratar residuos orgánicos y utilizar el digestato como fertilizante, el residuo debe ser pasteurizado previo al ingreso al reactor anaerobio, para asegurar la eliminación completa de patógenos y posibles vectores de enfermedades presentes en este tipo de sustratos.

El mayor costo operativo y de inversión se justifica por el aumento de ingreso percibido por el tratamiento de residuos de otros agricultores. Los valores pagados por los agricultores por la disposición final de sus residuos fluctúan entre 5 y 20 euros por tonelada.

Ejemplo:

Del mismo informe del ejemplo anterior podemos tomar la planta BMP05, la cual tiene una potencia eléctrica instalada de 500 kW y la biomasa utilizada corresponde a una mezcla de 13 sustratos distintos de diferentes proveedores, que en total suman 12.991 t/a. La mezcla esta compuesta por silo de maíz

(27,4%), estiércol bovino (14,1%), purin de cerdo (13,6%), residuo de gastronomía (13,2%), silo de pradera (7,9%), suero de leche (5,8%), residuo de papas (5,2%), vinasa (4,4%), grasas (4%), alimento para perros (3%), silo de maravilla (0,8%), destilado de manzana (0,5%) y harinilla de trigo (0,1).

Esta planta tuvo un costo de inversión de 936.307 €, de los cuales 153.387 € corresponden a subsidio (16%), 14.448 € a capital propio (2%) y 768.472 € (82%) a crédito bancario. Los costos fijo de operación son de 116.072 €/a, los costos variables de 262.501 €/a sumando costos anuales de 378.573 € y los ingresos son de 402.181 €. De esta manera la utilidad anual corresponde a 23.608 €/a.

Lo usual es que la distancia entre los proveedores y la planta no sobrepase un radio de acción de 30 km. El productor de biogás percibe ingresos por el tratamiento que cubren el costo de la logística de transporte.⁶

7.1.3. Inversionista Externo (Alemania).

Este modelo consiste en que un inversionista o grupo de inversionistas construyen la planta de biogás y mediante contrato con agricultores, agroindustrias o municipalidades consiguen la biomasa requerida para generar biogás, producir energía eléctrica y térmica.

Normalmente, en este tipo de modelo, el 100% de la energía es comercializada, ya que el inversionista ubicará la planta de biogás en un lugar estratégico, dónde tenga la posibilidad de comercializar toda la energía posible. Por lo mismo, este tipo de proyecto tiende a ser de muy alta eficiencia.

Ejemplo:

Un buen ejemplo de este tipo de proyecto corresponde a la planta de biogás Strullendorf del inversionista Josef Neuner. La potencia eléctrica instalada es de 690 kW y la biomasa utilizada para la generación de biogás corresponde a 5.070 t/a de silo de maíz y 9.097 t/a de la fase orgánica del Residuo Sólido Urbano (RSU) que en Alemania corresponde a la "Biotonne".

Para la obtención de maíz, el proyecto cuenta con contratos a largo plazo (6 años) con 5 agricultores de la zona, los cuales lo entregan puesto en planta para ser ensilado a un costado de la planta. Por el mismo contrato de abastecimiento, los agricultores tienen el compromiso (a firme) de retirar el

⁶ El transporte mismo se efectúa en camiones cisterna (purines, aceites), camiones de basura o camiones normales en el caso de cultivos. También se utilizan carros purineros para transportar purines y digestato dentro del predio agrícola, y también a plantas cercanas.

digestato para ser aplicado sobre sus propias superficies de cultivo, como fertilizante. Estos contratos son renovables y lo normal es que se renueven.

La energía producida es comercializada en un 100%. La energía eléctrica es inyectada al sistema y la energía térmica es entregada a un productor de flores (orquídeas) que tiene sus invernaderos a 100 m de distancia de la planta de biogás. Como proyecto experimental, se entregará al cultivo de invernadero el CO₂ de los gases escape del motor cogenerador, previa limpieza de impurezas.

En los contratos se estipulan los volúmenes a entregar y el precio a pagar se relaciona con el contenido de humedad y poder calorífico. A su vez, el agricultor que entrega biomasa, se compromete a retirar digestato. El volumen a retirar digestato se calcula directamente con el volumen de biomasa entregado. Por su lado el inversionista debe entregar la caracterización nutricional del digestato para cada retiro (con análisis químico en laboratorio). De esta manera el agricultor puede hacer un uso eficiente del digestato como fertilizante.

El proyecto total tuvo un costo de inversión de 1,68 millones de euros, de los cuales 10% corresponden a capital propio y 90% a crédito bancario. Como ingresos se pueden calcular los correspondientes a disposición final de los RSU pagados por la municipalidad, la energía eléctrica, la energía térmica y la entrega de CO₂. Este proyecto fue calculado a 20 años con un payback de 6 años.

A continuación se presenta una fotografía panorámica del lugar.



Figura Nº 7.1.
Planta Biogás Strullendorf del Inversionista Josef Neuner

7.1.4. Cooperación Municipalidad y Agricultores (Alemania).

Este modelo se está implementando cada vez con mayor frecuencia en Alemania, dado que en los pueblos de menor tamaño, la Municipalidad abastece de energía a todos los vecinos actuando como empresa de distribución eléctrica. El departamento municipal a cargo de dicha función se denomina "Stadtwerke", que en español significa empresa del municipio.

Además de la distribución eléctrica, muchas municipalidades cuentan con sistema de calefacción distrital, que en la mayoría de los casos funciona con calderas a petróleo.

El gran beneficio que le significa a una municipalidad asociarse con agricultores para la generación de energía eléctrica y térmica consiste en que es factible fijar un precio a largo plazo para ambas energías, con lo cual la municipalidad se independiza de las fluctuaciones del mercado de los combustibles y puede calcular a largo plazo sus presupuestos en esta materia.

Por otro lado, el agricultor participante en el proyecto, asegura la venta de energía térmica que por si sólo no podría comercializar en forma sencilla, con lo cual la rentabilidad del proyecto de biogás se ve favorecida en forma importante. Por lo mismo, en este modelo se habla de una estrategia win-win para ambos actores.

Ejemplos:

Un ejemplo muy conocido en Alemania corresponde al pueblo bioenergético (Bioenergiedorf) de Jühnde. En este modelo la municipalidad contó con un subsidio importante del gobierno para hacer realidad este concepto y transformar al pueblo de Jühnde en un pueblo demostrativo. Esto se trató de un concurso público para generar un piloto de pueblo energético y ganó Jühnde. El proyecto fue inaugurado en mayo del 2006 y como todo proyecto alemán de biogás fue calculado a 20 años

El costo de inversión de instalar una planta de biogás de 500 kW eléctricos y una caldera a biomasa de 750 kW térmicos tuvo un costo total de 2,5 millones de euros, de los cuales el gobierno subsidió 790 mil euros.

El proyecto fue calculado considerando el no variar el costo de energía al consumidor final, sino que se le mantuvo el mismo precio para ambas energías, pero se le demostró a la ciudadanía que en total la reducción de emisión de CO₂ alcanza a 2.800 toneladas anuales.

Otro ejemplo similar se está implementando en el pueblo de Osterholz, en el cual se está construyendo una planta de biogás de 500 kW. Esta planta será financiada conjuntamente entre un agricultor y la municipalidad. El agricultor aportará capital propio por 1,2 millones de euros y la municipalidad aportará 1,8 millones de euros.

Una característica interesante del proyecto consiste en que la planta de biogás se ubicará en terreno del agricultor pero el motor cogenerador se instalará en el mismo pueblo, en un recinto municipal al costado de la piscina temperada del municipio, donde se aprovechará todo el año la energía térmica. El gasoducto será de aproximadamente 2 kilómetros.

7.1.5. Planta de un Agricultor en Requena-Valencia (España)

En julio del 2009 se puso en funcionamiento la primera planta agrícola de fermentación en seco de España. Esta planta se encuentra ubicada en la provincia de Requena en Valencia.

La planta corresponde a un sistema de flujo pistón que trabaja a temperatura mesofílica (38°C) para degradar estiércol de vacas lecheras. El proyecto, en su primera fase, fue calculado para tratar el estiércol de 2.000 vacas lecheras, correspondiente a una potencia eléctrica instalada de 500 kW.

La segunda etapa permitirá alcanzar una potencia eléctrica de 1 MW al aumentar la masa ganadera a 4.000 unidades y además considera utilizar la energía térmica en producir frío para mantener la leche producida a 4°C.

El monto de inversión de la primera etapa fue de aproximadamente 1,75 millones de euros.



7.1.6. Planta de Grupo de Inversionistas (España).

El grupo de inversionistas llamado “Desarrollos Rurales el Encinar” llevará a cabo durante los próximos cuatro años la construcción y explotación del mayor parque de biogás de Europa. Para realizar un proyecto de tal envergadura la compañía invertirá más de 300 millones de euros.

El nuevo bioparque, que se instalará en la localidad de Navalmoral de la Mata, llegará a producir 150 MW de potencia a partir 20.000 hectáreas de cultivos energéticos, generando al año 1.125.000.000 MW/hora, una cantidad de energía suficiente para abastecer de electricidad a todos los hogares de Extremadura.

La compañía comenzó a construir los primeros 10 módulos del Bioparque Navalmoral en el segundo semestre de 2010. En una primera fase se alcanzará una potencia de 49 MW a partir de cultivos energéticos.

La electricidad se producirá por medio de generadores, mediante el procesamiento de aproximadamente 350.000 toneladas al año de ensilado de cultivos de maíz y de tabaco, cultivos energéticos con demostrado potencial para la producción de biogás.

Las plantas de biogás se instalarán en dos emplazamientos del término Municipal de Navalmoral de la Mata (Cáceres). En el primero de ellos, se ubicarán las instalaciones para la primera transformación de la biomasa en biogás, que posteriormente será transportado por tuberías hasta el segundo emplazamiento, donde se situarán las instalaciones de cogeneración que producen la electricidad y la energía térmica.

Otro valor añadido a destacar de Bioparque Navalmoral es que su actividad no sólo producirá electricidad y calor sino también fertilizantes de gran calidad, que podrán ser usados en los cultivos y de esta forma volverán a la tierra completando el ciclo propio de la naturaleza, y reduciendo el aporte de abonos químicos en un 75%.

Caso 2:

El mismo grupo de inversionistas del ejemplo anterior tiene previsto para el próximo año 2011 la construcción de otras nueve centrales de biogás en España. Las centrales sumarán una potencia de total de 17 megavatios (MW).

Como parte de un programa de expansión de 142 millones de euros. El Encinar destinará 51 de estos millones a la construcción de nueve plantas de biogás que trabajaran generando energía a partir de residuos agrarios y ganaderos. Las nuevas centrales estarán ubicadas en Castilla-La Mancha, Castilla y León, Andalucía, Galicia, Cataluña y Aragón, y cada una tendrá una potencia de entre 0,5 y 3 MW. Si bien cada planta trabajará especializándose en un componente determinado, los residuos que se utilizarán serán estiércol, purines, gallinazas, restos de mataderos, restos vegetales y restos de la industria agroalimentaria.

7.1.7. Sociedad de Inversores Entrega Financiamiento a Proyectos de Biogás (España).

Este modelo es similar al modelo descrito en el punto 7.1.3, consiste en que una sociedad Inversora capta capitales privados con el fin único de construir una planta de biogás y mediante contrato con agricultores o agroindustriales consiguen la biomasa requerida para generar biogás, producir energía eléctrica y térmica.

Ejemplo:

Un ejemplo de este modelo de negocio es el que lleva a cabo la empresa ACZIA Biogás, que ofrece a particulares la posibilidad de participar en el financiamiento de un 30% de la inversión de una planta de biogás (El 70% restante se obtiene a través de créditos). El instrumento de inversión es denominado BioCapital, la empresa que construye y opera las plantas de biogás es ACZIA Biogás.

Este modelo de negocio aprovecha la ventaja de las tarifas garantizadas con que goza esta tecnología en España.

Los Inversores se convierten en dueños de la planta de Biogás, la que es construida y operada por ACZIA Biogás, empresa que ofrece experiencia técnica. El plazo de recuperación de la inversión ofrecido es de 5 años.

7.1.8. Asociación entre Productor Agropecuario y Empresa Ingeniería Generan Biogás a partir de Mix de Residuo Orgánico. (España)

Este modelo consiste en que un productor agropecuario que requiere mejorar el tratamiento de residuos orgánicos se asocia con empresa con experiencia en biogás, mediante acuerdos con otros productores de residuos (planta de tratamiento de aguas, residuos de restaurantes) se consigue una mezcla de biomasa para generar el biogás. El biogás es usado para generar energía eléctrica y térmica en un motor de cogeneración.

Ejemplo:

Este modelo se aplica en la granja de crianza de cerdos PORGAPORCS, SL, ubicado en la Provincia de Lleida. Esta planta contó con el apoyo del proyecto europeo Biogás Regions.

La potencia eléctrica instalada 191 kW, gracias al uso de un motor de cogeneración es posible obtener también 215 kWt del biogás. La inversión requerida para el proyecto fue de 998.000 €. De los cuales un 30% fue financiado mediante un subsidio regional público, 5% con capital propio y el restante mediante créditos.

La instalación cuenta con dos digestores de 1.360 m³ de capacidad, el sustrato usado para generar el biogás corresponde a 11.500 m³/año de purines de cerdo; 2,5 Ton/año de lodo de planta de tratamiento de agua; 400 lts/año de aceite vegetal usado y 1.350 Ton/año de productos alimentarios en mal estado. La producción media de biogás es de 53,7 m³ por cada tonelada de sustrato mezclado.

La energía eléctrica generada se destina a autoconsumo y venta a la red, el calor producido por la cogeneración se utiliza para mantener la temperatura en digestores, calefaccionar áreas de la granja y en invernadero contiguo de 2.000 m². El digestato obtenido como subproducto es utilizado como fertilizante.

La planta comenzó su funcionamiento en enero de 2007 y opera durante 8.000 horas al año.

La siguiente fotografía tomada desde la web www.ecobiogas.es muestra una vista de esta planta.



Figura Nº 7.2
Planta Biogás PORGAPORCS, S.L. (www.ecobiogas.es)

7.1.9. Productor Agropecuario Genera Biogás (Brasil).

En este modelo un productor agropecuario, dueño del sustrato, produce biogás para generación eléctrica, destinada al autoconsumo y venta a la red, el digestato se vende como fertilizante. El proyecto se beneficia además de la venta de bonos de carbono.

Ejemplo:

Este modelo corresponde a una granja que cuenta con 3.000 cabezas de ganado porcino, “Granja Colombari”. Con el biogás obtenido de los purines se genera energía eléctrica que se usa en la propia granja, vendiendo los excedentes a la red. El productor vende, además, bonos de carbono.

La planta produce 180.000 m³/año de biogás, la potencia instalada es de 30 kW. La inversión total requerida fue de US\$ 180.000. Los estudios preliminares fueron realizados con el programa de financiamiento público, FINEP⁷. Las

⁷ FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) es una empresa pública dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil. Posee diferentes líneas que permiten cofinanciar proyectos de innovación a instituciones públicas o privadas.

inversiones en compra de equipos y construcción fueron realizadas por el productor agropecuario.

La granja vende 72.000 kWh/año de electricidad al sistema y bonos de carbono por 1.690 Ton/año de CO₂. La operación de la planta permite, además, ahorro por una menor compra de electricidad a la red de 108.000 kWh/año.

Este proyecto surgió apoyado por la empresa de generación de electricidad Itaipú, que dando apoyos a estos proyectos, busca disminuir la contaminación del agua usada para la generación eléctrica. Tanto este proyecto como el siguiente caso en Brasil, cuentan con digestores de bajo costo en comparación con los estanques verticales.

La siguiente figura muestra la planta instalada en la Granja Colombari, tomada desde el sitio www.ivt-rj.net.



Figura Nº 7.3
Planta Biogás en Granja Colombari
(www.ivt-rj.net, foto Alexandre Marchetti)

7.1.10. Productores Agropecuarios Asociados Generan Biogás a partir de Purines de Bovinos y Cerdos y lo Entregan a Gasoducto (Brasil).

Este modelo consiste en que un grupo de Productores Agropecuarios produce biogás a pequeña escala en sus propios predios. Este biogás es entregado a la central termoeléctrica a través de gasoducto. La energía eléctrica es vendida al

distribuidor local. El digestato es utilizado como fertilizante y se venden bonos de carbono.

Ejemplo:

Corresponde al proyecto denominado "Condominio de agroenergía para agricultura familiar – Río Ajuricaba". En este caso, los pequeños productores agropecuarios, generan biogás a partir de sus sustratos (purines de cerdos y bovinos), en sus propios biodigestores.

Este proyecto se encuentra en construcción, se espera que el biogás generado sea 320.000 m³/año, los ganaderos se beneficiarán de la venta de la energía eléctrica que se produzca y de la venta de los bonos de carbono generados por 2.425 Ton CO₂ al año.

La inversión requerida es de US\$ 600.000, de los cuáles el 45% corresponde a los biodigestores que se deben instalar en cada propiedad, 40% del total se invierten en el gasoducto y el restante 15% en el generador. Las inversiones en compra de equipos y construcción fueron realizadas por los propios productores agropecuarios. Los estudios preliminares fueron realizados con el programa de financiamiento público, FINEP.

El proyecto se encuentra operativo en una etapa inicial generando el equivalente a 60 kW/h de energía. Adicionalmente en la microcentral térmica se ha instalado un secador de granos que permite utilizar calor generado en el motor, mejorando la eficiencia de la instalación.

Al igual que el caso anterior, este proyecto contó con el apoyo de la empresa eléctrica de Itaipú.

La imagen siguiente muestra uno de los primeros digestores instalándose en el terreno de uno de los integrantes del condominio.



Figura Nº 7.4
Digestor en Condominio – Río Ajuricaba
(<http://www.revistaamigosdanatureza.com.br>, foto Cristiano Viteck)

7.1.11. Productor Agropecuario Individual Produce Biogás y Genera Electricidad para Venta a la Red. (Ontario -Canadá).

Este modelo corresponde a un productor agropecuario individual, que cuenta con bovinos para producción de leche. Produce biogás a partir de los purines, los que utiliza para generar electricidad para autoconsumo y venta a la red de distribución. El digestato obtenido como subproducto es utilizado como fertilizante.

Ejemplos:

Un ejemplo de este modelo corresponde al caso de Fepro Farm, en el estado de Ontario. Esta instalación fue pionera en Ontario y ha servido de ejemplo para muchas otras.

El propio Productor Agropecuario realizó la inversión en una primera etapa del proyecto, contando con un digestor de 500 m³ y una potencia eléctrica de 50 kW.

En una segunda etapa de este proyecto se gestionaron permisos de la autoridad correspondiente para recibir desechos orgánicos que no provenían de la misma granja (off-farm). Se utilizaron principalmente residuos de restaurantes los que eran proveídos de forma gratuita por una empresa dedicada a la recolección de este tipo de desechos.

En esta segunda etapa, la inversión en un nuevo digestor de tamaño mayor, contó con ayuda de programa del gobierno de Ontario, a través del Ministerio de Agricultura, cómo lo es el Ontario Biogás Systems Financial Asístanse (OBSFA).

La potencia instalada aumentó a 500 kW, la inversión total para una planta de este tamaño en Canadá es de entre 2 a 2,5 Millones de dólares americanos.

La siguiente imagen muestra una vista de la planta instalada en Fepro Farm. Imagen tomada desde el sitio www.apao.ca.



Figura Nº 7.5
Planta Biogás en Fepro Farm (www.apao.ca)

Otro Ejemplo corresponde a lo realizado por el agricultor Douglas Cleary, en su granja de crianza de ganado bovino de leche, Clearydale Farm, ubicado en la localidad de Spencerville en Ontario.

Actualmente este proyecto cuenta con autorización para entregar energía a la red en el programa FIT y están en espera para realizar la conexión.

El proyecto, de una potencia nominal de 498 kW, requirió de una inversión de US\$ 1.350.000, de los cuáles US\$ 400.000 fueron aportados por el Ministerio de Agricultura de Ontario, que tiene como prioridad impulsar este tipo de instalaciones.

El sustrato a utilizar se compondrá de un 25% de residuos provenientes de restaurantes (grasas y aceites) y un 75% de purines de ganado. El digestato será utilizado como fertilizante en la propia granja.

Parte del calor en el agua de enfriamiento del motor a biogás se usará en calefacción de espacios productivos de la granja.

En ambos ejemplos relatados el programa FIT ha resultado crucial ya que permite tener una tarifa garantizada y entrega reglas que todos los actores en el sistema eléctrico deben seguir, lo que facilita que pequeños medios de generación puedan conectarse a la red eléctrica.

Existen diversos productores de sustratos de características similares que han concretado proyectos de generación de energía eléctrica gracias a los programas FIT y OBSFA en Ontario. En su mayoría son instalaciones de hasta 500 kW de potencia, dado que aprovechan el mayor pago por la energía producida que establece el programa FIT (Cuadro N° 7.4).

En la tabla siguiente se muestran proyectos que desde abril de 2010 contaban con autorización para conectarse a la red eléctrica. A la misma fecha existían otros cuatro proyectos de productores lecheros esperando cumplir con requerimientos para la conexión eléctrica.

Cuadro N° 7.1.
Productores Agropecuarios Individuales (Granjas Lecheras) con Instalaciones para Producir Biogás en Ontario Canadá.

Propietario	Proyecto	Potencia Nominal kW
De Bruin Farms Ltd.	De Bruin Farms Biogás	360
Ferme Geranik Inc.	Ferme Geranik Biogás	499
Gillette Farms Inc.	Powerbase / Gillete Farms	498

7.1.12. Un Proyecto Emblemático de Biogás en Austria: Rosentaler (Estrílla-AUSTRIA).

La planta de “Rosentaler” en la región de Estyria (Austria) construida en 2003, fue la primera en utilizar como sustratos una combinación de residuos orgánicos urbanos, residuos animales, purines mezclados con cultivos energéticos para la producción de biogás, instalando un innovador sistema de higienización (1 hora a 70°C).

También fue la primera en utilizar el digestato procedente del proceso de producción de biogás como fertilizante en el campo.

La planta es propiedad en un 80% de ganaderos de la zona, en un 10 % del Ayuntamiento y el 10% restante de la compañía gestora de residuos urbanos. La

planta inyecta a la red eléctrica 5.388.100 kWh/a y al sistema de “district heating” 3.100.000 kWh/a. El aprovechamiento térmico se traduce en una red de distribución para calentar las granjas, 2 bloques de viviendas cercanas y para una fábrica de secado de fruta.

Resumen:

Cantidad de biogás producido:	6.800 m ³ / día.
Potencia eléctrica instalada:	700 kW
Inversión:	2.600.000 €

7.2. Modelos de Negocio en Chile.

A continuación se detallan los modelos de negocios que actualmente operan en Chile, para los rubros atingentes al presente estudio.

7.2.1. Agroindustria Produce Sustrato a partir del cual Genera Biogás.

Este modelo tiene dos variantes en lo referente al uso del biogás:

- a) Utiliza parte del biogás en el digestor, el resto lo quema en antorcha.
- b) Utiliza todo el biogás en caldera reemplazando otro combustible.

En ambos casos el productor de sustrato es único y es el mismo que financia y opera. Se trata de empresas grandes o medianas.

Un ejemplo del caso a) corresponde a Agrosuper, esta agroindustria tiene una motivación ambiental ya que la empresa está obligada a tratar los purines. En 7 criaderos de cerdos de Agrosuper se utilizan lagunas cubiertas, de éstas 3 tienen control de temperatura mesofílico (35°C) y cuatro son psicrófilicos (temperatura ambiente). Las lagunas cubiertas con control de temperatura son Pocillas, Peralillo y La Estrella en estas instalaciones se genera biogás pero no tienen la misma eficiencia que un biodigestor.

Con estas instalaciones se obtiene algún beneficio de la venta de los bonos de carbono. La empresa estaría analizando generar energía eléctrica.

En el caso b) el beneficio es el ahorro de compra de combustible fósil, más la disminución de desechos. Un ejemplo exitoso y operando bajo este modelo de negocio se da en la planta CCU de Temuco. En esta planta productora de cerveza se genera biogás a partir de los residuos orgánicos del proceso. Este biogás generado (Aproximadamente 1.900 m³/día) es utilizado como combustible en dos calderas que entregan calor requerido en el proceso.

Este proyecto cuenta con un gasómetro de membrana flexible que permite acumular biogás y mantener una presión constante en la succión de los sopladores que impulsan el biogás hasta las calderas. La inversión inicial de este proyecto fue cercana a 7.500 UF

Existe otro proyecto de Schwager-Biogás S.A. (en estudio), en asociación con agroindustria Lactín S.A. , que cabe bajo este modelo de negocio. Este proyecto se emplazaría en Purranque, X Región.

Este modelo aprovecharía residuos de suero de leche (suero agotado), posterior a proceso de obtención de proteínas propio de Lactín S.A., para generar biogás.

Parte de este biogás sería usado en el proceso de Lactín, el biogás remanente se usaría para generar energía eléctrica que sería vendida al sistema a precio spot.

Existen otros proyectos similares de tratamiento de RILES: Mafrisur y Viña Francisco de Aguirre.

En Mafrisur el proyecto se encuentra no operativo debido a que la operación no fue adecuada para el biodigestor instalado, por lo que no se obtuvieron los resultados esperados. (Recurso humano no calificado y desconocimiento de la tecnología)

En la Viña Francisco de Aguirre, el proyecto se encuentra operativo y el gas obtenido es quemado en antorcha.

7.2.2. Empresa Agrícola- Ganadera Genera Biogás a partir de Purines y Maíz Cultivado con este Objeto. Generará Energía Eléctrica para Vender a la Red.

Este modelo corresponde a una sola empresa: HBS Energía. La empresa que produce los sustratos es la misma que financia, operará el sistema y venderá la energía eléctrica. El digestato será ocupado en el mismo predio como fertilizante. La energía eléctrica se venderá a la red. Este proyecto está en construcción.

Comentario: Este modelo parece poco replicable en las condiciones actuales, dado que implica un mayor costo al tener que producir el sustrato, respecto de la utilización de residuos.

7.2.3. Productor Agropecuario Genera Electricidad Individualmente.

Este modelo corresponde a un pequeño productor pecuario que genera biogás a partir de residuos orgánicos. El biogás producido puede ser usado para generar electricidad durante las horas punta.

Un caso de este modelo se da en la X Región, donde la cooperativa agrícola CREO (Cooperativa Eléctrica de Osorno) está impulsando entre sus asociados, proyectos individuales de generación eléctrica a partir de biogás.

Estos son pequeños proyectos individuales de producción de biogás a partir de purines de lechería. Actualmente hay un proyecto piloto de 17 kW operando. La energía eléctrica se utiliza básicamente en la misma lechería pero también se podría utilizar para consumo doméstico o se podría utilizar parte del biogás para sustituir combustibles domésticos. Actualmente está en ejecución otro proyecto algo mayor.

La cooperativa ha efectuado los estudios correspondientes y aportó financiamiento para este primer proyecto, y prestará asesoría técnica y seguimiento a futuro.

En esta etapa se descartó efectuar un proyecto que reuniera los purines, dada la distancia entre los predios para los cuales el modelo es aplicable.

En este caso el modelo de negocio del pequeño productor se facilita al ingresar la Cooperativa entregando asistencia técnica y financiamiento para el desarrollo del mismo.

7.2.4. Empresa Produce Biogás y lo Vende a Consumidor.

Una leve variación de este modelo de negocio, es un proyecto liderado por Schwager-Biogás S.A. pero que aún se encuentra en evaluación. Consiste en la producción de biogás a partir de guano de aves mezclado con un cultivo energético con baja estacionalidad, como lo son las paletas de tunas.

Este proyecto, cuenta con aprobación de la autoridad ambiental para vender el gas a Codelco Ventanas, transportándolo a través del gasoducto perteneciente a GasValpo. Para utilizar el gasoducto, el biogás debe ser previamente depurado llevándolo a una composición similar a la del gas natural (biometano).

Otro ingreso importante esperado en este proyecto sería la venta del digestato como biofertilizante en forma de pellets, para esto, parte del biogás generado sería utilizado para secar el digestato.

Como alternativa se maneja la opción de generar electricidad, vendiendo la electricidad a la red o a Codelco Ventanas.

Otro ingreso de este proyecto sería la venta de bonos de carbono que considera el reemplazo de combustible fósil y disminución de emisiones de metano desde el guano de las aves.

7.2.5. Empresa Produce Biogás que Utiliza para Generar Energía Eléctrica.

Este modelo corresponde al Relleno Sanitario Los Colorados (KDM), pero puede extenderse a cualquier productor de biogás que cuente con una cantidad de desechos que requieran tratamiento en rellenos por temas ambientales.

En el caso de KDM, la empresa financió el proyecto con recursos propios o créditos, ya que genera el biogás y la energía eléctrica, y luego vende la energía a la red. En este caso no hay como subproducto digestato.

Actualmente utiliza una fracción del biogás producido, pero pretende utilizar el total. El resto lo quema.

Hay varios proyectos de empresas agroindustriales que pretenden utilizar un modelo similar: Sopraval, SAME, SEPADE, Agroorgánico Mostazal y CCU Santiago.

7.2.6. Empresa Produce Biogás y lo Vende a Distribuidor de Gas.

Este modelo corresponde a la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana de Aguas Andinas, pero puede extenderse a otras empresas productoras de biogás. En el pasado se utilizó gases de rellenos sanitarios.

Una filial de la empresa sanitaria financia y opera el sistema que procesa los lodos en un digestor anaeróbico con fines ambientales, generando biogás que vende a empresa distribuidora de gas (en este caso Metrogas), quien lo depura (retira siloxanos y H₂S) y transporta hasta su planta.

El sustrato lo entrega la empresa sanitaria, quien necesita tratarlo antes de enviarlo a un relleno sanitario.

Actualmente está en estudio de factibilidad técnico-económica la posibilidad de retirar el CO₂ del biogás obteniendo biometano, el cual en ciertas condiciones de presión y temperatura, podría ser inyectado a las redes de gas natural.

El modelo podría aplicarse también a la venta de biogás a una o varias industrias, para reemplazar gas o petróleo, tal como ocurrió en el pasado en que el relleno sanitario de Lepanto le vendía gas a Carozzi en Nos, a varios kilómetros de distancia, quien lo utilizaba en sus procesos para sustituir petróleo.

7.2.7. Intermediario Comercializador de Biomasa.

Este modelo de negocio, si bien, no está relacionado con la generación de biogás es interesante ya que representa un desarrollo a nivel local que puede servir como ejemplo a la comercialización de sustratos para generación de biogás.

Este negocio se ha desarrollado con la creación de un intermediario que ofrece servicios de habilitación de terreno para acopio y posterior retiro de residuos generados por el manejo forestal.

Los residuos obtenidos por Biomasa Chile son procesados (triturados) en el mismo lugar de retiro y luego son vendidos a las grandes forestales para su uso en como combustible en las calderas de sus procesos (Actualmente Biomasa Chile comercializa 1.200.000 m³ estéreos de madera anuales, se espera llegar a los 2.000.000 m³ estéreos en el 2011).

7.3. Resumen de Recopilación de Proyectos Tipos y Factores de Éxito Identificados.

En los cuadros siguientes, se presenta el resumen de la estructura de los principales proyectos mencionados en este informe, siguiendo los eslabones definidos para la cadena de valor.

Cuadro N° 7.2: Resumen Modelos de Negocios en Alemania.

CADENA DE VALOR	Descripción	Agricultor propietario con mix de cultivo energético (Alemania)	Agricultor propietario con mix de residuo orgánico (Alemania)	Inversionista Externo (Alemania)	Cooperación de Municipalidad y Agricultores (Alemania)
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Económico. Negocio adicional al negocio principal	Económico. Negocio adicional al negocio principal	Económico. Negocio orientado a la producción eléctrica y térmica	Sustentabilidad. Mayor eficiencia en servicios de Municipalidad (electricidad y generación térmica distrital)
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Guano de Broiler, silo de maíz y rastrojo de raps	Residuos agrícolas de plantaciones (biomasa) + otros residuos orgánicos	Residuos agrícolas, agroindustriales y/o municipales	Residuos agrícolas, agroindustriales y municipales
	Proveedor de sustrato	Agricultor	Agricultor + otros que pagan por depositar sus residuos	Agricultores varios, agroindustrias y/o municipalidades	Integrantes del pueblo
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en Planta Municipal
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Acuerdos contractuales de entrega y recepción de residuos de otros	Acuerdos contractuales de entrega y recepción de residuos de otros	Acuerdos contractuales de entrega, recepción de residuos y posterior retiro de fertilizantes
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica
	Inversión en Activos Fijos	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Financiamiento de Estudios Preliminares	s/i	s/i	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Ingeniería	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Construcción y Montaje	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
	Operación	Capital financiado a largo plazo	Capital financiado a largo plazo	Capital de inversionista	Capital subsidiado por el gobierno + inversión municipal
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	NO	NO	NO	NO
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	CO	CO	CO	CO
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTOABASTECIMIENTO	Electricidad	Consumo propio y venta de energía eléctrica a sistema	Consumo propio y venta de energía eléctrica a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema
	Calor Enfriamiento Motor	Reemplazo de otras fuentes para calefacción, agua caliente y otros usos	Reemplazo de otras fuentes para calefacción, agua caliente y otros usos	Venta de Calor a tercero	Venta de Calor sistema de distribución distrital
	Uso directo de Biogás (Si/No)	No	No	No	No
	Abono (Si/No)	Sin Información	Si	Si	Si (cada agricultor retira cantidad equivalente a la aportada)
	Otros Ingresos	--	Disposición final de residuos orgánicos	--	--
Etapas de desarrollo del proyecto		Operando	Operando	Operando	Operando
Factores de Éxito del Modelo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo
	Propiedad del sustrato	Derechos o propiedad sobre el sustrato	Subsidios a la Inversión	Subsidios a la Inversión	Subsidios a la Inversión
	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)
	Subsidios al precio (Bonos) e Inversión	Subsidios al precio (Bonos) e Inversión	Contrato a largo plazo por sustrato	Propiedad sobre el sustrato	Propiedad sobre el sustrato
	Alto porcentaje de Financiamiento externo	Ingresos por tratamiento de desechos de terceros	Subsidios al precio (Bonos)		
		Alto porcentaje de Financiamiento externo	Alto porcentaje de Financiamiento externo		

Cuadro N° 7.3: Resumen Modelos de Negocios Brasil – España – Canadá.

CADENA DE VALOR	Descripción	Productor Agropecuario - Granja Colombari (Brasil)	Asociación Agricultores Vía Gasoducto (Brasil)	Sociedad de Inversores (ESPAÑA)	Productor Agropecuario (Canadá)
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Ambiental. Contaminación en las aguas utilizadas para generación eléctrica (ITAIPU).	Ambiental. Promover sustentabilidad de las actividades agropecuarias de propiedad familiar	Económico. Mayor rentabilidad frente a otras alternativas de energías renovables. Subvención de tarifas por 15 años.	Ambiental. Manejo ambiental de estiércol de bovinos en granja productora de leche
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Residuos agropecuarios (porcinos)	Residuos agropecuarios (vacunos y porcinos)	Purines de ganadería y residuos agroalimentarios	Estiércol de Bovinos y Grasa (residuos de Restaurante)
	Proveedor de sustrato	Ganadero	Integrantes del condominio de agricultores (41)	Agricultor	Agricultor asociado a empresa de Recolección de residuos de restaurantes
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás en terreno del mismo agricultor. Generación de energía en mini central térmica.	Planta de acopio propia	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno del mismo agricultor
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Acuerdos contractuales de entrega y recepción	Acuerdo entre productores de residuos.
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica
	Inversión en Activos Fijos	Capital propio	Capital propio	30% Capital procedente de Soc. de Inversionistas (BioCapital). 70% Financiamiento bancario	Capitales Propios y Programa de Gobierno de Ontario
	Financiamiento de Estudios Preliminares	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Capital propio
	Ingeniería	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Fondos Gubernamentales (FINEP)	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Etapas 1: Ganaderos Etapas 2: Programa Gubernamental Ontario 40% Ganaderos 60%
	Construcción y Montaje	Capital propio	Capital propio	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Capital propio
	Operación	Capital propio	Capital propio	Privado - BioCapital + Préstamo bancario	Capital propio
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	NO	NO	NO	NO
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	EE	CO	EE	CO
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTO-ABASTECIMIENTO	Electricidad	Venta de energía eléctrica a sistema	Venta de biogás mini central térmica. Generación energía eléctrica para venta a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema	Venta de energía eléctrica a sistema
	Calor Enfriamiento Motor	No	Si	S/i	Reemplazo de otras fuentes para calefacción, agua caliente y otros usos
	Uso directo de Biogás (Si/No)	No	No	No	No
	Abono (Si/No)	Si	Si	S/i	Si (Utilizado en Propia Granja)
	Otro	Venta de Bonos de Carbono	Venta de Bonos de Carbono		
Etapas de desarrollo del proyecto		Operando	Operando	Ingeniería básica	Operando
Factores de Éxito del Modelo		Apoyo de FINEP (Estat)l	Apoyo de FINEP (Estat)l	Tarifa Garantizada a largo plazo	Tarifa Garantizada a largo plazo
		Venta Bonos Carbono	Venta Bonos Carbono	Conocimiento técnico	Subsidios a la Inversión
		Apoyo de Empresa Generadora	Apoyo Empresa Generadora	Alto porcentaje de Financiamiento externo	Propiedad sobre el sustrato
			Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)		Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)

Cuadro N° 7.4: Resumen Modelos de Negocios en Chile – Parte 1 de 2

CADENA DE VALOR	Descripción	Agroindustria	Agrícola + Ganadera	Pequeño Productor Pecuario
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios. Biogás no es el objetivo sólo un subproducto.	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Residuos propios	Residuos propios	Residuos propios de plantas lecheras
	Proveedor de sustrato	Empresas grandes o medianas.	HBS Energía	Plantas lecheras impulsadas por Cooperativa Eléctrica
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás en terreno de agroindustria	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás y energía en terreno de empresa agrícola	Plantas de acopio, generación de biogás y energía distribuidas en cada proveedor del sustrato.
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Sin acuerdos. Dentro de cada planta	Sin acuerdos. Dentro de cada planta
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica
	Inversión en Activos Fijos	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado
	Financiamiento de Estudios Preliminares	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado+Apoyo
	Ingeniería	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado+Apoyo
	Construcción y Montaje	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado
	Operación	Capital propio	Capital propio financiado	Capital propio financiado
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	NO	NO	NO
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	ET y resto en antorchas	CO	CO
	Ingresos por Fertilizantes (SI/NO)	NO	SI	NO
	Ingresos por venta de energía	Consumo propio	Venta a la red eléctrica + Consumo Propio (EE+ET)	Consumo Propio distribuido (EE+ET)
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTOABASTECIMIENTO	Electricidad	No se Genera	Venta de energía eléctrica a sistema	Consumo propio de energía eléctrica
	Calor Enfriamiento Motor	No se Genera	S/i	S/i
	Uso directo de Biogás (Si/No)	Si	No	No
	Abono (Si/No)	No	Si (Uso en predio propio)	No
	Otro	Venta de Bonos de Carbono		
Etapa de desarrollo del proyecto		Operando	En construcción	En Piloto
Factores de Éxito del Modelo		Propiedad del sustrato	Propiedad del sustrato	Propiedad del sustrato
		Solución a tratamiento residuos	Uso de digestato como fertilizante	Solución a tratamiento residuos
		Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Cogeneración)		Asesoría Técnica Cooperativa Eléctrica

Cuadro N° 7.4: Resumen Modelos de Negocios en Chile – Parte 2 de 2

CADENA DE VALOR	Descripción	Empresa de Generación de Energía con Mix de Cultivo y Guano aves	Productor Agroindustrial	Intermediario Recolector de Biomasa
MOTIVADOR DEL NEGOCIO	Necesidades que gatillaron el negocio	Económico. Negocio orientado a la producción eléctrica o biometano (por definir) y venta de biofertilizante	Ambiental. Manejo ambiental de residuos propios	Económico. Se recolectan residuos de manejo forestal a costo cero o bajo costo. Se procesa para ser vendido como combustible de calderas.
LOGÍSTICA DE ENTRADA	Tipos de Sustratos	Guano de aves y paletas de tunas (cultivo energético)	Suero de leche agotado	Biomasa: Residuos forestales
	Proveedor de sustrato	Plantas avícolas y cultivo energético	Empresa dedicada a proceso de obtención de proteínas a partir de residuos de queserías	Pequeños y Medianos productores forestales
	Lugar de Procesamiento	Acopio de Sustrato, Generación de Biogás y energía en planta generación de energía	Acopio de Sustrato y Generación de Biogás en terreno de agroindustria	Proceso en terreno del proveedor: Triturado y cargado en camiones
	Condiciones de entrega/Protocolos de Recepción	Acuerdos contractuales de entrega con productores de residuos. Cultivo energético propio	Acuerdos de entrega con productores de residuos	Se habilita terreno para acopio de residuos y posterior retiro. Productor ahorro costo y riesgo de almacenar residuos
PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	Tecnología	Biodigestión anaeróbica	Biodigestión anaeróbica	Máquina trituradora y cargadora móvil (No Orientado a Producción de Biogás)
	Inversión en Activos Fijos	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Financiamiento de Estudios Preliminares	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Ingeniería	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Construcción y Montaje	Capital propio	Capital propio	Capital Propio y Créditos Bancarios
	Operación	Capital propio	Capital propio	Capital propio
LOGÍSTICA DE SALIDA	Biogás Purificado (SI/NO)	No definido	NO	No produce Biogás
	Energía Térmica (ET), Energía Eléctrica (EE), Cogeneración (CO)	No definido, se manejan opciones	ET, excedentes EE	No produce energía de forma directa. Produce combustible para calderas
	Ingresos por Fertilizantes (SI/NO)	SI	NO	No Genera Fertilizantes
	Ingresos por venta de energía	No definido, se manejan opciones	Consumo Propio distribuido (EE+ET)	No vende Energía
INGRESOS POR VENTAS O MENOR COSTO POR AUTOABASTECIMIENTO	Electricidad	En estudio Venta de energía eléctrica a sistema	Secundario, si existen exedentes	No se Genera
	Calor Enfriamiento Motor	No	No	No se Genera
	Uso directo de Biogás (Si/No)	En estudio venta de Biometano a distribuidor GN	Reemplazo de combustible fósil en proceso productivo	No se Genera
	Abono (Si/No)	Comercialización de abono en estudio	No	No se Genera
	Otro	Venta de Bonos de Carbono		No se Genera
Etapa de desarrollo del proyecto		Estudio de Factibilidad	Estudio de Factibilidad	Operando
Factores de Éxito del Modelo		Solución a tratamiento residuos	Solución a tratamiento residuos	Solución ambiental
		Derechos o propiedad sobre el sustrato	Propiedad del sustrato	Valorización de residuos
		Venta Bonos Carbono	Alta eficiencia en uso de energía obtenida (Uso directo de biogás)	
		Venta de Fertilizante		

7.4. Proyectos Tipos Identificados

Revisados los antecedentes de este estudio y luego de múltiples reuniones con expertos, y participantes en este negocio, así como con nuestra contraparte técnica, y en base a la experiencia como consultores en este tema, se han seleccionado los siguientes **proyectos tipos** como los de mayor factibilidad técnica y económica en las actuales condiciones en Chile, nombrándolos en orden decreciente:

- j) Residuos de crianza de cerdos (purines), los cuales según los sistemas de crianza permiten el retiro de residuos en un solo lugar. Dado el gran potencial de residuos concentrado debido a la crianza de cerdos se espera que estos proyectos estén orientados a la venta de energía eléctrica a la red.
- k) Residuos de Aves (guano), en las que su explotación es en un solo lugar y por lo mismo permite la recolección concentrada. Al igual que en el caso de los cerdos se plantea que estos proyectos pueden estar orientados a la venta de energía eléctrica a la red.
- l) Residuos del sector bovino (estiércol). Para este caso en la práctica sólo sería factible considerar explotaciones donde al menos parte del tiempo los animales permanezcan en corrales o en galpones (por ejemplo durante ordeñas de vacas de leche), ya que en campo abierto no es factible la recolección de las fecas.

En este caso, dado a la gran variabilidad en cuanto al número de animales por propietario es esperable un rango amplio de potencial por productor, desde pequeños productores que destinan su producción de biogás al autoconsumo (térmico o eléctrico) a proyectos mayores individuales o asociados que logren entregar energía a la red.

- m) Residuos orgánicos finales de procesamiento de vegetales, frutas, hortalizas y semillas (agroindustria), cuando son recolectados en centros de acopio o rellenos sanitarios. Idealmente deben ser mezclados con otros residuos más ricos en material orgánico, como los provenientes de las excretas de animales y residuos de alimento.
- n) Lodos finales de Piscicultura. En general los residuos relacionados a la mortalidad de la piscicultura (esqueletos y carnes) son utilizados en plantas de secado para la producción de alimentos animales (harinas y aceites). En este segmento es factible considerar la obtención de lodos en las piscinas de ciclo cerrado con algún porcentaje de agua fresca (del orden del 5%) y que es el residuo final de toda la cadena de producción.

Debido a la menor cantidad de residuos generados, proyectos de generación de biogás en base a lodos de piscicultura serían de un menor tamaño.

- o) Suero de Leche, que se genera como subproducto de los procesos de las plantas industriales lecheras. Existen plantas de tratamiento del suero que permiten su secado y posterior uso en la industria alimenticia. Como residuo de este tratamiento aún queda un residuo líquido con materia orgánica que permite producir biogás. Así mismo Agroindustrias de gran tamaño que generen residuos de forma importante pueden ser propicias para el desarrollo de este modelo de negocio.
- p) Residuos finales de faenadoras de diferentes tipos de carne, en este caso, al igual que el acuícola sólo es aplicable en la etapa de los residuos finales. Los residuos iniciales son tratados y en general transformados en harinas o similares que son transformadas en alimentos para otros animales.
- q) Cultivos energéticos. Según la experiencia recogida de diversos proyectos en estudio en Chile, y dada la necesidad de producción especializada, y también la escasa disponibilidad de terrenos fértiles no destinados a producciones de mayor rentabilidad, la factibilidad de un negocio de cultivos energéticos debería tender a buscarse en terrenos considerados normalmente como de menor fertilidad para la producción alimenticia. En Chile estos terrenos están principalmente en las regiones del norte. En estas circunstancias, la escasa disponibilidad de agua tiende a encarecer los proyectos, a pesar de que se utilicen especies de bajo consumo de ésta. Actualmente está en desarrollo un proyecto Fondef que está apoyando el desarrollo de este negocio a partir de la producción de tunas en Copiapó. Realizamos las consultas directas a los líderes de este proyecto, y su asesor técnico, y nos informaron que estaban iniciando el estudio y que esperaban resultados en un plazo superior a 3 ó 5 años más.
- r) Producción de gas combustible a partir de residuos forestales como subproducto final, en vez de utilizarlo directamente como biomasa. Los costos involucrados en esta tecnología, aún no han permitido el desarrollo de este negocio en forma rentable internacionalmente. Por lo mismo su desarrollo ha sido escaso, y en Chile se ha estudiado principalmente a nivel académico, pero no se pudo constatar la existencia de ningún proyecto en funcionamiento. Este tipo de proyectos podría llegar a ser factible en el largo plazo.

9. TALLERES DE DISCUSIÓN DE MODELOS, CON ACTORES RELEVANTES

Se realizaron dos talleres de discusión sobre ventajas y desventajas de aplicar diferentes modelos de negocios. Se invitó a representantes del sector silvoagropecuario, cooperativas, académicos, empresas de ingeniería, empresas de comercialización de gas natural y expertos en temas de biogás.

Estos talleres fueron realizados en las Ciudades de Temuco y Santiago en los días 3 y 15 de diciembre de 2010, respectivamente. En ambos encuentros, los modelos de negocios presentados y analizados son los siguientes:

- a) 1 ó 2 productores, dueños del sustrato, generan el biogás.
- b) Asociación de productores que son dueños del sustrato, generan el biogás.
- c) Un tercero realiza el negocio (ESCO).

9.9.Resultados de Taller Realizado en Temuco.

El taller realizado en Temuco contó con gran participación de actores del sector productivo como cooperativas, asociaciones gremiales, productores del sector pecuario, entre otros, además del SEREMI de Energía y sector académico.

El trabajo consistió en la discusión, sobre la base de formularios predeterminados, de ventajas y desventajas de cada modelo. Se analizó cada modelo en forma general y a nivel de detalle puntos relevantes de la cadena de valor como:

- Qué destino puede darse al biogás generado
- Generación de Electricidad, Calor o Cogeneración
- Autoconsumo o venta de energía

Los principales resultados ordenados de acuerdo a cada modelo se presentan en el Cuadro N° 8.1.

Cuadro N° 8.1.
Resultados en Consultas de Interés en Tema Biogás

Modelo	Ventajas	Debilidades
1 o 2 productores, dueños del sustrato, generan el biogás.	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad en el abastecimiento. • Modelo rápidamente replicable en base a casos exitosos de productores pioneros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en acceso a financiamiento. • Productor sale del negocio conocido.
Asociación de productores que son dueños del sustrato, generan el biogás.	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de alcanzar economías de escala con proyectos de mayor tamaño. • Simplificar la comercialización o entrega del digestato entre los asociados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de una logística de transporte. • Reticencia que podrían tener los productores para involucrarse en un negocio desconocido.
Un tercero realiza el negocio (ESCO).	<ul style="list-style-type: none"> • Inversionista, que ejecuta el proyecto, conoce el negocio de la energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inseguridad en cumplimiento de acuerdos de entrega y retiro de biomasa.

Respecto de las características más específicas de la cadena de valor de un negocio de biogás, los asistentes mencionaron que resulta más fácil comercializar electricidad que energía térmica y que la cogeneración resulta mejor a la producción de electricidad o calor de forma separada.

8.2. Resultados del Taller Realizado en Santiago.

El taller realizado en Santiago convocó a actores de empresas de ingeniería, consultoras, sector académico y sector productivo.

Al igual que el taller desarrollado en Temuco, el trabajo consistió en la discusión, sobre la base de formularios predeterminados. De acuerdo a las características de los sectores representados, se estableció un formulario general de análisis de

fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para cada modelo. (Análisis FODA)

Se trabajó además un formulario para la entrega de diferentes opciones de mejora a los modelos de negocios presentados, en la cadena de valor y en diversos aspectos que los participantes consideraran.

Los principales resultados ordenados de acuerdo a cada modelo se muestran en el Cuadro N° 8.2.

Cuadro N° 8.2.
Resultados en Consultas de Interés en Tema Biogás

Modelo	Ventajas	Debilidades
1 o 2 productores, dueños del sustrato, generan el biogás.	<ul style="list-style-type: none"> • El productor es el dueño y dispone de su sustrato. • Puede generar energía eléctrica y ser destinada a autoconsumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en el acceso a créditos bancarios. • No existe una industria desarrollada con proveedores conocidos.
Asociación de productores que son dueños del sustrato, generan el biogás.	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de alcanzar economías de escala con proyectos de mayor tamaño. • Menor riesgo y el cierre del ciclo de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de una logística compleja. • Necesidad de almacenar el sustrato. • Reticencia que podrían tener los productores para involucrarse en el proyecto.
Un tercero realiza el negocio (ESCO).	<ul style="list-style-type: none"> • Inversionista conoce el negocio de la venta de energía y mantiene al productor de residuo en el negocio propio. • Productor se libera de un problema de disposición de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de garantía que la empresa ESCO tiene sobre disponer del sustrato

Dentro de las otras posibles mejoras que los participantes del taller aportaron está la necesidad de una mayor difusión de la tecnología, en los diversos entes que participarían de un proyecto, facilitar trámites ambientales para proyectos “verdes” y contar con una regulación y normativa claras para este tipo de proyectos.

En el **Anexo N° 5** se presentan los resultados completos de ambos talleres realizados.

9. PROPOSICIÓN Y DESARROLLO DE MODELOS DE NEGOCIO.

La selección de modelos de negocio se orientó hacia aquéllos de mayor volumen y de aplicación potencial en las zonas productivas de los rubros estudiados, dadas las condiciones regulatorias y de mercado vigentes actualmente en Chile. Esta selección de modelos de negocios se realizó en base a las siguientes consideraciones:

- a) Tamaño equivalente de la producción potencial de energía
- b) Compatibilidad con Modelo Económico chileno actual, en particular respecto a considerar condiciones de mercado para el desarrollo de un negocio privado.
- c) Compatibilidad con características de sectores que producen sustratos
- d) Volumen mínimo de producción requerido para que un proyecto de biogás sea rentable económicamente para un privado.
- e) Productores agrícolas medianos pueden requerir menor cantidad de asociados, siendo el objetivo de esta asociación el disminuir estacionalidad en la producción así como lograr una mezcla de residuos que logre producciones más ricas en metano.

9.1. Selección de Tamaños Rentables de Plantas de Biogás.

De acuerdo a la experiencia del consultor, existen ciertas combinaciones de tamaño – tecnología y uso de la energía, que son más factibles. Con este fin se han evaluado económicamente plantas de diferentes tamaños a fin de determinar los puntos de inflexión en los cuales estos proyectos sean atractivos para un inversionista privado.

A continuación presentamos gráficamente la relación entre potencia (eléctrica) de una planta de biogás y la inversión requerida. La inversión contempla el uso de tecnología tradicional europea, es decir con digestor de hormigón, control de temperatura y agitación. Esta curva se ha obtenido de evaluaciones y proyectos de más de 60 instalaciones conocidas por el consultor, realizados principalmente en Alemania y ajustada a la realidad de Chile.

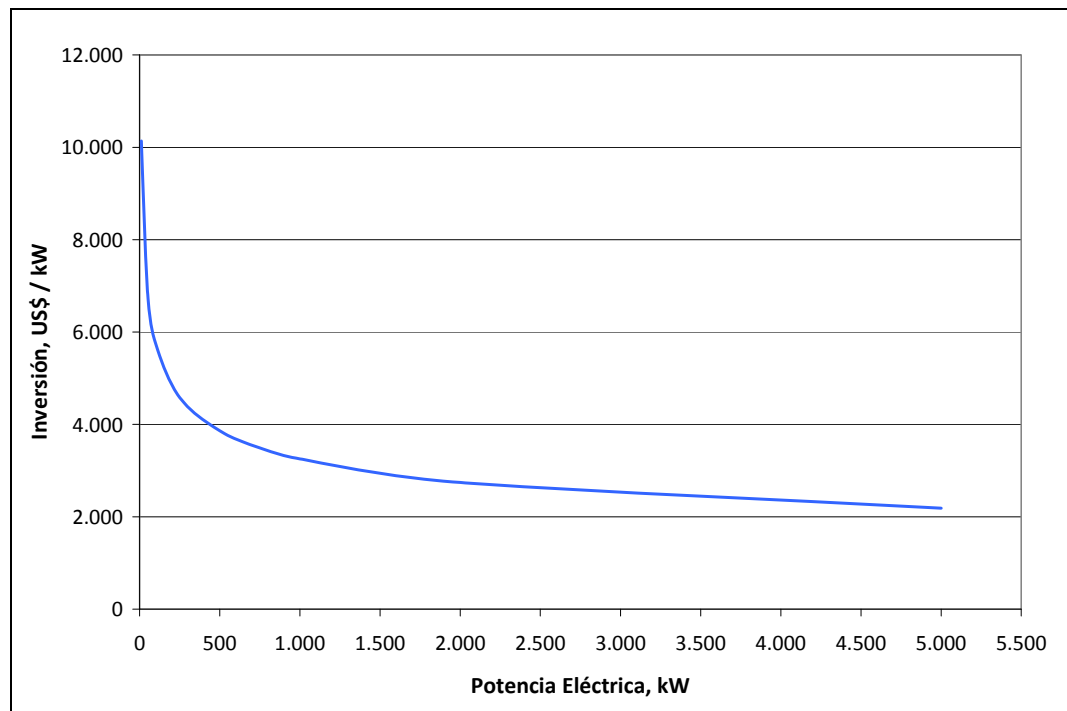


Figura N° 9.1

Inversión con Tecnología Tradicional para Plantas de Diferente Tamaño

Como se aprecia en el gráfico, en plantas de tamaño menor a 500 kW, la inversión por potencia instalada aumenta de manera importante al utilizar tecnología tradicional: estanques de hormigón, agitación y control de temperatura. Por esta razón, el primer punto de inflexión en la rentabilidad de este negocio lo consideraremos para esta magnitud (500kW).

Los montos de inversión para plantas menores a 500 kW hacen infactible utilizar dicha tecnología en el país, pero según la experiencia del consultor, para plantas de potencia eléctrica menor a 100 kW, es factible técnicamente introducir materiales y tecnologías de menor costo, tales como piscinas cubiertas o estanques de fibra de vidrio enterrados, sin agitación ni control de temperatura. Con dichos cambios se disminuye la eficiencia en la obtención de biogás, sin embargo, se produce un importante ahorro en la inversión.

La experiencia práctica indica que el tamaño óptimo de un reactor enterrado (Estanque-Laguna de HDPE) es de 500 m³ y el límite superior está entre los 800 a 1000 m³. Sobre los 100 kW de potencia eléctrica instalada (calculada a 8.000 horas/año) se sobrepasan las 4 unidades, con lo cual la superficie requerida empieza a ser una limitante (4 unidades son +/- media hectárea).

El que sean más unidades también significa mayor cantidad de piping y sobretodo mayor cantidad de bombas, con lo cual el proyecto se empieza a encarecer y los costos de inversión excederían a los indicados en el gráfico anterior.

Así también, para proyectos menores a nivel de productor agropecuario, según la experiencia del consultor el límite de inversión es cercano a los 100 millones de pesos.

Finalmente, el autoconsumo de un productor agropecuario no supera los 100 kW. Incluso para alcanzar esos niveles de potencia el productor debería tener maquinaria adicional, con la cual produzca otros productos de mayor valor agregado (producción de quesos, manjar, helados, cecinas, etc.)

La inversión requerida para instalaciones pequeñas se muestra en la Figura 9.2.

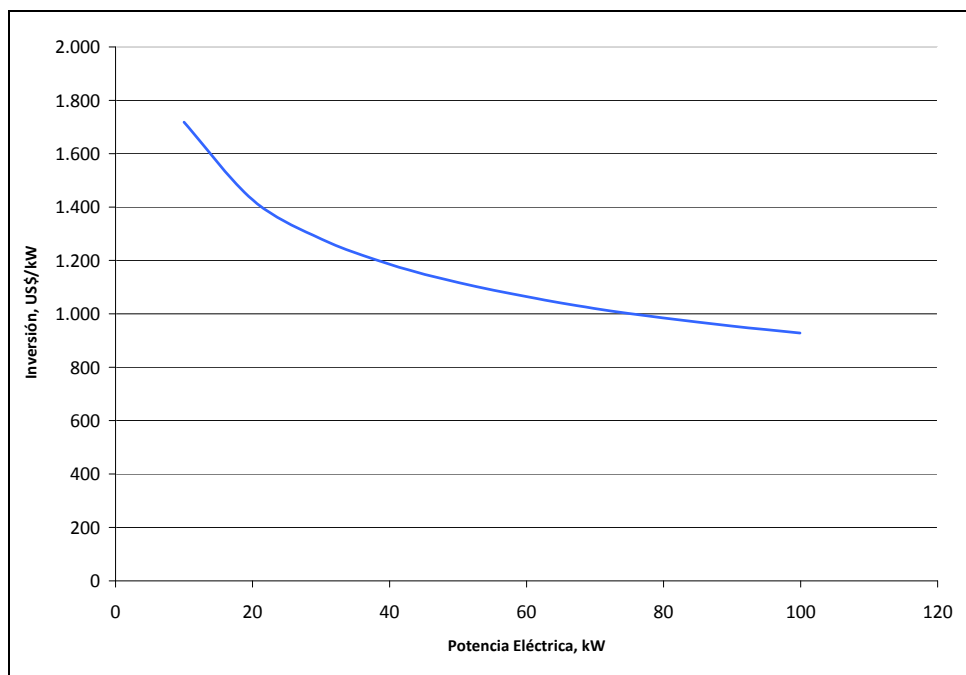


Figura 9.2
Inversión con Tecnología Tradicional para Plantas de Diferente Tamaño (Potencia menor a 100 kW)

Al introducir estos valores para las plantas de menor tamaño la curva de inversión resultante se muestra en la Figura 9.3.

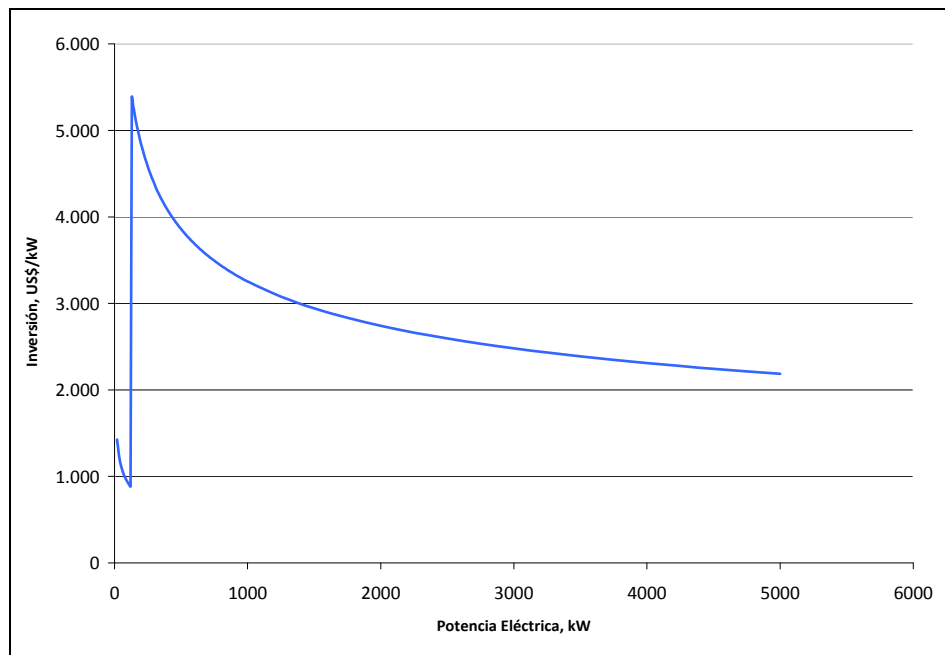


Figura 9.3
Inversión en US\$/kW para Plantas de Diferente Tamaño

La curva presentada en la Figura 9.3 es la menor inversión unitaria (US\$/kW) para plantas de biogás de diferentes tamaños. Sobre los 100 kW la curva de la Figura 9.3 tiene el mismo recorrido que la curva de la Figura 9.1 ya que sobre este tamaño no es posible optar por soluciones tecnológicas que hagan más barata la inversión.

Algunos criadores de ganado bovino y porcino, cuentan con instalaciones de tratamiento de RILES o pozos purineros que podrían reducir en parte las inversiones (no más de un 20%).

Las inversiones requeridas para los tres rangos de **tamaño de planta** con las tecnologías de mayor uso y disponibilidad en el mercado, son los siguientes:

Tamaño	Pequeño Productor*	Mediano Productor	Gran Productor
Potencia Eléctrica	Entre 10 y 100 kW	Mayor a 100 kW y menor a 500 kW	Mayor a 500 kW
Inversión Mín. Potencia	US\$ 17.180	US\$ 574.000	US\$ 1.930.000
Inversión Máx. Potencia	US\$ 92.800	US\$ 1.930.000	

* Pequeño productor de energía. Corresponde a un agricultor mediano.

A partir de las inversiones anteriores y una evaluación económica gruesa, se determinó que los proyectos sobre 500 kW serían rentables para ser emprendidos directamente por el productor del residuo con tecnología

tradicional. Asimismo, serían factibles proyectos pequeños entre 10 y 100 kW con tecnología barata.

Las evaluaciones económicas de los proyectos para generar en el rango entre 100 y 500 kW, resultan poco atractivas e incluso negativas, dada la magnitud de las inversiones requeridas, por lo que estimamos que en este caso se requiere la asociación entre productores para lograr un tamaño mínimo de 500 kW.

9.2. Definición de Modelos de Negocio.

A partir de la información presentada en el punto anterior, la recopilada internacionalmente, entrevistas a expertos, los talleres de discusión realizados, literatura y publicaciones consultadas y a la experiencia del consultor se han determinado los siguientes cuatro modelos de negocio que resultarían factibles de aplicar a la realidad chilena, y que se presentan a continuación.

d) **Modelo Autoprodutor:**

Este Modelo es aplicable a **pequeños productores individuales** de energía, basado en tecnología de menor inversión, en los que las inversiones requeridas permitan que los proyectos sean rentables. Considera que el producto final no es comercializado sino utilizado en autoconsumo, por lo cual los ingresos corresponden a los ahorros en uso de energía (térmica y/o eléctrica).

e) **Modelo Asociativo:**

Este Modelo considera la **asociación de pequeños a medianos productores**, para alcanzar los niveles de producción que permitan economías de escala, es decir de tamaños superiores a los 500kW, considera la venta de energía a terceros.

Este modelo de negocio asociativo permite lograr economías de escala que hagan al proyecto más atractivo para productores que puedan alcanzar tamaños en el rango entre 100 y 500 kW, rango en que la experiencia indica que los proyectos resultan poco atractivos económicamente debido al peso de las inversiones requeridas en contraste con el nivel de ahorros e ingresos posibles.

De acuerdo a la opinión del consultor, como la de las mismas Asociaciones Gremiales o Cooperativas, el papel de éstas podría ser aglutinar a grupos de asociados y darles asesoría técnica, pero no

participar directamente en los proyectos, dado que cuentan con muchos afiliados, de los cuales sólo algunos podrían participar.

Este apoyo puede ser especialmente relevante en el caso de las cooperativas eléctricas, que conocen el negocio y pueden estar interesadas en contar con un abastecimiento alternativo. El apoyo de las asociaciones y cooperativas también podría extenderse a los productores pequeños y grandes.

f) **Modelo Individual:**

Modelo se ajusta a **grandes productores**, que por sí solos alcanzan tamaños de planta superiores a los 500kW.

- d) **Modelo ESCO:** Tanto para el **caso asociativo** como para el de grandes productores, existe además la posibilidad de involucrar a un ente independiente tipo **ESCO** que sea quién articule este negocio, gestionando su realización y posterior operación. Una ESCO puede tomar todas las etapas de realización del proyecto, desde el financiamiento, pasando por la instalación y posterior operación de la planta.

Para cada uno de los tres primeros modelos definidos se ha realizado una evaluación económica preliminar, definiendo de forma gruesa el monto de inversiones, costos de operación e ingresos. La evaluación no varía con la intervención de una ESCO.

Los archivos en Excel que contienen estas evaluaciones son parte de la entrega digital del presente informe.

9.3. **Modelo Nº 1: Autoproductor.**

Corresponde a medianos productores agropecuarios que tengan sustratos suficiente para producir desde 38 mil m³ hasta 380 mil m³ de biogás al año, (con 60% de metano) suficiente para generar entre 80 y 800 MWh/año eléctricos.

En la evaluación económica se considera que el productor es dueño del sustrato y quien realiza la inversión. No se considera ingresos por el uso del digestato como biofertilizante ni se obtiene ahorro por no compra de fertilizante tradicional, ya que se considera que el sustrato y el digestato pueden tener usos iguales como mejorador de suelos (Caso bovinos y aves). No se considera ahorro por el manejo de los residuos, ni utilización del calor.

Dado que la producción de electricidad es pequeña, se supone que la energía se utiliza como autoconsumo en ordeña, producción de frío, iluminación o actividades agroindustriales pequeñas (queserías u otras).

9.3.1. Inversión.

Dada la pequeña escala del proyecto es posible hacer importantes ahorros en materiales, ingeniería y costos de operación. El costo por potencia instalada para este proyecto fluctúa entre 928 y 1.718 US\$/kW, teniendo el grupo motor - generador el mayor peso en la inversión. (Entre 65% a 55%)

9.3.2. Ingresos y Costos.

Este modelo considera ingresos por ahorro de energía no comprada a la red. La energía eléctrica que se produciría sería destinada al autoconsumo, en horas punta aprovechando el mayor valor de la electricidad reemplazada o bien durante periodos en que se haga mayor uso de ella (ejemplo ordeña de vacas).

Para cuantificar el ahorro al autoabastecerse de energía eléctrica, solamente se considera la energía que deja de comprarse sin considerar la potencia no requerida. Ya que es esperable que el agricultor requiera potencia en algún periodo del año o en horas de punta, por lo que no se percibe ahorro en este concepto.

Se considera que el precio de la energía eléctrica que pagaría el productor al distribuidor es el precio de la tarifa AT 4.3. Para efectos de la evaluación se ha tomado como referencia precios cobrados en Osorno, publicados por SAESA.

En caso de usar parte del calor, podría ser destinado a consumos domésticos, como calefacción, lo que mejoraría la rentabilidad del proyecto.

Los costos están asociados a la operación y mantenimiento de la planta de biogás (6% anual de la inversión total).

9.3.3. Evaluación.

El cuadro siguiente presenta la evaluación económica del modelo. Sólo se consideran ingresos por reemplazo de energía eléctrica desde la red. No se considera algún ingreso por el manejo de los residuos ni por venta de digestato como fertilizante.

Cuadro N° 9.1.
Evaluación Económica Modelo N° 1; 110 kW Eléctricos y 3.650 hrs de Operación al Año

Modelo N° 1: Autoprodutor			Descripción
Potencia Eléctrica	kW	110	dato inicial
Horas de Funcionamiento generador anuales	h	3.650	equivale a un uso por 10 horas equivalentes por día
Energía Eléctrica Anual Generada	MWh/año	402	= Potencia Eléctrica x horas Funcionamiento
Energía Térmica Anual Generada	MWh/año	669	= Energía Eléctrica / (1 - Eficiencia eléctrica)
Producción de Biogás	miles m3/año	189	= (E E + E T) / PCI biogás
Consumo Eléctrico propio en planta biogás	%	10	valor estimado
Ahorro de energía anual	MWh	361	= E Eléctrica Generada x (1 - %Consumo Eléc Propio)
Ingresos			
Ahorro Energía Eléctrica (361 MWh)	US\$/año	48.483	
Ahorro de Gas Licuado	US\$/año	-	no corresponde
Manejo de Residuos	US\$/año	-	no corresponde
Fertilizante	US\$/año	-	no corresponde
Costos			
Operación y Mantenición	US\$/año	7.342	= 6% anual de la inversión total
Flujo neto antes de impuesto y depreciación	US\$/año	41.141	= Ingresos - costos
Inversión			
Estudios Preliminares e Ingeniería (10%)	US\$	12.236	
Digestor (32%)	US\$	38.726	
Motor - Generador (58%)	US\$	71.398	
Inversión Total	US\$	122.360	dato de gráfico
VAN (10 años; 12%)		82.333	
TIR		26,9%	

Nota1: Se ha evaluado usando un precio de la energía de 134,3 US\$/MWh

Nota2: Eficiencia Eléctrica de Motor Generador de 40% y 60% de Metano en Biogás.

Fuente: Elaboración Propia.

Se observa que la tasa interna de retorno para un proyecto de esta magnitud es de un 26,9%, cifra bastante atractiva en términos generales para un inversionista privado.

Si el productor pecuario cuenta con estanque purinero factible de usar como biodigestor, la inversión requerida podría ser menor. Esto ya que solamente se necesitaría adecuar el estanque purinero a su nueva función (por ejemplo cubrirlo con una membrana de PVC ó HDPE para formar el gasómetro).

Para proyectos del tamaño referido (entre 10 y 100 kW) la inversión en el biodigestor representa entre el 10% y el 15% de la inversión total. Si se ahorra gran parte de ésta la evaluación económica presentada mejora su TIR entre un 3,5% a un 5,5%.

9.4. Modelo Nº 2: Asociativo.

Este Modelo de tipo asociativo se justifica para llegar a tamaños de planta donde sea posible lograr economías de escala reduciendo costos de inversión, dado que por su tamaño no es aplicable la tecnología de menor costo. Abarcaría a productores medianos que cuentan con sustrato suficiente para producir hasta $1.600 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{año}$ de biogás con 60% metano.

Para un mejor control de los residuos finales, dentro de los acuerdos se debería incorporar que los asociados se hagan cargo del retiro del material digestato por una cantidad proporcional a la que cada uno entregó como sustrato. Este digestato sirve para mejorar suelos, disminuyendo los olores molestos propios del sustrato, especialmente en el caso de las excretas de animales.

Por lo indicado, se podría aplicar una solución del tipo en que el acuerdo es que la empresa que se responsabiliza de la producción de energía es la responsable del retiro de los residuos y, por su parte, el agricultor firma un contrato de retiro y disposición del digestato.

Este modelo podría apoyarse en estructuras que actualmente existen, como son asociaciones gremiales o cooperativas, las que podrían jugar un rol articulador entre los participantes del negocio, y prestarles asesoría

9.4.1. Logística.

De acuerdo a la experiencia internacional, la recolección de los sustratos pertenecientes a diferentes propietarios requeriría de una logística más compleja. Aspectos importantes a considerar son:

- Un lugar de acopio para el sustrato en terreno del proveedor y/o terreno propio del productor dueño del digestor.
- Distancia máxima económica de transporte del sustrato (de acuerdo a la experiencia internacional el radio máximo es del orden 30 km). por lo que sería posible asociar solamente a productores que estén geográficamente cerca.
- Características de cada tipo de sustrato y tiempos de entrega a fin de suministrar una “dieta” adecuada a las bacterias del digestor, minimizando almacenamiento de sustratos.

- En la experiencia internacional (Alemania y Canadá) para poder hacer la recepción de sustratos externos a la granja es exigido contar con un proceso previo de pasteurización para reducir la presencia de organismos patógenos.

La figura siguiente esquematiza la logística requerida para la recepción de sustratos de origen externo.

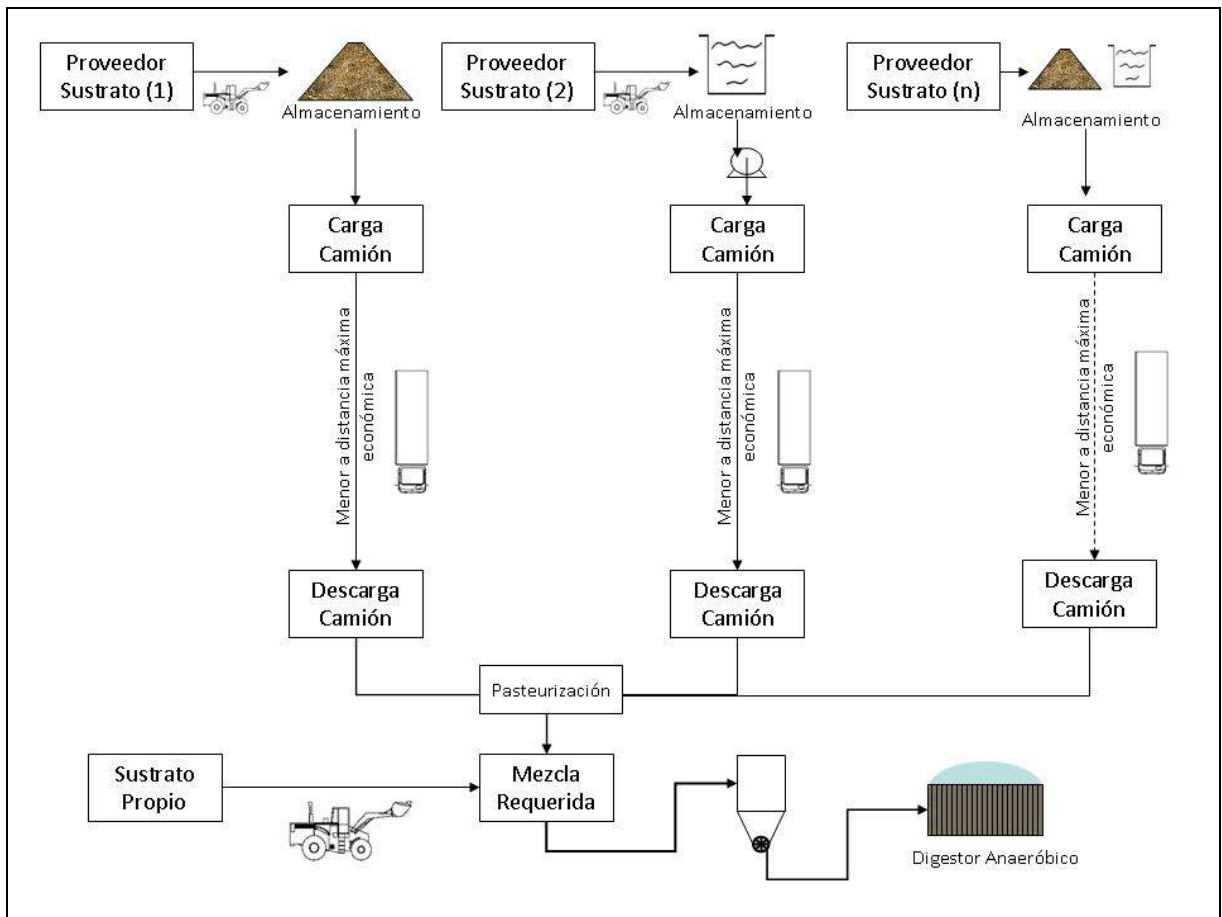


Figura N° 9.4.

Esquema de Logística de Recepción de Sustratos Externos

Fuente: Elaboración propia a base de estudio de casos internacionales.

9.4.2. Inversión.

La inversión sería realizada por los asociados. De alcanzar la economía de escala planteada (tamaño de planta mayor a 500 kW) la inversión por potencia instalada sería del orden de 3.860 US\$/kW.

9.4.3. Ingresos y Costos.

El objetivo principal de esta planta es vender energía eléctrica a la red de distribución, percibiendo ingresos por energía y potencia. Se considera que la energía se venderá al costo marginal instantáneo de la subestación primaria correspondiente (Artículo 40 Decreto 244/05). Para efectos de esta evaluación se ha usado el costo marginal promedio de noviembre de 2010 de la S/E Barro Blanco (220 kV) cercana a la ciudad de Osorno, la potencia se vende al precio nudo de la S/E Barro Blanco

La ubicación ideal de esta planta es contigua a una agroindustria, teniendo la posibilidad de vender calor. En este caso el precio de venta del calor debe ser competitivo con los costos de los combustibles tradicionales. Se ha evaluado con un precio de 7 US\$/MBtu (millón de Btu). De forma conservadora se estima que es posible vender el 50% del total de energía térmica disponible (refrigeración de motor y gases de escape).

Los costos están dados por la operación y mantenimiento de la planta de biogás (5% de la inversión total) y la logística de transporte de sustratos hasta la planta.

9.4.4. Evaluación.

El cuadro siguiente presenta la evaluación económica del modelo. No se considera algún ingreso por el manejo de los residuos ni por venta de digestato como fertilizante. Se utiliza una tasa de descuento de 12% y un horizonte de evaluación del proyecto de 10 años.

Cuadro N° 9.2.
Evaluación Económica Modelo N° 2; 500 kW Eléctricos y 8.000 hrs de Operación al Año

Modelo N° 2: Asociativo			Descripción
Potencia Eléctrica	kW	500	dato inicial
Producción de Biogás	miles m3/año	1.770	= (E E + E T) / PCI biogás
Horas de Funcionamiento anuales	h	8.000	uso máximo estimado al año, restando mantenencias y tiempos muertos
Autoconsumo Energía Eléctrica	%	5	valor estimado
Energía Eléctrica a Sistema (anual)	MWh	3.800	= Potencia Eléctrica x horas Funcionamiento x (1 - %Consumo Eléc Propio)
Calor Vendido (anual)	MBtu	7.509	= Energía Eléctrica / (1 - Eficiencia eléctrica)*50%
Ingresos			
Venta Energía Eléctrica (3800 MWh)	US\$/año	563.160	
Venta Potencia Eléctrica (175 MWh)	US\$/año	16.651	Potencia Firme 35% de Potencia nominal
Venta de Calor	US\$/año	52.560	
Manejo de Residuos		-	no corresponde
Fertilizante		-	no corresponde
Total Ingresos	US\$/año	632.371	
Costos			
Operación y Mantenición	US\$/año	96.499	= 5% anual de la inversión total
Logística de Transporte	US\$/año	100.000	valor estimado
Flujo neto antes de impuesto y depreciación	US\$/año	535.872	= Ingresos - costos
Inversión			
Estudios Preliminares e Ingeniería (10%)	US\$	192.998	
Digestor, OOC y Piping (47%)	US\$	907.089	
Motor Generador (25%)	US\$	482.494	
Equipos Eléctricos y redes (18%)	US\$	347.396	
Inversión Total	US\$	1.929.977	dato de gráfico
VAN (10 años,12%)		299.508	
TIR		16%	

Nota 1: Se ha evaluado usando como referencia el costo marginal de energía de la subestación troncal Barro Blanco de 148,2 US\$/MWh a nov-2010, publicado por CDEC - SIC . El precio de potencia corresponde al precio nudo de potencia de la S/E Barro Blanco, publicado por CNE en Informe Técnico Preliminar de Oct-2010.

Nota 2: La potencia firme reconocida se ha estimado en 35% de la potencia nominal de la planta.

Nota 3: Eficiencia Eléctrica de Motor Generador de 40% y 60% de Metano en Biogás.

Fuente: Elaboración Propia.

En este caso la tasa interna de retorno a nivel teórico es bastante menor al caso de una planta de menor tamaño (16%), aunque estimada como aceptable en el mercado privado de inversiones, por lo que consideramos relevante el buscar fuentes de ingresos o beneficios que pudieran generar un proyecto de esta magnitud, en el cual se supone una inversión importante (1,9 millones de dólares).

9.5. Modelo Nº 3: Individual.

Este modelo se aplica a productores agropecuarios o agroindustrias, que generan grandes cantidades de desechos orgánicos, que requieren plantas de tratamiento para cumplir la normativa ambiental.

El sustrato disponible permite la generación de electricidad con una potencia mayor a 500 kW operando de manera continua 8.000 horas al año. (1,6 millones de m³ de biogás al año).

No se consideran ingresos por venta del digestato como fertilizante.

9.5.1. Inversión.

La inversión es realizada por la agroindustria que es dueña de los sustratos. Para proyectos de este tamaño la inversión es del orden de 3.250 US\$/kW de potencia instalada.

9.5.2. Ingresos y Costos.

Si se tiene como objetivo la generación eléctrica, la electricidad generada se vende a la red, percibiendo ingresos por energía y potencia. También es posible el uso directo del biogás, abasteciendo a procesos de la agroindustria.

Se realiza la evaluación considerando la venta de energía y potencia a la red y el uso de un 50% del calor residual disponible (escape y refrigeración del motor) en procesos de la misma agroindustria.

Se considera que el precio de venta de energía eléctrica es el costo marginal en la subestación troncal Barro Blanco, cercana a Osorno. La potencia se vende a precio nudo de la misma subestación. En el caso de la energía térmica se considera 7 US\$ /MBtu (Millón de Btu) como precio de venta.

Los costos están dados por la operación y mantenimiento de la planta de biogás (5% de la inversión total).

9.5.3. Evaluación.

No se considera algún ingreso por el manejo de los residuos ni por venta de digestato como fertilizante. Se utiliza una tasa de descuento de 12% y un horizonte de evaluación del proyecto de 10 años.

Cuadro N° 9.3.
Evaluación Económica Modelo N° 3; 1.000 kW Eléctricos y 8.000 hrs de Operación al Año

Modelo N° 3: Individual			Descripción
Potencia Eléctrica	kW	1.000	dato inicial
Producción de Biogás	m3/día	3.540	= (E E + E T) / PCI biogás
Horas de Funcionamiento anuales	h	8.000	uso máximo estimado al año, restando mantenencias y tiempos muertos
Autoconsumo Energía Eléctrica	%	5	valor estimado
Energía Vendida anual	MWh	7.600	= Potencia Eléctrica x horas Funcionamiento x (1 - %Consumo Eléc Propio)
Venta de Calor anual	MBtu	15.017	= Energía Eléctrica / (1 - Eficiencia eléctrica) x 50%
Ingresos			
Venta Energía Electrica (7600 MWh)	US\$/año	1.126.320	
Venta Potencia Electrica (350 MWh)	US\$/año	33.303	Potencia Firme 35% de Potencia nominal
Venta de Calor	US\$/año	105.119	
Manejo de Residuos		-	no corresponde
Fertilizante		-	no corresponde
Total Ingresos	US\$/año	1.264.742	
Costos			
Operación y Mantención	US\$/año	162.651	= 5% anual de la inversión total
Flujo neto antes de impuesto y depreciación	US\$/año	1.102.091	= Ingresos - costos
Inversión			
Estudios Preliminares e Ingeniería	US\$	325.303	
Digestor	US\$	1.626.515	
Motor Generador	US\$	650.606	
Equipos Eléctricos y redes	US\$	650.606	
Inversión Total	US\$	3.253.030	dato de gráfico
VAN (10 años; 12%)		2.227.894	
TIR		27,1%	

Nota 1: Se ha evaluado usando como referencia el costo marginal de energía de la subestación troncal Barro Blanco de 148,2 US\$/MWh a nov-2010, publicado por CDEC - SIC . El precio de potencia corresponde al precio nudo de potencia de la S/E Barro Blanco, publicado por CNE en Informe Técnico Preliminar de Oct-2010.

Nota 2: La potencia firme reconocida se ha estimado en 35% de la potencia nominal de la planta.

Nota 3: Eficiencia Eléctrica de Motor Generador de 40% y 60% de Metano en Biogás.

Fuente: Elaboración Propia.

En este caso, los resultados son bastante más positivos debido al supuesto de mayores ingresos dada la mayor escala alcanzada (TIR= 27,1%), para una inversión inicial de 3,25 millones de dólares.

9.6. Modelo N° 4: ESCO.

El modelo ESCO puede adoptar dos modalidades:

- Asociación ESCO con uno o más productores de sustrato.
- ESCO compra sustrato.

En el primer caso se crea una tercera empresa que realiza la inversión y opera. LA ESCO organiza el negocio aporta parte del capital, aporta el conocimiento técnico y opera la planta. Los agricultores aportan capital, el sustrato y reciben el digestato. Se deben establecer contratos entre las partes que definan derechos y obligaciones entre ellos.

En el segundo caso, la ESCO arma el negocio, aporta capital, obtiene financiamiento adicional, construye, opera, vende y gestiona. Establece contratos de largo plazo con los proveedores de sustrato. Estos contratos pueden ser con un grupo de agricultores o con una agroindustria. La gran dificultad de esta modalidad es asegurar el abastecimiento de sustrato en el largo plazo.

9.7. Resumen de Resultados por Modelo de Negocio Evaluado.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los principales resultados obtenidos en las simulaciones de casos planteadas.

Cuadro N° 9.4
Resultados por Modelo de Negocio

Modelo	Inversión (Miles de US\$)	VAN (Miles de US\$)	TIR
1. Autoproductor (110kW,3650hrs/año)	122	82	26,9%
2. Asociativo (500kW,8000hrs/año)	1.930	300	16%
3. Individual (1.000kW,8000hrs/año)	3.253	2.228	27,1

Comparativamente, los negocios que se aprecian con mejor potencialidad en relación a la inversión son los Modelos 1 y 3. Si embargo existe un potencial en el Modelo 2, el asociativo, que si se logran grandes volúmenes se pueden llegar a cifras similares a las de un gran productor (Modelo Individual), con el sólo efecto de aumentar el tamaño de la planta.

La rentabilidad del modelo ESCO es similar a la de los modelos 2 y 3, según su tamaño.

9.8. Distribución Geográfica y Nivel de Organización

La crianza de cerdos se encuentra altamente concentrada. El 88% de las existencias informadas en el Censo Silvo-Agropecuario del año 2007, están concentradas en 95 planteles productores que representan sólo el 0,1% de los informantes del Censo. Más del 70% se cría en las Regiones VI y Metropolitana. (Ver mapas punto 3.1.1)

Las empresas productoras de mayor tamaño están vinculadas a la Asociación Gremial ASPROCER (Asociación de Productores de Cerdo). Esta Asociación declara como una de sus actividades principales el estudio, investigación, divulgación e información de los métodos, sistemas, técnicas y demás antecedentes orientados al perfeccionamiento de la actividad.

El caso de las aves es similar a la producción porcina, existiendo incluso una mayor concentración, donde unos pocos criaderos reúnen prácticamente el 100% de la producción comercial del país. La mayor cantidad de criaderos pertenecen a las Regiones V, VI y Metropolitana. La producción está concentrada principalmente en dos empresas: Super Pollo y Ariztía, que poseen numerosos planteles cada una.

Los productores avícolas de aves de carne (o broiler) están asociados en APA (Asociación de Productores Avícolas) que persigue fines similares a la asociación ASPROCER. En tanto gran parte de los productores de huevos están agrupados en ASOHUEVO.

En el caso de la producción de bovinos, existe una mayor variabilidad en cuanto al tamaño de productores (Número de cabezas por productor). De acuerdo a cifras del Censo Silvo-Agropecuario de 2007, el número de informantes pequeños que tienen menos de 50 cabezas de bovinos (94% del total de informantes) poseía cerca de un tercio del total de existencias de animales. En tanto que los productores calificados como mayores, que poseen más de 500 cabezas (0,6% del total de informantes) poseían el 28% de las existencias a nivel país. Por tanto existe gran cantidad de productores medianos, entre 50 y 500 cabezas que son dueños del 40% de los animales a nivel país.

La ubicación geográfica de los productores es dispersa, concentrándose principalmente entre las Regiones VIII y X. (Ver mapas punto 3.1.2)

Este sector se encuentra asociado en diferentes agrupaciones, como son federaciones, asociaciones y cooperativas. Un mismo productor puede estar afiliado a más de una agrupación. Como se presenta en el Punto 6.4 estas agrupaciones cumplen diversos roles para los asociados.

Los productores piscícolas están distribuidos entre las Regiones IX a la XI. Una parte importante de los productores de salmón y trucha del país se encuentran asociados en SalmonChile A.G. (76 empresas que realizan el 90% de las exportaciones)

El Sector maderero considerado (aserraderos), se encuentra disperso existiendo diferentes productores distribuidos en las regiones, principalmente entre la VIII y XIV Región. No existen asociaciones importantes en este sector productivo.

9.9. Aplicación de Proyectos Tipo a Modelos de Negocio.

El cuadro siguiente presenta la aplicabilidad de los modelos de negocio propuestos para cada proyecto tipo identificado en el punto 7.4.

Cuadro N° 9.5
Aplicación de Modelos de Negocio a Proyectos Tipo

Origen Principal de Sustrato	Modelo de Negocio			
	Modelo AutoProductor	Modelo Asociativo	Modelo Individual	Modelo ESCO
Purines de Cerdos	✓	✓	✓	✓
Purines de Bovino	✓	✓	✓	✓
Guano de Aves	✓	✓	✓	✓
Lodos de Piscicultura		✓		✓
Residuos Agrícolas	✓	✓	✓	✓
Residuos Silvícolas		✓	✓	✓
Cultivos Energéticos				✓
Agroindustria*			✓	✓

(*) Incluye residuos como suero de leche, residuos de procesamiento de vegetales, frutas, hortalizas y semillas y residuos de faenadoras de animales.

Los proyectos de más rápida implementación son los que se acomodan bajo el Modelo Individual, ya que cuentan con la propiedad sobre el sustrato y tienen mayor acceso a capacidad técnica para realizar este tipo de iniciativas.

Los proyectos Individuales más factibles serían los que tratarían residuos agroindustriales y de grandes instalaciones pecuarias (cerdos, aves, lecherías) que tienen como incentivo adicional la solución de problemas ambientales provocados por los residuos.

El modelo ESCO podría ser implementado en el corto plazo, la barrera está en el escaso desarrollo de este negocio en Chile.

Los proyectos pequeños, bajo el Modelo Autoprodutor, podrían tener una implementación en el corto plazo si estos productores tienen acceso a la asesoría técnica y financiera necesaria para poner en marcha la instalación y asegurar una operación viable en el tiempo. En este caso la mayor barrera es de tipo cultural.

La implementación de proyectos bajo el modelo de negocio asociativo, se estima posible a mediano plazo, ya que requieren de la voluntad y trabajo conjunto de un mayor número de involucrados.

Los Proyectos que consideren cultivos energéticos también tendrían un mayor plazo de implementación por la dificultad de rentabilizar estos proyectos, al tener un costo de producción del sustrato.

En el caso de proyectos que usen residuos silvícolas el plazo de implementación es aún mayor ya que es requerido que la tecnología tenga una mayor madurez a nivel mundial, para rentabilizar los proyectos considerando que en la actualidad en Chile la biomasa tiene un fuerte uso como combustible.

9.10. Estimación de Cantidad de Proyectos Posibles.

La estimación de Proyectos Posibles se ha realizado a base de la utilización del potencial proveniente de los siguientes sustratos:

- Residuos de Cultivos Agrícolas
- Guano de Aves
- Purines de Bovinos
- Purines de Cerdo
- Agroindustria (Conservadora de Frutas y Verduras y Productos Lácteos)

La cantidad de proyectos potenciales ha sido estimada de forma gruesa usando la siguiente metodología: (El detalle de la estimación está en el Anexo N° 8)

Se contabiliza como proyectos de Autoprodutores la cantidad de propietarios cuyo potencial eléctrico es mayor a 80 MWh/año y menor a 800 MWh/año. (Ver Capítulo 3). Asimismo se considera como Proyectos Individuales a aquellos productos agropecuarios cuyos desechos permitieron generar sobre 4.000 MWh/año, equivalentes a una potencia de 500 kW.

Si el potencial eléctrico promedio por propietario es mayor a 800 MWh/año y menor a 4.000 MWh/año, los proyectos potenciales debieran asociarse con el fin de lograr rentabilidades interesantes. Para estimar la cantidad de Proyectos Asociativos potenciales, se considera la ubicación geográfica de los productores, ubicando núcleos donde exista potencial suficiente para generar proyectos de una potencia mayor o igual a 500 kW (4.000 MWh/año), en un radio menor a 30 km. Para esto se ha utilizado la información estadística y los mapas presentados en los apartados anteriores.

El potencial de biogás a partir de los residuos de cultivos agrícolas ha sido agregado a la energía potencial proveniente de los purines. Esto se ha realizado considerando un aumento porcentual del potencial de purines para lograr una energía equivalente al total para cada región de purines y cultivos agrícolas. En el caso de guano de aves no se considera un agregado por desechos de cultivos.

La razón para considerarlos en conjunto purines y desechos de cultivos es que la mezcla de purines y desechos vegetales presenta sinergias para la producción de biogás. No se han considerado de forma individual los cultivos dado que su disponibilidad es estacional.

- **Proyectos basados en purines de guano de aves:**

En este caso se calcula por comuna el tamaño medio de los productores clasificándolos en los 3 modelos considerados.

- **Proyectos basados en purines de bovinos y cerdos:**

No es posible cuantificar de manera precisa en base a los promedios mostrados en el apartado anterior ya que existe una mayor dispersión de datos relativos a propietarios y cantidad de animales.

Por tanto se ha realizado un nuevo análisis a nivel regional, discriminando de acuerdo al potencial de generación de energía de cada propietario, llevado a potencia instalada sobre la base de 8.000 horas de operación anuales.

Para estimar la cantidad de posibles de proyectos asociativos, se considera la ubicación geográfica de los productores medianos, seleccionando núcleos donde exista potencial suficiente para generar proyectos mayores o iguales a 4.000 MWh/año, en un radio menor a 30 km. Para esto se ha utilizado la información estadística y los mapas presentados en el punto 3.2.

- **Proyectos basados en residuos del sector acuícola:**

En este caso el potencial energético es bastante bajo por lo que sólo sería factible un proyecto Asociativo en la X región. Si bien las pisciculturas están dispersas, se estima que el proyecto sería rentable dado que actualmente deben pagar por el retiro y disposición de los lodos.

- **Proyectos agroindustriales (Sólo Proyectos Asociativos):**

Para la estimación de estos proyectos se ha consultado la base de datos de la Encuesta Nacional Industrial Anual, del año 2007 (ENIA). Contabilizando la cantidad de empresas del rubro conservero de frutas y verduras (CIIU 1513) y del rubro de elaboración de productos lácteos (CIIU 1520). Con esto es posible obtener un potencial promedio por empresa para luego agruparlas logrando potencias mínimas de 500 kW. Se ha supuesto en todos los casos que las empresas están localizadas en zonas con acceso a rutas importantes, por tanto es posible su conexión geográfica para lograr la asociación.

- **Proyectos a base de otro tipo de sustratos:**

En el análisis no se han considerado los desechos del sector forestal, dado que no se encontró aplicaciones comerciales a nivel mundial, lo que no permitió una cuantificación de inversión necesaria para la instalación de proyectos a base de procesos termoquímicos, por tanto no es posible realizar un corte para determinar la cantidad de proyectos posibles, considerando además el uso alternativo del sustrato.

Tampoco se consideró a proyectos de cultivos energéticos dado que no existe historia en el país de este tema, existen sólo algunos a nivel experimental.

En los cuadros siguientes se presenta la cantidad de proyectos potenciales por tamaño, región y tipo de sustrato.

Cuadro N° 9.6
Número de Proyectos de Autoprodutores Factibles por Región y Rubro
80 – 800 MWh/año (10 – 100 kW)

Rubro	Número y Potencia Promedio de Proyectos Estimados															
	V		RM		VI		VII		VIII		IX		XIV		X	
	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW
Cerdos + Residuos Cultivos	2	50	14	48	8	46	5	53	5	48	1	48	0	0	3	13
Bovinos + Residuos Cultivos	85	28	143	30	148	35	407	27	484	27	658	28	618	32	1.254	27
Aves	20	53	32	71	3	86	41	51	29	42	11	18	0	0	0	0
Total	107	33	189	38	159	36	453	29	518	28	670	28	618	32	1.257	27

Fuente: Elaboración propia a base de Análisis en Anexo 8

Cuadro N° 9.7
Número de Proyectos Individuales Factibles por Región y Rubro
Mayores de 4.000 MWh/año (Mayor 500 kW)

Rubro	Número y Potencia Promedio de Proyectos Estimados															
	V		RM		VI		VII		VIII		IX		XIV		X	
	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW
Cerdos + Residuos Cultivos	2	2.102	5	3.205	15	1.723	1	727	1	1.079	1	539	0	0	0	0
Bovinos + Residuos Cultivos	0	0	0	0	0	0	1	769	2	881	0	0	2	572	1	1.456
Aves	12	2.199	46	1.007	24	2.501	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	14	2.185	51	1.222	39	2.202	2	748	3	947	1	539	2	572	1	1.456

Fuente: Elaboración propia a base de Análisis en Anexo 8

Cuadro N° 9.8
Número de Proyectos Asociativos Factibles por Región y Rubro
Mayores de 4.000 MWh/año (Mayor 500 kW)

Rubro	Número y Potencia Promedio de Proyectos Estimados Asociativos															
	V		RM		VI		VII		VIII		IX		XIV		X	
	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW	N°	kW
Cerdos + Residuos Cultivos			3	747	1	852	1	700	1	735	0					
Bovinos + Residuos Cultivos	1	648					2	537	4	591	5	666	8	527	6	550
Aves	3	0	16	737	3	745			6	579						
Agroindustria	3	1.218	10	554	4	1.005	6	852	3	1.011	1	420				
Total	7	615	29	675	8	888	9	765	14	687	6	625	8	527	6	550

Nota: En el caso de la Agroindustria de la IX región se considera un proyecto de potencia menor a 500 kW. Se considera factible el desarrollo de 1 proyecto asociativo a base de residuos de piscicultura en la X región con una potencia del orden de 450 kW. Por lo que el total de proyectos asociativos sería de 88 Proyectos.

Fuente: Elaboración propia a base de Análisis en Anexo 8

9.11. Localización de Proyectos de Guanos y Purines.

El número de proyectos asociativos con desechos de producción de Aves y la cantidad de participantes que tendría cada uno se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 9.8
Localización de Posibles Proyectos Asociativos con Guano de Aves

Región	Comuna	N° Proyectos	Participantes por Proyecto
V Región	Puchuncaví	3	3
VI Región	Pichidegua	3	3
VIII Región	Los Ángeles	3	4
	Tomé	3	2
RM	Pirque	5	3
	Talagante	6	3
	Padre Hurtado	5	2

Fuente: Elaboración propia a base de Análisis en Anexo 8

El número de posibles proyectos asociativos estimados con desechos de producción de Bovinos considera las localidades y la cantidad de proyectos que se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 9.9
Localización de Posibles Proyectos Asociativos con Purines de Bovinos y Desechos de Cultivos

Región	Comuna	N° Proyectos	Participantes por Proyecto
V Región	Cartagena	1	4
VII Región	Romeral	1	4
	Río Claro	1	4
VIII Región	Los Ángeles	2	4
	Chillán	2	3
IX Región	Freire	3	3
	Cunco	1	4
	Vilcún	1	5
XIV Región	Paillaco	2	3
	Futrono	1	5
	Los Lagos	1	4
	La Unión	1	3
	Río Bueno	3	3
X Región	Osorno	1	4
	Purranque	1	4
	Pullehue	2	4
	Río Negro	1	4
	Frutillar	1	4

Fuente: Elaboración propia a base de Análisis en Anexo 8

El posible número de proyectos asociativos con desechos de producción de Cerdos y sus localizaciones se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 9.10
Localización de Posibles Proyectos Asociativos con Purines de Cerdos y Desechos de Cultivos

Región	Comuna	N° Proyectos	Participantes por Proyecto
VI Región	Mostazal	1	4
VII Región	Curicó	1	2
VIII Región	Bulnes	1	4
RM	Melipilla	3	3

Fuente: Elaboración propia a base de Análisis en Anexo 8

No fue posible determinar la ubicación comunal de los posibles proyectos asociativos para producción de biogás a base de residuos de agroindustria.

10. ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS DE FOMENTO EXISTENTES.

10.1. Actualización de Instrumentos Vigentes.

En el estudio “Análisis Estratégico de Elementos de Política para Biogases Combustibles en Chile” (Gamma Ingenieros S.A., enero de 2010) se realizó un catastro de todos los instrumentos que a esa fecha era posible de aplicar para el fomento de tecnologías a base de ERNC, como lo es el uso energético de biogás. En el cuadro siguiente se muestra un listado con los instrumentos de fomento actualizados a la fecha del presente estudio.

Cuadro N° 10.1.
Instrumentos de Fomento Disponibles a Enero de 2011

	Origen Fondos	Nombre del Instrumento	Tipo de Instrumento
1	Desarrollo Empresarial - CORFO	Subsidio a estudios de pre inversión en la etapa avanzada para proyectos de ERNC	Subsidio
2	Desarrollo Empresarial - CORFO	Programa de pre inversión en energías renovables no convencionales	Subsidio
3	Desarrollo Empresarial - CORFO	Subsidio a estudios y o asesorías especializadas en la etapa de pre inversión regiones	Subsidio
4	Desarrollo Empresarial - CORFO	Proyectos asociativos de fomento (PROFO)	Subsidio
5	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Innovación precompetitiva	Subsidio
6	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Innovación empresarial individual	Subsidio
7	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Consultoría especializada	Subsidio
8	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Pasantías tecnológicas	Subsidio
9	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Misiones tecnológicas	Subsidio
10	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Programa de difusión tecnológica	Subsidio
11	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Nodos tecnológicos	Subsidio
12	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Preinversión para Investigación y Desarrollo Asociativa Internacional	Subsidio
13	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Apoyo para proyectos de Investigación de Rápida Implementación	Subsidio
14	FONDEF - CONICYT	I Concurso de Proyectos para el desarrollo de soluciones con ERNC a Pequeña Escala	Fondos Concursables
15	FONDEF - CONICYT	Concurso Programa de I+D en Bioenergía (CONICYT - CNE)	Fondos Concursables
16	FONDECYT - CONICYT	Concurso Regular FONDECYT	Fondos Concursables
17	FONDEF - CONICYT	Concurso Nacional de Proyectos de Investigación y desarrollo	Fondos Concursables
18	FONDEF - CONICYT	Concurso Nacional de Proyectos de Valorización de Resultados de Investigación	Fondos Concursables
19	FIA	Estudios	Subsidio
20	FIA	Proyectos	Subsidio
21	FIA	Programas Innovación Territorial	Subsidio
22	FIA	Giras Tecnológicas	Subsidio
23	FIA	Consultores Calificados	Subsidio
24	FIA	Participación en Eventos	Subsidio
25	FIA	Realización de Eventos	Subsidio
26	INDAP	Desarrollo de Inversiones	Subsidio
27	INDAP	Crédito corto y largo plazo	Crédito
28	Ley N° 20.241	Establece un Incentivo Tributario a la Inversión Privada en Investigación y Desarrollo	Beneficio Tributario

Los instrumentos mostrados son, en distinta medida, potencialmente aplicables a proyectos de biogás. Estos corresponden a créditos, subsidios o fondos concursables, cuya descripción (en cuanto a plazos, montos, tasas, etc.), se presenta en detalle en el punto 12.2 de este Capítulo.

Al momento del presente informe existen dos instrumentos que son específicos para las ERNC; los subsidios de preinversión y preinversión en etapa avanzada.

El Subsidio a estudios de preinversión en la etapa avanzada para proyectos ERNC subsidia solamente proyectos que utilizan ERNC para generación de energía eléctrica, no pudiendo ser ampliable a proyectos no eléctricos. No establece límites superiores de potencia máxima instalada, excepto en caso de generación hidráulica, cuyo límite es 20 MW.

El fondo N° 2 Programa de Preinversión en Energías Renovables No Convencionales establece que los proyectos elegibles son los que buscan generar energía de fuentes renovables tales como Geotermia, Eólica, Solar, Biomasa, Mareomotriz, Pequeñas centrales hidroeléctricas u otras similares determinadas por la Comisión Nacional de Energía (CNE), y cuyos excedentes de potencia posible de suministrar al sistema sean iguales o inferiores a 20 MW.

Actualmente, estos instrumentos están en proceso de ser traspasados desde CORFO hasta el Centro de Energías Renovables, CER. Se esperan modificaciones a sus reglamentos y que en el futuro exista un único subsidio de preinversión.

El CER administrará el subsidio de Preinversión en ERNC y otros que entrarán en operación en el futuro próximo. Se espera que durante el año 2011 opere el instrumento de seguro de conexión a redes eléctricas que apoyará a proyectos destinados a vender energía a la red.

La Ley N° 20.241 establece incentivo tributario a la inversión privada en investigación y desarrollo. Opera a través de Centros de Investigación registrados en CORFO y permite descontar del impuesto de primera categoría el 35% del gasto efectivo de I+D, además de la posibilidad de rebajar como gasto la parte que no constituyó crédito, aun cuando las actividades de I+D no se relacionen directamente con el giro de la empresa.

10.2. Descripción de los Instrumentos Potencialmente Aplicables.

Cada organismo publica información detallada respecto de sus propios instrumentos de fomento. En la mayoría de los casos la información se encuentra disponible en las páginas Web (Internet) de cada organismo o en documentos impresos.

La información disponible incluye, entre otros, los siguientes tópicos:

- Qué tipos de proyectos financian.
- Quién puede acceder a estos fondos.
- Tamaño de las empresas o instituciones que pueden postular
- Montos disponibles para Créditos, Subsidios y/o Fondos Concursables.
- Plazos
- Requisitos
- Qué pasos seguir para postular

La información recolectada fue estudiada, y a la vez complementada con las entrevistas realizadas.

A continuación se presenta un resumen de las principales características de cada uno de los instrumentos de fomento señalados.

Cuadro N° 10.2.
Resumen de Características de Subsidios Potencialmente Aplicables. Instrumentos CORFO.

Nombre Crédito	Subsidio a estudios de pre inversión en la etapa avanzada para proyectos de ERNC	Programa de pre inversión en energías renovables no convencionales ⁽⁴⁾	Subsidio a estudios y o asesorías especializadas en la etapa de pre inversión regiones	Proyectos asociativos de fomento (PROFO)	Innovación empresarial individual	Innovación precompetitiva
Origen	Desarrollo Empresarial - CORFO	Desarrollo Empresarial - CORFO	Desarrollo Empresarial - CORFO	Desarrollo Empresarial - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO
Objeto del Subsidio	Cubrir parte de los costos de estudios en fases avanzadas, para proyectos de generación de energía eléctrica sobre la base de fuentes renovables no convencionales. Considera etapas de: Estudios de Factibilidad, Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, Evaluación ambiental y otros.	Asesorías y Estudios de Prefactibilidad para proyectos de generación de energía eléctrica a partir de fuentes: geotérmica, eólica, solar, biomasa, mareomotriz y pequeñas centrales hidroeléctricas. Todas con excedentes de potencia iguales o inferiores a 20 MW.	Subsidio destinado a cubrir parte de los costos de estudios o asesorías especializadas para evaluar la factibilidad de una inversión.	Consultorías, asesorías y otras acciones necesarias que permitan a las empresas: Formular, fundamentar y evaluar un proyecto de negocio asociativo. Instalar capacidades del negocio. Desarrollar la nueva empresa asociativa.	Actividades tales como investigación para el desarrollo de nuevos bienes y servicios, diseño y construcción de prototipos y plantas piloto, pago de Royalties, patentes y otros derechos de terceros, estudios de preinversión, entre otros.	Proyectos que permitan realizar innovaciones de bienes o servicios, procesos, métodos de comercialización u organizacionales
Beneficiario	Empresas Privadas u Organizaciones sin fines de lucro	Empresas en la RM cuyo proyecto requiera inversiones estimadas preliminarmente mayores a UF 12.000	Empresas privadas nacionales y Contribuyentes de Primera Categoría de la Ley de la Renta.	Grupo de al menos 5 Empresas Productivas	Empresas privadas nacionales y Contribuyentes de Primera Categoría de la Ley de la Renta.	Universidades, Inst. profesionales, Centros de Formación técnica, Centros Tecnológicos, Empresas, Asociaciones Gremiales y Organismos Estatales.
Ventas Máximas del Beneficiario	N/A	UF 1.000.000 (US\$ 44.000.000)	N/A	UF 100.000 ⁽¹⁾ (US\$ 4.400.000)	S.L.	N/A
% de subsidio del proyecto	50%	50%	50%	50%	50%	80% ⁽²⁾
Tope de subsidio	US\$ 160.000 5% del valor estimado de inversión	\$33.000.000 (US\$ 66.000) (Max 2% Inversión Tot.)	\$30.000.000 (US\$ 60.000)	Formulación: \$10.000.000 (US\$ 20.000) Ejecución: \$45.000.000 (US\$ 90.000) Desarrollo: \$45.000.000 (US\$ 90.000)	\$400.000.000 (US\$ 800.000)	(2)
Acceso por parte del beneficiario	En RM Directo a Corfo, en resto del país direcciones regionales CORFO	Agentes Operadores Intermediarios de CORFO	Dirección Regional de CORFO	Agentes Operadores Intermediarios de CORFO	En RM INNOVA Chile, en VIII INNOVA BioBio, resto del país en direcciones regionales CORFO	En RM INNOVA Chile, en VIII INNOVA BioBio, resto del país en direcciones regionales CORFO
Plazo del Proyecto	según cronograma concensuado con CORFO	según cronograma concensuado con CORFO	según cronograma concensuado con CORFO	Formulación: 1 año. Ejecución: 2 años. Desarrollo: 3 años.	3 años	3 años ⁽³⁾

⁽¹⁾ Un 30% de las empresas puede superar este monto

⁽²⁾ Los montos máximos de subsidio varían de un concurso a otro, así como el porcentaje de cofinanciamiento solicitado. En el caso del Concurso Nacional 2007 se estableció un subsidio de hasta 80% del monto total del proyecto sin tope máximo.

⁽³⁾ De acuerdo al período que especifiquen las bases. En el caso del concurso Nacional 2007, el plazo máximo correspondió a 3 años.

⁽⁴⁾ Existe un instrumento de condiciones equivalentes aplicable en regiones, cuya información aún no se encuentra disponible vía web.

⁽⁵⁾ 50% para empresas con ventas >UF 100.000; 70% para empresas con ventas menores a 100.000

Cuadro N° 10.2.
Resumen de Características de Subsidios Potencialmente Aplicables. Instrumentos CORFO. (Continuación)

Nombre Crédito	Consultoría especializada	Pasantías tecnológicas	Misiones tecnológicas	Programa de difusión tecnológica	Nodos tecnológicos	Preinversión para Investigación y Desarrollo Asociativa Internacional	Apoyo para proyectos de Investigación de Rápida Implementación
Origen	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO	Emprendimiento e Innovación - CORFO
Objeto del Subsidio	Contratación de expertos de nivel internacional, cuyos conocimientos y capacidades no se encuentren disponibles en el país, para resolver problemas específicos.	Subsidio para la formación de profesionales o técnicos en centros tecnológicos o empresas extranjeras, que permitan desarrollar innovaciones.	Apoya la realización de viajes de empresas chilenas, principalmente al extranjero, para acceder y posteriormente difundir, transferir y adecuar en Chile, conocimientos, prácticas y técnicas de producción que faciliten el desarrollo de innovaciones.	Subsidia: recursos humanos, subcontrataciones, capacitación, misiones y pasantías tecnológicas, gastos de operación, gastos de difusión.	Apoyar el fortalecimiento de capacidades de difusión y transferencia tecnológica. Subsidia: recursos humanos, capacitación, gastos de operación, gastos de difusión y de administración.	Prospección tecnológica y/o de posibles asociados internacionales, giras o pasantías tecnológicas, traida de expertos, estudios de mercado, formulación de proyectos I+D+i, consultorías internacionales u otras actividades a ser autorizadas.	Apoya proyectos que estimulen y mejoren la capacidad tecnológica de las empresas, a través de la implantación y desarrollo de procesos de I+D+i de rápida implementación tales como desarrollo de prototipos, mejoras de procesos, validación tecnológica, pruebas de materiales, entre otras.
Beneficiario	Empresas, Universidades y Confederaciones Gremiales.	Empresas Productivas de Bienes o Servicios	Entre 5 y 15 empresas privadas asociadas, las que pueden ser: Empresas productivas de bienes o servicios, entidades tecnológicas de universidades o Centros de Difusión y Transferencia Tecnológica, Asociaciones, Federaciones y Confederaciones Gremiales que representen a empresas de un sector productivo o Clúster relacionado con la misión.	Centros de Educación, Empresas y Asociaciones.	Centros de Educación, Centros Tecnológicos, Consultoras y entidades de capacitación	Universidades e Institutos profesionales reconocidos por el estado, Centros tecnológicos, Consorcios o centros de investigación registrados de acuerdo a ley 20.241	Empresas o Asociación de Empresas
Ventas Máximas del Beneficiario	---	---	N/A	---	---	---	UF 250.000 (US\$ 11.000.000)
% de subsidio del proyecto	50% ⁽⁵⁾	50% ⁽⁵⁾	70% Empresas ventas <100.000 UF 50% Empresas ventas >100.000 UF	80%	80%	80%	70%
Tope de subsidio	\$30.000.000 (US\$ 60.000)	\$16.000.000 (US\$ 32.000)	\$45.000.000 (US\$ 90.000)	\$140.000.000 (US\$ 255.000)	\$60.000.000 (US\$ 120.000)	\$35.000.000 (US\$ 70.000)	\$60.000.000 (US\$ 120.000)
Acceso por parte del beneficiario	En RM Directo a Corfo, en resto del país direcciones regionales CORFO	En RM Directo a Corfo, en resto del país direcciones regionales CORFO	En RM INNOVA Chile, en VIII INNOVA BioBio, resto del país en direcciones regionales CORFO	En RM Directo a Corfo, en resto del país direcciones regionales CORFO	En RM Directo a Corfo, en resto del país direcciones regionales CORFO	En RM INNOVA Chile, en VIII INNOVA BioBio, resto del país en direcciones regionales CORFO	En RM Directo a INNOVA Chile, en resto del país direcciones regionales CORFO.
Plazo del Proyecto	< 10 meses	< 5 meses	3 meses	< 18 meses	< 12 meses	< 6 meses	2 años

⁽¹⁾ Un 30% de las empresas puede superar este monto

⁽²⁾ Los montos máximos de subsidio varían de un concurso a otro, así como el porcentaje de cofinanciamiento solicitado. En el caso del Concurso Nacional 2007 se estableció un subsidio de hasta 80% del monto total del proyecto sin tope máximo.

⁽³⁾ De acuerdo al período que especifiquen las bases. En el caso del concurso Nacional 2007, el plazo máximo correspondió a 3 años.

⁽⁴⁾ Existe un instrumento de condiciones equivalentes aplicable en regiones, cuya información aún no se encuentra disponible vía web.

⁽⁵⁾ 50% para empresas con ventas >UF 100.000; 70% para empresas con ventas menores a 100.000

Cuadro 10.3.
Resumen de Características de Subsidios Potencialmente Aplicables. Ministerio de Agricultura e Incentivos Tributarios.

Nombre Fondo	Estudios	Proyectos	Programas Innovación Territorial	Giras Tecnológicas	Consultores Calificados
Origen	FIA	FIA	FIA	FIA	FIA
Objeto del Programa	Elaborar y Sistematizar Información técnica, económica y comercial, introduciendo factores innovativos con el fin de mejorar la competitividad en el sector agropecuario.	Iniciativas orientadas al desarrollo, adaptación, validación o incorporación de nuevos productos, procesos procesos o servicios en alguna etapa de la cadena productiva	Iniciativas que contribuyan a incrementar, en forma articulada, las acciones del sector agrarioo en materias de innovación, transferencia, capacitación y escalamiento productivo	Captar tecnologías, experiencias, información y contactos que presenten interés desde la perspectiva de la innovación sectorial.	Poner a disposición del sector silvoagropecuario competencias que contribuyan a la innovación en producto
Beneficiario	Empresas, agrupaciones de agricultores, universidades, institutos de investigación o entidades tecnológicas.	Empresas, agrupaciones de agricultores, universidades, institutos de investigación o entidades tecnológicas.	Empresas productivas de transformación y/o de comercialización. Organizaciones o agrupaciones de productores. Instituciones de investigación. Entidades dedicadas al desarrollo tecnológico. Organismos dedicados a la formación y transferencia de tecnologías.	Empresas, agrupaciones de agricultores, universidades, institutos de investigación o entidades tecnológicas.	Empresas productivas, Universidades e institutos de investigación, que se dediquen a la producción, procesamiento, comercialización y/o investigación aplicada con orientación comercial en el sector silvo-agroalimentario y dulceacuicola relacionado con la agricultura.
% de subsidio del proyecto	70%	80%	70% , Por 3 años	70%	70%
Tope de subsidio	Hasta 25.000.000; 1 Año Plazo (US\$ 50.000) Hasta 40.000.000; 2 Año Plazo (US\$ 80.000)	\$ 150.000.000 (US\$ 300.000)	\$ 200.000.000 / año (US\$ 400.000) /año	\$ 12.000.000 (US\$ 24.000)	\$ 4.500.000 (US\$ 9.000)
Accfeso por parte del beneficiario	Oficinas de FIA, durante proceso de convocatoria	Entretga en Oficinas de FIA hasta el 15/04/2011	Oficinas de FIA, durante proceso de convocatoria	Oficinas de FIA	Oficinas de FIA
Plazo del proyecto	1 ó 2 años		3 años	---	---

Cuadro 10.3.
Resumen de Características de Subsidios Potencialmente Aplicables. Ministerio de Agricultura, Agencias de Cooperación e Incentivos Tributarios. (Continuación)

Nombre Fondo	Participación en Eventos	Realización de Eventos	Desarrollo de Inversiones -	Crédito	Ley 20241 Incentivo Tributario a la Inversión Privada en Investigación y Desarrollo
Origen	FIA	FIA	INDAP	INDAP	Ministerio Hacienda
Objeto del Programa	Promover la participación de personas o grupos de personas del sector silvo agropecuario a eventos técnicos nacionales o internacionales	Financiar la organización y realización de seminarios y congresos que permitan difundir y transferir experiencias nacionales e internacionales a los distintos actores del sector silvoagropecuario.	Cofinanciar la ejecución de proyectos de inversión, orientados a modernizar los procesos productivos de las empresas de pequeños productores.	Financiar iniciativas del sector agropecuario	Subsidia pagos en dinero por contratos de Investigación y Desarrollo celebrados con Centros de Investigación y Desarrollo registrados por CORFO
Beneficiario	Personas naturales o grupos de ellas vinculadas al sector agropecuario	Personas jurídicas constituidas por asociaciones gremiales, entidades tecnológicas y universidades.	Productores individuales o asociativos	Productores Agropecuarios que cumplan los requisitos de INDAP	Contribuyentes de Primera Categoría de la Ley de la Renta
% de subsidio del proyecto	70%	70%	---	---	35% del Contrato
Tope de subsidio	\$ 1.500.000 (US\$ 3.000)	\$ 10.000.000 (US\$ 20.000)	---	\$4.000.000 Crédito Corto Plazo (200 UF) (US\$ 8.000)	5.000 UTM ó 15% de Ingresos Brutos
Acceso por parte del beneficiario	Oficinas de FIA	Oficinas de FIA	A través de Convocatoria en las Agencias de INDAP	Oficinas INDAP	Directo al SII
Plazo del proyecto	---	---	---	---	Sin Límite

Cuadro 10.4.
Resumen de Características de Fondos Concursables Potencialmente Aplicables. Fondos CONACYT

Nombre Fondo	I Concurso de Proyectos para el desarrollo de soluciones con ERNC a Pequeña Escala	Concurso Programa de I+D en Bioenergía (CONICYT - CNE)	Concurso Regular FONDECYT	Concurso Nacional de Proyectos de Investigación y desarrollo	Concurso Nacional de Proyectos de Valorización de Resultados de Investigación
Origen	FONDEF - CONICYT	FONDEF - CONICYT	FONDECYT - CONICYT	FONDEF - CONICYT	FONDEF - CONICYT
Objeto del Programa	Incentivar la innovación en el ámbito energético, mediante el financiamiento de proyectos de desarrollo tecnológico a nivel piloto demostrativo, que se transformen en soluciones a pequeña escala aplicables y replicables en zonas rurales, aisladas o de vulnerabilidad social.	Contribuir a aumentar la competitividad y participación de la bioenergía en la matriz energética, resolviendo aspectos críticos en la cadena de valor de los biocombustibles (líquidos, sólidos y gaseosos) mediante el apoyo a actividades de investigación y desarrollo que avancen en este sentido.	Fortalecer y desarrollar la investigación básica en todas las áreas del conocimiento, para lo cual financia proyectos de investigación de excelencia, sin distinción de disciplinas o procedencia institucional.	Proyectos de investigación y desarrollo (I+D) y proyectos de Transferencia Tecnológica	Financiar la ejecución de proyectos de transferencia de conocimientos resultantes de proyectos de investigación científica o de investigación
Beneficiario	Personas jurídicas, públicas o privadas que tengan como objetivo expreso en sus estatutos la realización de actividades de formación, capacitación, investigación o transferencia tecnológica, con al menos dos años de existencia legal al momento de postulación.	Instituciones nacionales, entre ellas universidades, institutos tecnológicos, institutos profesionales, fundaciones y corporaciones. Con existencia legal a lo menos 2.	Personas con grado académico de Magíster o Doctor o título profesional en los últimos 5 años. Financiando Proyectos de 2 a 4 años	Universidades e instituciones de educación superior reconocidas por el Estado, institutos tecnológicos y de investigación y desarrollo, y otras instituciones que realicen actividades científico-tecnológicas	Universidades e instituciones de educación superior reconocidas por el Estado, institutos tecnológicos y de investigación y desarrollo, y otras instituciones que realicen actividades científico-tecnológicas
Total de Proyectos asignados año 2010	N/A. Primera versión del concurso		Sin Información a la Fecha	50 ⁽²⁾	Sujeto aprobación del comité de evaluación
Monto Máximo Asignado	\$ 10.000.000 (US\$ 5.000) (Máx. 80% del costo proyecto)	\$ 180.000.000 (US\$ 90.000) (Máx. 70% del costo proyecto)	\$ 50.000.000 por año (US\$ 100.000)	750000000; Proyectos entre 36 y 72 meses (US\$ 375.000)	\$ 70.000.000 (US\$ 35.000)
Períodos de Postulación ⁽¹⁾	Oct - Nov		May - Jun	Jul - Sep	Ventanilla Abierta - Sin Límites de Plazo

⁽¹⁾ Año 2010

⁽²⁾ Proyectos ganadores año 2008

10.3. Otras Fuentes de Financiamiento.

La CORFO no está otorgando créditos para inversiones en forma directa ni a través de la Banca Privada, por lo que ha orientado sus recursos a otorgar garantías para proyectos y a desarrollar Inversionistas Ángeles y Fondos de Capital de Riesgo.

10.3.1. Inversionistas Ángeles.

Se tomó contacto con redes de inversionistas ángeles, para conocer su visión y experiencia respecto de negocios relacionados a uso energético de biogás.

De acuerdo a entrevistas y contactos realizados, no existe un trato diferenciado para proyectos de biogás y no se han financiado proyectos de éste tipo. Sin embargo proyectos relativos a ERNC, como lo es el biogás, resultarían atractivos para los inversionistas. Dependiendo de los montos de inversión se requeriría que los inversionistas se agruparan para financiar un determinado proyecto.

Los proyectos a ser presentados a los inversionistas ángeles deben contar al menos con un modelo de negocio tener definido el proveedor de la tecnología y conocer las diferentes regulaciones que intervienen en su área de negocio (ambientales, patentes, etc.). En particular los proyectos de biogás debieran contar con una cadena de proveedores asegurada.

Dependiendo de la red de capitalistas Ángeles, la inversión por proyecto puede ir desde los US\$ 50.000 a US\$ 1.000.000, con una participación del orden del 30% del capital de la empresa.

10.3.2. Fondos de Garantías.

Actualmente existen dos garantías FOGAPE, administrada por Banco Estado y FOGAIN, administrada por CORFO. Estos instrumentos de fomento están orientados a dar respaldo a empresas que no tengan garantías suficientes para obtener créditos en la Banca.

FOGAPE (Fondo de Garantías para Pequeños Empresarios) puede financiar proyectos de inversión y capital de trabajo en empresas individuales con ventas menores a UF 25.000. El monto máximo de la cobertura es de 80% con un financiamiento tope de UF 5.000.

El FOGAIN (Fondo de Garantía para Inversiones) administrado por CORFO, permite garantizar la obtención de financiamiento de inversiones y capital de trabajo. Presenta coberturas máximas de 70% con tope de UF 5.000 en el monto de financiamiento. La venta máxima de empresas que opten a ésta garantía es de UF 200.000

10.3.3. Capital de Riesgo.

En los últimos años CORFO ha impulsado el desarrollo de una industria de Capital de Riesgo, aportando dinero a empresas administradoras de fondos de inversión, a través de diversas líneas que se han generado en el tiempo. Dichas empresas administradoras crean un determinado Fondo de Inversión, con aportes de privados y de CORFO.

Actualmente hay dos tipos de capitales de riesgo que cuentan con apoyo de CORFO a través de las modalidades o líneas F-3 y K-1. En ambos casos la empresa que recibe el aporte debe ser una Sociedad Anónima o Sociedad por Acciones.

El modelo de fondo F-3, propicia el aporte de capital para empresas innovadoras y de energías renovables, existiendo al menos tres fondos de capital de riesgo creados específicamente para el financiamiento de proyectos ERNC. Estos fondos no han sido utilizados para financiar proyectos específicos de biogás.

Los fondos acogidos al F-3, no pueden financiar proyectos de empresas que cuenten con un patrimonio superior a UF 100.000. Por tanto es un incentivo a que las empresas que realicen proyectos de ERNC sean empresas nuevas, conformadas para dicho proyecto, o bien empresas de pequeño tamaño.

La línea K-1, es la más reciente entregada por CORFO para generar capitales de riesgo. Actualmente existe un único capital de riesgo creado con esta modalidad. Los capitales de riesgo que se creen bajo esta modalidad, no podrán ser entregados a empresas con ventas mayores a 400.000 UF. Su estructura no promueve específicamente la creación de fondos ERNC, como es el caso de la línea F-3.

10.3.4. Fuentes de Financiamiento a Futuro para ERNC.

Se espera que a comienzos de 2011 los instrumentos de fomento específicos para ERNC que actualmente administra CORFO pasen a cargo del Centro de Energías Renovables, CER.

Además de los instrumentos antes mencionados, el CER esta desarrollando dos nuevos instrumentos: Seguro de Cobertura, para contingencias o sobrecostos de proyectos ERNC y Seguro de Contingencia para líneas de Transmisión, que facilitará la conexión de los proyectos a la red eléctrica.

10.4. Instrumentos Aplicables a Modelos de Negocios.

Los instrumentos mostrados en la sección 10.1 y descritos en la sección 10.2 no establecen ninguna restricción para ser usados en proyectos de obtención de biogás y generación de energía.

La siguiente figura 10.1 muestra el rango de aplicabilidad de los instrumentos CORFO a los diferentes modelos de negocios planteados. En color amarillo se resalta los que se considera mejor adaptable a proyectos de biogás.

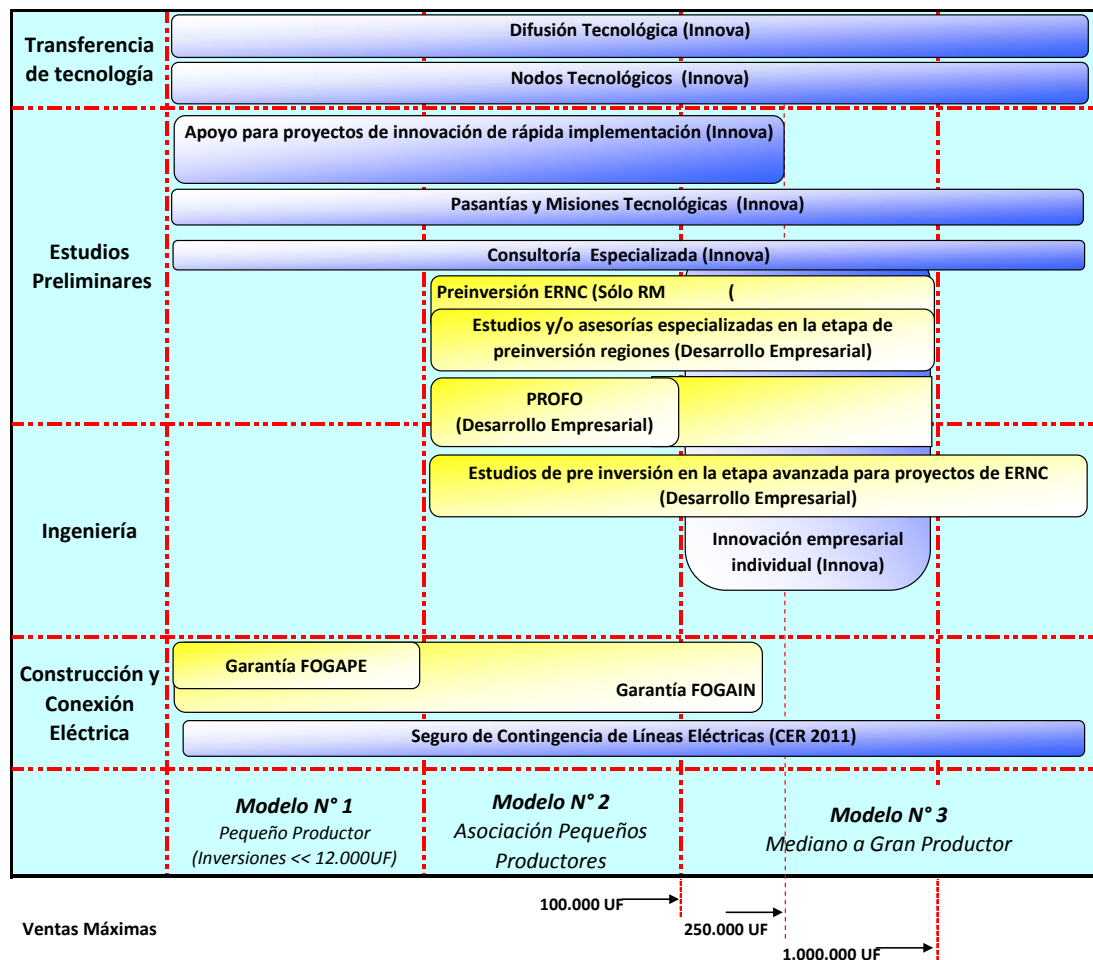


Figura 10.1
Rango de Aplicación de Instrumentos CORFO (y CER 2011) a Proyectos de Biogás.

Fuente: Elaboración Propia.

Debido al estado de madurez de la tecnología implicada en la obtención de biogás a partir de residuos agropecuarios, se considera poco probable que los instrumentos pertenecientes a INNOVA, sean asignados a este tipo de proyectos, aunque se han financiado experiencias de este tipo. (Ejemplo: OMEGA 3)

La figura muestra el rango de aplicabilidad de los instrumentos entregados por INDAP y FIA, ambas reparticiones pertenecientes al Ministerio de Agricultura.

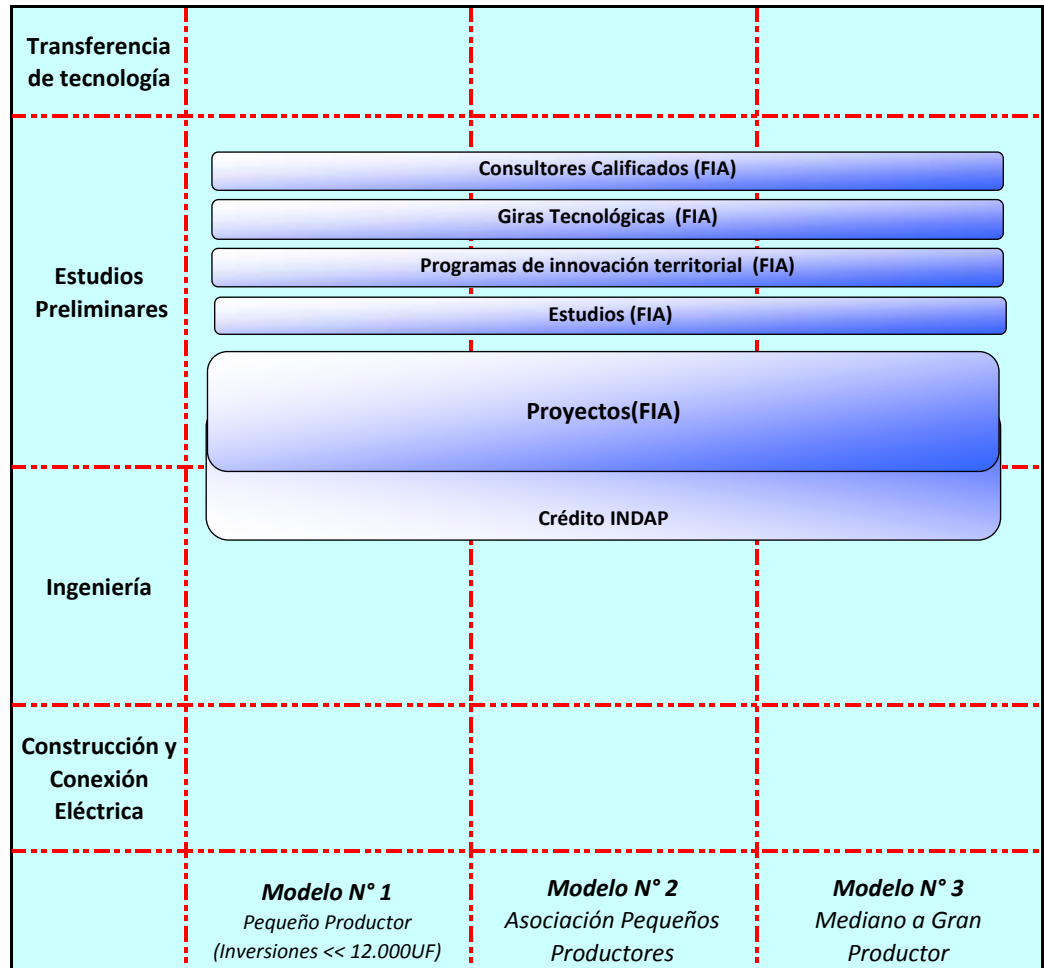


Figura 10.2

Rango de Aplicación de Instrumentos FIA e INDAP a Proyectos de Biogás.

Fuente: Elaboración Propia.

La gran mayoría de los instrumentos de financiamiento disponibles están enfocados en las etapas de estudios preliminares y de factibilidad, abarcando hasta construcción de plantas piloto. (Detalle en cuadros 10.2 al 10.4).

10.5. Limitaciones de Instrumentos Relevantes Actuales para su Aplicación a los Modelos de Negocio de Biogás.

Los instrumentos de fomento descritos en el punto 10.3, cubren las principales necesidades de financiamiento de los proyectos de Energías Renovables, sin embargo presentan algunas limitaciones que restringen su aplicación a los proyectos de biogás, dado que no fueron concebidos específicamente para este fin. Los instrumentos de mayor relevancia corresponden a subsidios de preinversión, fondos de garantía y capitales de riesgo. A continuación se presentan estas limitantes.

10.5.1. Limitaciones de Subsidios de Preinversión.

Preinversión en ERNC.

Tope de 2% de inversión inicial estimada.

Inversión inicial estimada debe ser mayor a UF 12.000. Se determinó que podría haber numerosos proyectos en el rango entre US\$ 20.000 y US\$ 400.000.- (UF 500 a UF 10.000) en el rubro pecuario (lecherías, cerdos, aves).

Ventas máximas de beneficiario deben ser menores a UF 1.000.000. Este límite parece adecuado.

Sólo aplicable en la Región Metropolitana. Resto del país se debe postular a instrumento "Asesoría especializada en etapa de preinversión" que ofrece condiciones equivalentes, pero no es específico para proyectos ERNC.

Preinversión en Etapa Avanzada para Proyectos de ERNC.

Tope de 5% de inversión inicial estimada.

Sólo aplicable en proyectos de generación eléctrica.

Inversión inicial estimada debe ser mayor a US\$ 400.000. Se determinó que podría haber numerosos proyectos en el rango entre US\$ 20.000 y US\$ 400.000.- (UF 500 a UF 10.000) en el rubro pecuario (lecherías, cerdos, aves).

10.5.2. Fondos de Garantía.

FOGAPE.

- No es específico para ERNC.
- Ventas máximas de beneficiario de UF 25.000
- En caso de asignarse a una Asociación, el 60% de los participantes debe cumplir con monto máximo de ventas.
- Comisión 2%.
- Garantizar hasta el 50% del crédito.

FOGAIN.

- No es específico para ERNC.
- Ventas máximas de beneficiario de UF 200.000
- Comisión 2%.
- Garantiza sólo el 50% de la inversión.

10.5.3. Capital de Riesgo.

Fondos Bajo Línea F3 de CORFO.

- Patrimonio máximo de Beneficiario UF 100.000

Fondos Bajo Línea K1 de CORFO.

- Ventas máximas de Beneficiario de UF 400.000 (1,6 Millones de US\$).
- No específico para ERNC.

10.6. Modificaciones Propuestas a Instrumentos Actuales.

Si bien los instrumentos de fomento actuales en general cumplen su objetivo de fomentar las inversiones en otras energías renovables, su impacto en el desarrollo de proyectos de biogás ha sido mínimo dadas las restricciones señaladas en el punto anterior. Por este motivo se propone adaptar dichos instrumentos, modificando sólo aquellas restricciones que obstaculizan su aplicación a los modelos de negocio propuestos en este estudio para el biogás. Alternativamente se podría crear instrumentos específicos similares a los actuales, pero que obviarán dichas restricciones.

Las restricciones que convendría eliminar, referidas a los instrumentos más relevantes son:

a) Subsidios a Estudios de Preinversión.

- Se propone levantar la exigencia de que los proyectos sólo deben limitarse a la generación eléctrica, permitiéndose también utilizar el biogás, directamente como combustible o bien para producir biometano que se utilizaría para inyectar a la red de gas natural o bien en vehículos.
- Se propone disminuir el monto de inversión mínima aceptada, con el fin de incluir proyectos menores. El límite actual restringe el subsidio

a proyectos cuya inversión supere los US\$ 400.000 ó UF 12.000. Se determinó que podría haber numerosos proyectos en el rango entre US\$ 20.000 y US\$ 400.000.- (UF 500 a UF 10.000) en el rubro pecuario (lecherías, cerdos, aves), por lo que convendría rebajar el mínimo por lo menos hasta US\$ 100.000. Asimismo se debería subir el porcentaje máximo de subsidio del 5% al 10% del valor estimado del proyecto, para los proyectos menores a US\$ 400.000.

b) Fondo de Garantía.

Se propone crear un nuevo fondo de garantías específicas para proyectos de Biogás (o ERNC en general) similar al FOGAPE y FOGAIN, aplicable para empresarios individuales o asociaciones de éstos. Este podría cubrir hasta un 80% del monto de la inversión para proyectos de hasta UF 100.000.- aplicable a empresas con ventas hasta UF 1.000.000.- Esto permitiría financiar proyectos de hasta unos 2,0MW. También podría ser una modificación del actual fondo FOGAIN.

La razón del cambio es que el monto actual de ventas excluye a empresas medianas con ventas sobre UF 200.000 (agroindustrias, grandes agricultores).

Además el porcentaje de garantía de 50% puede ser insuficiente para incentivar este tipo de proyectos en especial los de menor tamaño. El porcentaje propuesto podría ser descendente con el monto de la garantía.

c) Capital de Riesgo.

Convendría aumentar el monto del patrimonio máximo del beneficiario en el caso del fondo F3 o mejor reemplazarlo por el límite de UF 400.000 de las ventas, definido para el K1.

10.7. Nuevo Instrumento Propuesto: Subsidio a Proyectos Asociativos para Uso Energético de Biogases Combustibles.

Este instrumento tendría como objetivo otorgar un cofinanciamiento para el desarrollo de la asociatividad de empresas que tengan iniciativas que se orienten a materializar proyectos para el uso energético de biogases combustibles. Este instrumento se basa en el instrumento "Proyectos Asociativo de Fomento" (Profo).

Este instrumento sería destinado a grupos de 2 o más empresas privadas, que tengan por objeto desarrollar en conjunto un proyecto de producción y uso energético de biogases combustibles provenientes de residuos de sectores productivos silvícolas, agrícola, pecuario o agroindustrial.

El 70% de las empresas que compongan un proyecto asociativo deben tener ingresos por ventas anuales no superiores a UF 400.000.

El proyecto se divide en 3 etapas. Se financia cada etapa una vez terminada con éxito la etapa anterior. Las etapas que serían posibles de cofinanciar serían las siguientes:

- a) **Formulación de Proyecto:** Esta etapa comprende la formulación de un proyecto asociativo de biogás, el diseño de la estrategia de creación de la sociedad, el estudio de factibilidad del proyecto, los estudios ambientales, la administración de esta etapa del proyecto y el proyecto de conexión eléctrica, si corresponde.
- b) **Ejecución de Proyecto:** Comprende los proyectos de Ingeniería Básica y de Detalle, definición de especificaciones, así como evaluación económica que permita el cierre financiero definitivo del proyecto, la creación de empresa asociativa, la obtención de financiamiento la contratación de la ejecución, la compra de equipos y la administración del proyecto desde el comienzo de esta etapa hasta el término de la construcción del proyecto.
- c) **Puesta en Marcha:** Comprende la administración del proyecto, la asesoría de expertos durante la puesta en marcha y la capacitación de personal para la operación.

El resumen de las características de este instrumento propuesto se presentan en el cuadro siguiente:

Etapa 1: Formulación de Proyecto	% Cobertura	Monto Máximo Cobertura
Subsidio: Gestión de Proyecto Asociativo Estudios de factibilidad, ambientales y eléctricos	50% 50%	1.000 UF 300 UF
Requisitos: Cumplir con requisitos de postulación al instrumento.		
Resultados Mínimos Esperados: formalizar Asociación entre las empresas, Estudio de Factibilidad, Estudios Ambientales Aprobados, Estudios de Conexión a la Red Eléctrica, si corresponden.		
Plazo para Ejecución de Etapa: 1 año		
Etapa 2: Ejecución de Proyecto	% Cobertura	Monto Máximo Cobertura
Subsidio: Administración de Proyecto (Ingeniería y Construcción) Ingeniería básica	50% 50%	1.500 UF 3.000 UF
Requisitos: Entregar Resultados Mínimos Esperados de la Etapa 1.		
Resultados Mínimos Esperados: Empresa formada, proyecto construido, listo para operar		
Plazo para Ejecución de Etapa: 1 año		
Etapa 3: Puesta en Marcha	% Cobertura	Monto Máximo Cobertura
Subsidio: Administración de Proyecto Asesoría de experto y capacitación de personal	50% 50%	1.500 UF 500 UF
Requisitos: Entregar Resultados Mínimos Esperados de la Etapa 2.		
Resultados Mínimos Esperados: Empresa y proyecto funcionando a régimen, con personal capacitado.		
Plazo para Ejecución de Etapa: 1 año		

10.8. Fichas de Instrumentos Propuestos.

A continuación se muestran las fichas de los instrumentos de fomento propuestos. El resto de las características serían iguales a los instrumentos actuales.

FICHA INSTRUMENTO DE FOMENTO BIOGÁS

Nombre Instrumento	Subsidio a estudios de pre-inversión para proyectos de Biogás (o ERNC en general).
Objetivo del Instrumento	Cubrir parte de los costos de estudios, para proyectos de biogás (o energías renovables no convencionales). Considera etapas de Estudios preliminares, de Factibilidad, Ingeniería Básica, Ingeniería de Detalle, Evaluación ambiental y otros.
Beneficiario	Empresas Privadas, Asociaciones de Productores u Organizaciones sin fines de lucro.
Tamaño Máximo Beneficiario	N/A
Tipo de Proyectos	ERNC en general. En el caso específico del Biogás se permite su uso directamente como combustible o su transformación en biometano para uso vehicular o inyectar a la red de gas.
Monto Máximo Proyecto	N/A
Monto Mínimo Proyecto	US\$ 100.000.-
Porcentaje Subsidio o Cobertura	50%
Monto Máximo subsidio	US\$ 160.000 10% del valor estimado de inversión para proyectos entre US\$ 100.000 y US\$ 400.000 y 5% para proyectos sobre US\$ 400.000
Plazo Máximo Proyecto	A convenir.

FICHA INSTRUMENTO DE FOMENTO BIOGÁS

Nombre Instrumento	Garantía para Proyectos de Biogás (o ERNC en general).
Objetivo del Instrumento	Garantizar inversiones en proyectos de Biogás (o ERNC).
Beneficiario	Empresas Privadas, Asociaciones de Productores u Organizaciones sin fines de lucro.
Tamaño Máximo Beneficiario	Ventas \leq 1.000.000 UF
Tipo de Proyectos	Inversiones en Biogás (o ERNC en general).
Monto Máximo Proyecto	US\$ 5.000.000
Monto Mínimo Proyecto	N/A
Porcentaje Subsidio o Cobertura	80%
Monto Máximo de Garantía	UF 80.000
Plazo Máximo Proyecto	N/A

FICHA INSTRUMENTO DE FOMENTO BIOGÁS

Nombre Instrumento	Capital de Riesgo ERNC
Objetivo del Instrumento	Financiar un porcentaje de la inversión de proyectos ERNC.
Beneficiario	Empresas o asociaciones de Productores de cualquier sector que dispongan de recursos energéticos renovables no convencionales.
Tamaño Máximo Beneficiario	Venta 400.000 UF
Tipo de Proyectos	Proyectos de ERNC (Biogás)
Monto Máximo Proyecto	N/A
Monto Mínimo Proyecto	N/A
Porcentaje a Financiar	A convenir
Monto Máximo a Financiar	A convenir
Plazo Máximo Proyecto	N/A

10.8 Costo País de Instrumentos de Fomento.

A partir de la estimación del número de proyectos posibles, mostrada en el Punto N° 9.10, los costos estimados de inversión de las plantas, mostradas en el Punto N° 9.1 y los montos de los instrumentos propuestos se ha calculado el costo país que tendría la aplicación de los instrumentos.

Se evalúan dos diferentes escenarios, uno optimista y uno pesimista. En ambos casos los montos que los subsidios entregarían, en promedio, a cada proyecto son iguales pero varía la cantidad de proyectos posibles de lograr.

10.8.1 Escenario Pesimista

El caso pesimista considera que a los 5 años, podrían desarrollarse en total 20 proyectos de biogás al año que requerirían alguno de los instrumentos propuestos. Se muestra en el Cuadro N° 10.5.

Cuadro 10.5.
Cantidad de Proyectos Posibles a Desarrollar en 5 años, Caso Pesimista

TIPO PROYECTOS	POTENCIAL TOTAL	PORCENTAJE EN 5 AÑOS	CANTIDAD 5 AÑOS	CANTIDAD AÑO
ASOCIATIVOS	77	30%	23	5
AUTOPRODUCTOR	3.971	1%	40	8
INDIVIDUAL	113	30%	34	7
TOTAL	4.161		97	20

Nota: Los posibles proyectos en los que participen ESCOS están incluidos en la cantidad de proyectos asociativos e individuales.

Bajo la consideración de número de proyectos a desarrollar a un plazo de 5 años y con los montos en UF que cada proyecto, en promedio requeriría se calcula el costo para el país de la implementación de estos proyectos. Se muestra en el Cuadro N° 10.6.

Cuadro 10.6.
Costo País por Implementación de Instrumentos, Caso Pesimista

	CANTIDAD PROYECTOS AL AÑO	SUBSIDIO ASOCIATIVO		GARANTIA		PREINVERSION	
		UNITARIO UF/C/U	TOTAL UF/AÑO	UNITARIO UF/C/U	TOTAL UF/AÑO	UNITARIO UF/C/U	TOTAL UF/AÑO
ASOCIATIVOS	5	7.000	35.000	40.000	200.000	0	0
AUTOPRODUCTOR	8	0	0	2.000	16.000	250	2.000
INDIVIDUAL	7	0	0	70.000	490.000	3.500	24.500
TOTAL	20		35.000		706.000		26.500

10.8.2 Escenario Optimista

A continuación se presenta la evaluación del caso optimista que considera el posible desarrollo de 37 proyectos anuales.

Cuadro 10.7.
Cantidad de Proyectos Posibles a Desarrollar en 5 años, Caso Optimista

TIPO PROYECTOS	POTENCIAL TOTAL	PORCENTAJE EN 5 AÑOS	CANTIDAD 5 AÑOS	CANTIDAD AÑO
ASOCIATIVOS	88	50%	44	9
AUTOPRODUCTOR	3.971	2%	79	16
INDIVIDUAL	113	50%	57	11
TOTAL	4.172		180	36

Nota: Los posibles proyectos en los que participen ESCOS están incluidos en la cantidad de proyectos asociativos e individuales.

Cuadro 10.8.
Costo País por Implementación de Instrumentos, Caso Optimista

	CANTIDAD PROYECTOS AL AÑO	SUBSIDIO ASOCIATIVO		GARANTIA		PREINVERSION	
		UNITARIO UF/C/U	TOTAL UF/AÑO	UNITARIO UF/C/U	TOTAL UF/AÑO	UNITARIO UF/C/U	TOTAL UF/AÑO
ASOCIATIVOS	9	7.000	63.000	40.000	360.000	0	0
AUTOPRODUCTOR	16	0	0	2.000	32.000	250	4.000
INDIVIDUAL	11	0	0	70.000	770.000	3.500	38.500
TOTAL	36		63.000		1.162.000		42.500

El siguiente cuadro resume el número de proyectos que podrían acogerse a los instrumentos y el costo total que cada uno de éstos tendría para el país.

Cuadro 10.8.
Resumen de Costo País de Instrumentos en Ambos Escenarios

INSTRUMENTO	ESCENARIO PESIMISTA		ESCENARIO OPTIMISTA	
	N° PROYECTOS AÑO	COSTO UF	N° PROYECTOS AÑO	COSTO UF
SUBSIDIO ASOCIATIVO	5	35.000	9	63.000
SUBSIDIO PREINVERSION	15	26.500	27	42.500
TOTAL SUBSIDIOS	20	61.500	36	105.500
GARANTIA	20	706.000	36	1.162.000
TOTAL PROYECTOS FINANCIADOS	20	767.500	36	1.267.500

11. CONCLUSIONES.

11.1. Modelos.

Considerando la experiencia internacional y nacional, los análisis económicos preliminares y la opinión de expertos, los modelos de negocio seleccionados para los sectores en estudio, son :

a) Modelo de Gran Productor Agropecuario.

Comprende agroindustrias y productores agropecuarios que generan gran volumen de residuos orgánicos que les permitiría generar más de 400 MWh/año de energía eléctrica (500 kW de potencia). Este tamaño es suficiente para rentabilizar el negocio utilizando tecnología tradicional y poder adquirir el conocimiento técnico necesario. Su objetivo es vender energía eléctrica y en lo posible utilizar el calor residual.

b) Asociación de Productores Medianos.

Corresponde a una asociación de varios productores medianos de residuos agropecuarios o agroindustriales. Su objetivo es alcanzar un tamaño de planta generadora de biogás similar al anterior, para generar y vender energía eléctrica. El requisito es que las instalaciones estén cercanas en un radio no mayor de 30 km.

c) Productor Pequeño.

Se refiere a un productor agropecuario individual que utilizando una tecnología más simple, puede rentabilizar el proyecto. Es válido para tamaños entre 10 y 100 kW de potencia. Se basa en el autoconsumo productivo de energía eléctrica.

d) Modelo ESCO.

Este puede adoptar dos modalidades: la ESCO es dueña del negocio completo, para lo cual debe establecer contratos de largo plazo para abastecerse del sustrato. En lo demás correspondería al modelo del gran productor.

La otra alternativa es la asociación de la ESCO con uno o más proveedores de sustrato, formando una tercera empresa. La ESCO aporta parte del capital y el conocimiento técnico.

11.2. Tipos de Proyectos.

Los tipos de proyectos más factibles de generación de biogás de los sectores silvo agropecuarios y acuícolas, considerando la disponibilidad y ubicación de los recursos, factores económicos y tecnológicos, son :

- a) Utilización de purines de vacunos y cerdos.
- b) Utilización de guano de aves
- c) Residuos y RILES de Agroindustrias tales como procesadoras de frutas y hortalizas, faenadoras de carne, suero de leche, etc.
- d) Lodos finales de piscicultura producidos en las primeras etapas de crianza de salmones y truchas. Los desechos de ejemplares adultos no son rescatables (mar abierto) y los desechos de procesamiento se utilizan para producir alimentos animales.
- e) Cultivos energéticos. Estos pueden ser de diverso tipo: maíz, tunas, etc. En general conviene mezclarlos con desechos animales (purines, guanos). Dado que requieren de un costo de obtención del sustrato, su factibilidad es menor en el corto y mediano plazos.
- f) Utilización de residuos forestales. Los residuos forestales pueden ser gasificados, obteniéndose syngas. A pesar de la alta producción de residuos, más del 90% de ellos se destina a otros usos, tales como combustible directo, para fabricación de tableros, etc. Además esta tecnología no tiene un desarrollo tecnológico aplicado en forma masiva, lo que encarece su instalación.

Cabe señalar que las plantas permiten la mezcla de residuos, lo que muchas veces es beneficioso.

11.3. Potencial de Recursos y Cantidad de Proyectos Potenciales.

La masa de residuos disponibles de los principales rubros de los sectores en estudio se muestra a continuación junto con el potencial estimado de biogás que se podría obtener.

Cuadro N° 11.1.
Masa de Residuos y Potencial Energético

Sustrato	Masa de Residuos (*) Ton M.O.	Potencial		
		Biogás km3/año	Térmico Gcal/año	Eléctrico MWh/año
Purines Cerdo	395.861	152.406	717.834	331.688
Purines Bovinos	1.547.459	618.984	3.045.457	1.480.379
Guano Aves	4	217.638.648	532.733	2.961.997
Desechos de Cultivos	425.746	245.677	1.326.657	617.161
Desechos Forestales -RAE	88.032	37.312	246.490	114.647
Lodo Piscicultura (*)	6.939	1.714	9.255	4.305
Agroindustria	132.305	67.401	363.968	169.318
Total	2.596.346	218.762.142	6.242.393	5.679.494

(*) Como materia seca

La cantidad potencial de proyectos por sustrato y tamaño se muestra en la tabla siguiente, con el monto total de kW.

Cuadro N° 11.2.
Cantidad y Potencial de Proyectos

Rubro	Autoproductores			Individuales			Asociativos			Total	
	N°	kW _ Total	kW _ Prom	N°	kW _ Total	kW _ Prom	N°	kW _ Total	kW _ Prom	N°	kW _ Total
Cerdos + Residuos Cultivos	38	1.722	45	25	48.422	1.937	6	6.020	1.003	69	56.164
Bovinos + Residuos Cultivos	3.797	107.717	28	6	5.131	855	26	14.936	574	3.829	127.785
Aves	136	7.123	52	82	132.716	1.618	28	17.510	625	246	157.348
Agroindustria							27	21.784	807	27	21.784
Total	3.971	116.562	29	113	186.269	1.648	87	60.250	693	4.171	363.081

Nota: Se considera una operación de 8.000 horas anuales.

Se considera factible el desarrollo de 1 proyecto asociativo a base de residuos de piscicultura en la X región con una potencia del orden de 450 kW. Por lo que el total de proyectos asociativos sería de 88 Proyectos.

11.4. Aplicabilidad de Proyectos Tipo a Modelos de Negocio.

A continuación se muestra las combinaciones más probables de modelos y proyectos tipo.

Cuadro N° 11.3.
Aplicación de Modelos de negocios a Proyectos Tipo

Origen Principal de Sustrato	Modelo de Negocio			
	Modelo AutoProductor	Modelo Asociativo	Modelo Individual	Modelo ESCO
Purines de Cerdos	✓	✓	✓	✓
Purines de Bovino	✓	✓	✓	✓
Guano de Aves	✓	✓	✓	✓
Lodos de Piscicultura		✓		✓
Residuos Agrícolas	✓	✓	✓	✓
Residuos Silvícolas		✓	✓	✓
Cultivos Energéticos				✓
Agroindustria*		✓	✓	✓

11.5. Incentivos.

Existe un conjunto de incentivos otorgados por el Estado, que han sido exitosos en fomentar solamente algunas ERNC (centrales minihidráulicas y eólicas), pero en el caso del biogás, se han apoyado varios estudios preliminares con escasos resultados en términos de concreción de proyectos.

El consultor considera que sería necesario modificar los instrumentos existentes para apoyar los modelos de negocio planteados en este estudio levantando las siguientes restricciones:

- a) Los incentivos están orientados a la generación eléctrica, siendo que el biogás se puede utilizar también directamente como combustible.
- b) El tamaño de los proyectos a bonificar tiene un límite inferior muy alto, lo que excluye a una gran cantidad de proyectos potenciales de biogás, considerando que éstos en general son de menor tamaño que los de otras energías renovables.
- c) Los fondos de garantías estatales (FOGAPE y FOGAIN) sólo cubren hasta el 50% de los créditos. Estos proyectos son percibidos de alto riesgo por bancos e inversionistas, por lo que para incentivarlos convendría aumentar el monto de garantía.
- d) Los fondos de Capital de Riesgo bajo la línea F3 de CORFO limitan los aportes sólo a empresas con patrimonio menos a US\$ 100.000.

Además de las modificaciones a instrumentos actuales se propone crear un instrumento específico para impulsar el desarrollo de proyectos asociativos de biogás. El objetivo de este instrumento sería otorgar un cofinanciamiento para el desarrollo de la asociatividad de productores de residuos, principalmente agropecuarios tendiente a materializar proyectos para la producción y el uso energético de biogases combustibles.

El siguiente cuadro resume el número de proyectos que podrían acogerse a los instrumentos y el costo total que cada uno de éstos tendría para el país bajo dos escenarios, pesimista y optimista.

Cuadro N° 11.4.
Estimación de Aporte Estatal

INSTRUMENTO	ESCENARIO PESIMISTA		ESCENARIO OPTIMISTA	
	N° PROYECTOS AÑO	COSTO UF	N° PROYECTOS AÑO	COSTO UF
SUBSIDIO ASOCIATIVO	5	35.000	9	63.000
SUBSIDIO PREINVERSION	15	26.500	27	42.500
TOTAL SUBSIDIOS	20	61.500	36	105.500
GARANTIA	20	706.000	36	1.162.000
TOTAL PROYECTOS FINANCIADOS	20	767.500	36	1.267.500