



UNIVERSIDAD
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL
PIRHUA

MEJORA EN LA GESTIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA MICRO Y PEQUEÑA EMPRESA EN EL PERÚ (MYPE)

Alfredo Alcides Oliveros Donohue

Piura, Julio de 2012

FACULTAD DE INGENIERÍA

Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales

Oliveros, A. (2012). *Mejora en la gestión de las energías renovables en la micro y pequeña empresa en el Perú (MYPE)*. Tesis de maestría en Gestión y Auditorías Ambientales. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.



Esta obra está bajo una [licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](#)

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERIA



**Mejora en la gestión de las energías renovables en la micro y
pequeña empresa en el Perú (MYPE)**

**Tesis para optar el Grado de Master en Gestión y Auditorías
Ambientales**

Alfredo Alcides Oliveros Donohue

Guillermo Javier Salas Donohue – Asesor

Piura, Julio 2012

DEDICATORIA

A Rosario, mi esposa, por su constante apoyo en la cristalización de mis ideales

A mis hijos Patricia y Francisco, a mi yerno Giovanni y mi nuera Daniela

A mis nietos Joaquín, Salvador, Candelaria y Mariano

A la memoria de mis padres, Humberto y Amelia

Prólogo

El deseo de contribuir desde la perspectiva de una energía descentralizada—para mejorar la calidad de vida de los peruanos de bajos ingresos - llevó al autor al desarrollo de tecnologías apropiadas para aprovechar las energías renovables: solar, eólica, biomasa, pequeñas caídas de agua, antes llamadas energías no convencionales. Esfuerzo que se plasmó en equipos y procesos para lograr este propósito, y principalmente, en la creación del concepto de “Energización^{1,2}”.

Este concepto va más allá de la electricidad, ofreciendo un mirada integral de la energía, que parte del hecho de que su demanda, tiene tres componentes: mecánico, térmico y eléctrico; cuya combinación satisface de forma más eficiente las necesidades de cada comunidad, utilizando al máximo los recursos de la zona.

El avance en esta mirada integral, demanda también conocimientos para dar valor a los productos naturales del campo, sin el impacto ambiental que causan generalmente estas aplicaciones, por lo que el autor se involucra en las Tecnologías Limpias.

Con el conocimiento y experiencia del manejo de las Energías Renovables y las Tecnologías Limpias, se encuentra otra barrera: una sostenibilidad limitada a la presencia de los especialistas, lo cual hacía dependientes a los pequeños y micro empresarios quienes en la gran mayoría de los casos, no pueden afrontar el costo que su contratación implicaría.

Surge por ello, la necesidad de manejar un Modelo de Gestión que se presenta en esta Tesis, que permita a los destinatarios de este conocimiento, aplicarlos con mayor confianza sin estar supeditados a la presencia de especialistas en Energías Renovables y Tecnologías Limpias, fortaleciendo así - no sólo su autonomía - sino también la calidad de su producto y por ende, sus ingresos.

El Autor

¹ A. Oliveros Donohue: Tecnología Energética y Desarrollo – CONCYTEC Lima 1990

² A. Oliveros D. “Energising” Rural Areas of Peru – Energia News Vol. 2 N°1 1998

Resumen

Con el objetivo de poner al alcance del empresario MYPE en Perú, una herramienta que le permita contar con energía renovable para satisfacer sus necesidades energéticas de manera sostenible, afrontando paralelamente el aumento constante de los costos de la energía comercial, se presenta en esta Tesis, una propuesta de Modelo de Gestión alternativo que puede adaptarse a diversos pisos ecológicos para responder a la rica biodiversidad de nuestro país convirtiéndolas en proveedoras de bienes y servicios con tecnologías limpias.

Para este propósito se ha efectuado una revisión de casos reales de gestión de Energías Renovables en MYPEs dedicadas a la producción y servicios, evaluándolas en base a parámetros tales como: organización, capacitación, mantenimiento, cuidado del medio ambiente y uso productivo que en su conjunto representan su “grado de eficiencia de gestión organizacional”.

Igualmente y asumiendo que ya está en práctica el Modelo de Gestión en microempresas de agroindustria y hotelería, se han elaborado diversos escenarios para mostrar las mejoras sustanciales que se dan en su economía, al ofrecer productos de calidad en mercados más exigentes, con una organización sencilla.

Pese a que las renovables son amigables con el medio ambiente, su aplicación puede generar impactos ambientales negativos como el uso de baterías, disposición final de residuos, funcionamiento de los equipos y otros. Para atenuarlos, se ha adecuado la Matriz de Leopold, aplicándola a la producción de quesos. Esto permitirá que las MYPE's se autoevalúen para mitigar los impactos ambientales antes de que estos ocurran.

En estos tres aspectos: grado de eficiencia de gestión organizacional, mejora de la economía y mitigación del impacto ambiental, una capacitación modular-secuencial-aplicativa, facilitará la apropiación y puesta en práctica de los nuevos conocimientos necesarios para aplicaciones de gestión integrales.

El inicio de estas unidades requerirá el apoyo de organismos de desarrollo hasta que se conviertan en unidades autosuficientes, así como, políticas de Estado que incentiven el cambio de la matriz energética, fomenten capacitaciones especializadas en energías renovables y cuidado ambiental.

Índice

Prólogo.....	3
Resumen.....	4
Índice.....	5
Introducción.....	8
Capítulo 1: Problemática existente.....	9
1.1 Aspectos generales.....	9
1.2 La pequeña y micro empresa en el Perú.....	10
1.2.1 Definición de la micro y pequeña empresa.....	10
1.2.2 Características de los establecimientos.....	10
1.2.3 Distribución geográfica.....	12
1.2.4 Tipo de organización.....	12
1.2.5 Actividad económica en la que participan.....	13
1.2.6 Aplicaciones concretas de las energías renovables en el Perú a nivel de microempresa.....	15
Capítulo 2: Objetivos.....	17
2.1 Objetivo general.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
Capítulo 3: Justificación del estudio.....	19
3.1 Técnica.....	19
3.2 Económica.....	19
3.3 Social.....	20
Capítulo 4: Estado de la técnica en el Perú.....	21
4.1 Energía solar.....	22
4.1.1 El recurso.....	22
4.1.2 La tecnología.....	24
4.1.3 Las aplicaciones.....	25
4.1.3.1 Energía solar térmica	25

4.1.3.2	Energía solar fotovoltaica	26
4.2	Energía eólica.....	28
4.2.1	El recurso.....	29
4.2.1.1	Mapa eólico.....	31
4.2.2	La tecnología.....	31
4.2.2.1	Aerobombas.....	31
4.2.2.2	Aerogeneradores.....	32
4.2.3	Las aplicaciones.....	33
4.3	Energía de la biomasa.....	34
4.3.1	El recurso.....	34
4.3.2	Tipos de biomasa.....	35
4.3.3	Biocarburantes.....	36
4.3.3.1	Bioalcoholes.....	36
4.3.3.2	Bioaceites.....	37
4.3.4	Tecnología: Procesos de transformaciones de la biomasa en energía.....	37
4.3.4.1	Físicos.....	37
4.3.4.2	Químicos.....	38
4.3.4.3	Termoquímicos.....	38
4.3.4.4	Biológicos.....	38
4.3.5	Las aplicaciones.....	40
4.3.5.1	Desechos rurales.....	40
4.3.5.2	Desechos urbanos.....	40
4.3.5.3	Desechos industriales.....	41
4.4	Energía hidráulica.....	43
4.4.1	El recurso.....	43
4.4.1.1	Evaluación aproximada de recursos hidráulicos.....	43
4.4.1.2	Cálculo de potencia.....	44
4.4.1.3	Evaluación preliminar de demanda eléctrica.....	44
4.4.1.4	Evaluación de demanda actual de energía para poblaciones rurales ..	44
4.4.1.5	Evaluación de la demanda futura	45
4.4.2	La tecnología.....	45
4.4.2.1	Turbina.....	45
4.4.2.2	Generadores eléctricos.....	50
4.4.2.3	Reguladores de velocidad.....	51
4.4.2.4	Casa de máquinas.....	51
4.4.2.5	Red de distribución.....	51
4.4.2.6	Ariete hidráulico.....	51
4.4.3	Las aplicaciones.....	52

Capítulo 5: Propuestas de diseño de un modelo de aplicación de las energías renovables.....53

5.1	A la producción - agroindustria.....	53
5.2	A los servicios - turismo.....	57
5.3	Uso de las renovables a mayor escala.....	57
5.4	Propuesta integrada para alojamiento (solar, eólica, biomasa, micro hidro).....	58
5.5	Propuesta para granjas caprinas.....	60

Capítulo 6: Sostenibilidad de las aplicaciones.....	61
6.1 Organización.....	62
6.2 Capacitación.....	62
6.2.1 Apropiación por parte del usuario.....	62
6.2.2 Capacidad en gestión.....	63
6.2.3 Capacidad de asegurar el buen uso y mantenimiento de los equipos instalados.....	63
6.2.4 Accesibilidad a servicios de mantenimiento.....	63
6.3 Mantenimiento.....	63
6.4 Confiabilidad.....	64
Capítulo 7: Metodología de medición del impacto ambiental.....	65
7.1 Matriz causa – efecto: Matriz de Leopold.....	66
7.2 Medidas preventivas y correctivas	67
7.3 Impacto ambiental de la mini planta quesera.....	69
Capítulo 8: Modelo de gestión.....	73
8.1 Modelo de gestión del operador.....	73
8.1.1 Procesos de dirección.....	74
8.1.1.1 Planificación.....	74
8.1.1.2 Presupuesto.....	74
8.1.1.3 Marketing.....	75
8.1.2 Ejecución.....	75
8.1.2.1 Selección de tecnologías.....	75
8.1.2.2 Producción.....	75
8.1.2.3 Empacado.....	75
8.1.3 Apoyo.....	76
8.1.3.1 Mantenimiento.....	76
8.1.3.2 Capacitación en RRHH.....	77
8.1.3.3 Logística.....	78
8.2 Modelo de gestión del promotor.....	78
8.3 Ponderación de la micro y pequeñas empresas estudiadas.....	79
Capítulo 9: Aspectos económicos.....	81
9.1 Del operador.....	81
9.2 Del promotor.....	83
Capítulo 10: Conclusiones y recomendaciones.....	85
Bibliografía.....	87
Anexos.....	89

Introducción

Gracias a la visión de futuro de muchos peruanos y peruanas, se tiene actualmente un conjunto de tecnologías, locales e importadas, para aprovechar las energías renovables en nuestro país. Asimismo, instalaciones a gran escala en proceso de implementación, que darán una mejor imagen de sus potencialidades. Sin embargo, la utilización en muy pocos casos es híbrida: solar/eólica por ejemplo, pero no se conocen combinaciones más integrales que satisfagan simultáneamente, necesidades de energía térmica, mecánica y eléctrica con una larga vida útil de una manera sostenible.

Se cuenta igualmente con empresarios MYPE's que podrían emplear mejor estas energías, elevando sustancialmente la calidad de su producto y por ende, la calidad de vida comunitaria, si contaran con el conocimiento apropiado para hacerlo de manera más eficiente y económica. En esta perspectiva, en el capítulo 1 de esta tesis se analizan sus características y distribución geográfica, se plantean en el capítulo 2 el objetivo general y los específicos, para fundamentar en el capítulo 3 las razones sociales, técnicas y económicas que la sustentan. En el capítulo 4, se hace una revisión del estado de la técnica, enfatizando en las bondades de cada una y describiendo la tecnología de su utilización. En el capítulo 5 se plantea la revisión de siete casos de MYPES que utilizan energías renovables en la hotelería y agroindustria en diferentes lugares de nuestro país, terminando este Capítulo con una propuesta de cómo se podrían mejorar estas experiencias con un enfoque más integral y cuidadoso del ambiente.

En el capítulo 6 se aborda el tema de la sostenibilidad, analizando una serie de aspectos que permitirían ofrecer las bondades de estas energías por largos períodos de tiempo. En el capítulo 7 se trabaja el impacto causado cuando el uso de las renovables requiere de elementos agresivos con el entorno, como son: las baterías, máquinas ruidosas o procesos en los que se producen sub productos contaminantes como el suero, planteándose medidas correctivas para mitigar los potenciales impactos ambientales.

El capítulo 8 presenta un modelo de gestión, que permitiría a las MYPE's, un mejor uso de las energías renovables. En el capítulo 9 se analiza como los ingresos pueden mejorar cuando se usa de manera integral la tecnología que da valor a los productos naturales de la zona de aplicación. Finalmente, en el capítulo 10, se verá las conclusiones y recomendaciones de esta Tesis.

Capítulo 1

Problemática existente

1.1 Aspectos generales

Las MYPEs en el Perú generan más del 70% del empleo, en actividades de producción y servicios, no obstante su contribución a la riqueza nacional es pequeña. Asimismo, por desconocimiento muchas veces lo hacen afectando el Medio Ambiente cuando usan procesos que no son limpios.

Además, una gestión inadecuada de la energía origina que las MYPES desperdicien las energías renovables que están a su alcance, con el consiguiente perjuicio económico que ello supone, utilicen energéticos sucios, generen residuos que contaminan el ambiente, causando deterioro de la salud de sus trabajadores y por ende disminuyendola calidad de vida personal y colectiva. Se da el caso de otras que por falta de mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo, no obtienen todo el provecho que deberían.

Lo anterior ha sido observado por el autor durante la instalación de equipos de energía con renovables en pequeñas empresas, principalmente de los sectores hotelero y agroindustrial en diversas localidades de la Costa, Sierra y Selva de nuestro país.

Existe información que podría coadyuvar a cambiar este panorama, pero buena parte de ella se encuentra en idioma extranjero o con un lenguaje muy técnico que no está al alcance de los micros o pequeños empresarios de nuestro país. Al mismo tiempo, esta información está muy dispersa o en una forma que no puede ser utilizada fácilmente. Este es el caso de las páginas web del CONCYTEC, MINEM, ITDG, UNI, PUCP, de información comercial y de las tesis que se realizan en nuestras universidades, entre otras.

1.2 La pequeña y micro empresa en el Perú

1.2.1 Definición de la micro y pequeña empresa

En la literatura encontrada se manifiesta que no existe un criterio para definirla y, por tanto ésta varía dependiendo del enfoque: Volumen de ventas, capital social, número de personas ocupadas, valor de la producción o de activos, criterio económico – tecnológico, densidad de capital que relaciona el valor de los activos fijos con el número de trabajadores del establecimiento, otros. Esto concuerda con el hallazgo de más de cincuenta definiciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en setenta y cinco países resultantes también de la aplicación de criterios muy variados, desde considerar la cantidad de trabajadores o el tipo de gestión, el volumen de ventas o los índices de consumo de energía, hasta incluso el nivel tecnológico, por citar los más usuales, por lo que desde 1986, la define de manera amplia incluyendo a Pequeñas y Medianas Empresas tanto modernas, con no más de cincuenta trabajadores, como familiares con tres o cuatro de sus miembros, considerando inclusive a los trabajadores autónomos del sector no estructurado de la economía (informales).

De otro lado, la CEPAL la define como unidad productora con menos de diez personas ocupadas incluyendo al propietario, sus familiares y a sus trabajadores tanto permanentes como eventuales.

Por su parte Fernando Villarán, ex Ministro de Trabajo, en un Seminario de "Microempresas y Medio Ambiente" realizado en Lima en 1993, la define como de reducido tamaño con una a cuatro personas ocupadas, escasa densidad de capital, intensiva en mano de obra, bajos niveles de capacitación y productividad, generalmente con ingresos que se mantienen a niveles de subsistencia, inestabilidad económica, casi nula generación de excedentes y mayoritariamente informal.

1.2.2 Características de los establecimientos

Existe gran dispersión de datos sobre las características de los establecimientos MYPES en nuestro país, habiéndose encontrado más coincidencias en el número de trabajadores según el tamaño que en las ventas anuales consideradas³⁴⁵. Para el presente trabajo se ha considerado la información existente en la primera referencia mencionada.

- Microempresa
Manejada por sus propios dueños laboran, el número de trabajadores no excede de 10 y el valor total de las ventas no sobrepasa las 12 UIT.

³ <http://www.monografias.com/trabajos11/pymes/pymes.shtml>

⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Peque%C3%B1a_y_mediana_empresa

⁵ <http://www.slideshare.net/ricek2010/realidad-de-las-mype-en-el-peru>

- La pequeña empresa
El propietario no necesariamente trabaja en la empresa, el número de trabajadores no excede de 20 personas, el valor total anual de las ventas no sobrepasa las 25 UIT.
- Mediana empresa
Tiene un número de trabajadores superior a 20 personas e inferior a 100.
- Gran empresa
Su número de trabajadores excede a 100 personas.

Tabla 1.1 Tamaño de la empresa en función del tipo de propietarios, número de trabajadores y ventas anuales en Perú. Elaboración Propia.

CARACTERÍSTICAS			
Tipo	Propietario	N° trabajadores	Ventas anuales
Micro Empresa	La maneja personalmente	De 1 a 10	No excede de las 150 UIT
Pequeña Empresa	No necesariamente trabaja en ella	De 1 a 50	Más de 150 UIT No excede de las 850 UIT
Mediana Empresa	No necesariamente trabaja en ella	Superior a 50 e inferior a 100	
Gran empresa	No necesariamente trabaja en ella	Superior a 100	

Fuente: Ley 28015 Ley de promoción y formalización de la micro y pequeña empresa. 03 Julio 2003.

Tamaño de empresa	N° de trabajadores	Número	%
Microempresa	1 - 10	1'069,763	93.4
Pequeña empresa	10 - 100	49,491	4.3
Mediana y gran empresa	+ de 100	26,071	2.3
Total		1'145,325	

Fuente: SUNAT 2009

Tabla 1.2 Micro y Pequeña Empresa incluyendo las informales

Tamaño de empresa	2004	2005	2006	2007	2008
Microempresa	2'895,044	2'946,886	3'061,744	3'250,039	3'325,300
Pequeña empresa	40,454	48,023	31,115	41,367	58,025
	2'935,496	2'994,909	3'092,859	3'291,406	3'3983,326

Fuente: Ministerio de Trabajo y Promoción Social
Encuesta nacional de hogares sobre condiciones de vida y pobreza, continúa
2004-2008

Fuente: www.monografias.com

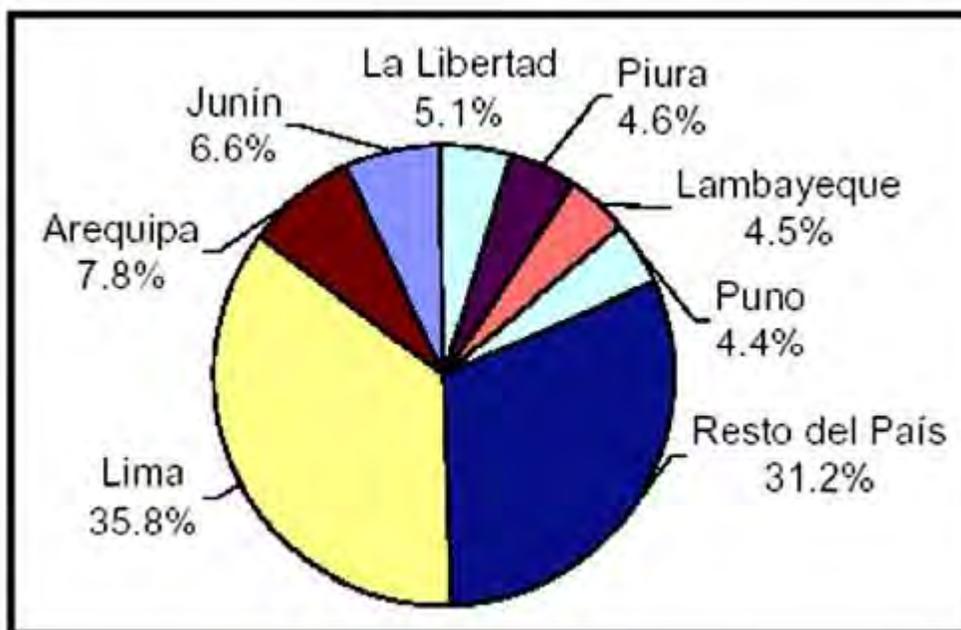
1.2.3 Distribución geográfica

Como se aprecia en el Tabla 1.3, existe una gran diferencia entre el número de establecimientos existentes en la capital y el de otras Regiones de nuestro país (ex departamentos). Esto resulta diametralmente opuesto a la presencia de las energías renovables y la biodiversidad, las cuales se encuentran más bien al interior del país donde se presentan con mayor intensidad. Lo anterior se debe ver como un reto y una oportunidad para promover su desarrollo como se verá en el capítulo 5.

Tabla 1.3 Perú: Distribución geográfica de los establecimientos.³

Departamento	N° de Establecimiento	
	Absoluto	Porcentual
Total	231 249	100.0
Lima	82 776	35.8
Arequipa	18 052	7.8
Junín	15 197	6.6
La Libertad	11 680	5.0
Piura	10 578	4.6
Lambayeque	10 412	4.5
Puno	10 119	4.4
Resto del país	72 435	31.3

Figura 1.1



Fuente: INEI, Evolución de los Determinantes del Empleo en las Micro y Pequeñas Empresas, 1995 – 1998
Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi

1.2.4 Tipo de organización

Existen vocaciones de organización que predominan tanto en la micro como en la pequeña empresa. Así, en ambos casos la mayoría prefiere la organización individual, la persona natural y la empresa unipersonal. Un porcentaje pequeño de empresas opta por la empresa individual de responsabilidad limitada y la SAC, como de responsabilidad limitada³.

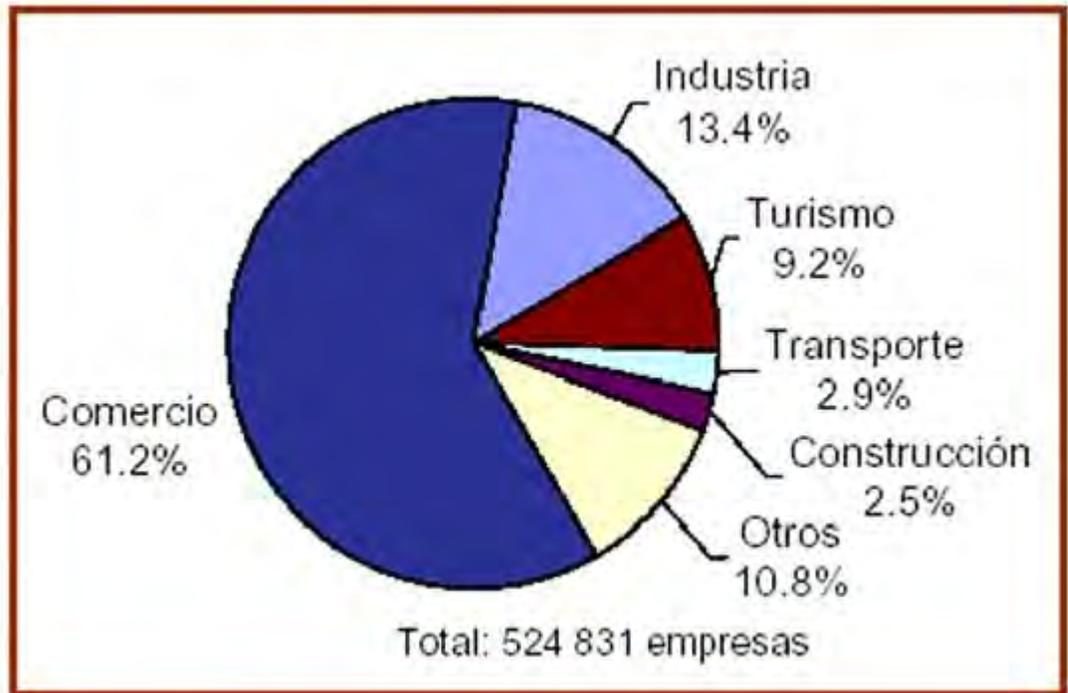
Según la misma referencia del párrafo anterior, los empresarios de la Micro y pequeña empresa, prefieren la organización individual y la persona natural.

1.2.5 Actividad económica en la que participan

La micro y pequeña empresa participa en el proceso productivo nacional realizando un conjunto de actividades heterogéneas como se aprecia en la figura 1.2, preparada por la Gerencia de Estudios Económicos del Indico en base a información proporcionada por la universidad de Lima. Destacan por su presencia, los pequeños establecimientos de la actividad terciaria que requieren un bajo nivel de inversión y son de fácil adaptación para un cambio de giro.

Un alto porcentaje, 61.2%, se dedican al comercio. Un 13.4% a la industria manufacturera de pequeña escala, un 9.2% al turismo, 2.9% al transporte y un 2.5% a la construcción y finalmente un 10.8% que está fuera de los mencionados.

Figura 1.2



Distribución de las Pequeñas y Microempresas Según actividad Económica

Fuente: ULPYME

Elaboración: Gerencia de Estudios Económicos del Indecopi

En los establecimientos con menos de 5 trabajadores, se observa una alta concentración de la actividad comercial y reparación de vehículos y efectos personales 68.5%. En cambio; conforme se incrementa el tamaño del establecimiento, mayor es la presencia de la industria manufacturera, disminuyendo la participación de las actividades de comercio y los servicios.

Es importante señalar, que el Modelo de Gestión que se presenta en el capítulo 8, va a responder con mayor facilidad en el caso de micro empresas, que como las mostradas en el Cuadro que se describe, están dedicadas a servicios, tales como hotelería, restaurantes y reparación de vehículos. En momentos en los que el país está impulsando fuertemente el turismo rural, esto será muy importante para el éxito del modelo planteado.

Tabla 1.5 Perú: Estructura de Establecimientos de la Pequeña y Micro Empresa, según Actividad Económica.³

Actividad económica	Total establecimt.		Estrato de personal ocupado					
			1 A 4 P.O.		5 A 10 P.O.		11 A 20 P.O.	
	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%
Total	231249	100.0	213 738	100.0	12650	100.0	4 861	100.0
Industria manuf.	25 008	10.8	20 938	9.8	2 765	21.9	1 305	26.8
Comercio y reparación vehículos, efec.pers.	152 845	66.1	146 494	68.5	4 962	39.2	1 389	28.6
Hoteles, restaurantes.	22 074	9.5	20 499	9.6	1 243	9.8	332	6.8
Actividad inmobiliario, empresa de alquiler	9 005	3.9	7 834	3.7	803	6.3	368	7.6
Otras	22 317	9.7	17 973	8.4	2 877	22.8	1 467	30.2

1.2.6 Aplicaciones concretas de las energías renovables en el Perú a nivel de microempresa

En opinión del autor y desde el objetivo de esta tesis, la microempresa proviene del esfuerzo y la capacidad de la población por salir adelante y por sobreponerse a situaciones de crisis de larga en nuestro país, como por ejemplo la falta de empleo. Se ha ido desarrollando sin mayor ayuda por parte del Estado. Pese a ello, están compuestas por personas atentas a las posibilidades que les ofrece el mundo que las rodea y esta es una de las razones por las cuales desde hace años, se encuentran aplicaciones de energías renovables en diferentes lugares del país.

En el capítulo 5 se verá aplicaciones de las energías renovables más modernas, pero hay otras que han trascendido los tiempos, como es la molienda de granos con molinos de piedra a la usanza de aquellos traídos por los españoles durante la colonia, que existen en variadas versiones en diferentes lugares de nuestro país. Estos utilizan una pequeña caída de agua y transforman la energía

hidráulica de ésta, en energía mecánica, con el que el “molinero” muele el trigo del lugar para la preparación del pan de la comunidad. Otros microempresarios lo utilizan de otra manera como en Caraz donde muelen frutas para la preparación de harinas para hacer helados o en Huánuco donde el molino acciona un trapiche con el que se extrae el jugo de la caña para la preparación de chancaca y aguardiente. En Puno otro microempresario acciona todas las máquinas que necesita su carpintería con este sistema.

No olvidemos el caso del bombeo de agua con aerobombas, que se comentará en la sección dedicada a la energía eólica, y que todavía se usa en las comunidades de Miramar y Vichayal en Piura. En Arequipa, Variante de Uchumayo, se usó hasta la década de los 80, otra versión de Aerobomba para suministrar el agua que se necesitaba para las curtiembres instaladas en esa localidad.

Capítulo 2

Objetivos

1.1 Objetivo general

Mostrar un **modelo de gestión** alternativo al actualmente empleado en nuestro país, que permita al empresario de la pequeña empresa contar con energía renovable de manera confiable técnica y económicamente, para satisfacer sus necesidades energéticas y afrontar el aumento constante de los costos de la energía comercial y el deterioro ambiental.

1.2 Objetivos específicos

- Presentar el estado de la técnica en el Perú para las MYPEs.
- Presentar propuestas de diseños de sistemas híbridos para generar energía para usos en la producción y servicios, en la agroindustria y hotelería.
- Realizar un análisis de la sostenibilidad de las aplicaciones.
- Presentar una metodología de medición del impacto ambiental.
- Establecer un Modelo de Gestión para MYPEs con visión ambiental.
- Presentar los aspectos económicos de las aplicaciones.

Es importante precisar que al estar este trabajo dirigido a empresas MYPEs, las aplicaciones y costos, serán acordes a sus posibilidades. También que, pese a mencionarse aspectos de la ingeniería ambiental como los referidos a los tratamientos de residuos sólidos y líquidos, no se darán los detalles de la ingeniería recomendada, como sí en el caso de las renovables.

Finalmente, que los grupos organizados de MYPEs se encuentran en las ciudades más grandes de nuestro país y están instalados principalmente en las periferias de éstas.

Capítulo 3

Justificación del estudio

Se presenta a continuación la justificación del presente estudio desde la perspectiva técnica, económica y social.

3.1 Técnica

Se necesita conocimientos para gestionar adecuadamente la generación de energía térmica, mecánica y eléctrica con fuentes renovables de energía (sol, viento, biomasa, pequeñas caídas de agua) de una manera sencilla, donde uno de los faltantes para la correcta operación es el mantenimiento de los equipos y personas dedicadas a ello. La falta de esta práctica puede ser la causa de que los equipos dejen de operar, antes del final de su vida útil.

Es necesario sistematizar la gran cantidad de información existente sobre las aplicaciones de energías renovables y de las tecnologías limpias, en sectores concretos:

- Producción: Agroindustria
- Servicios: Turismo

3.2 Económica

El precio del petróleo está alrededor de los US\$ 100/barril, situación que obliga a buscar otras alternativas para provisión de energía, que permitan aumentar el valor de los productos, y por ende, los ingresos que se obtenga de ellos para proyectarlos luego a soluciones de mayor escala, mejorando paralelamente la calidad de vida de la población de menores ingreso.

Existen programas sociales diseñados originalmente para situaciones de crisis que se han convertido en permanentes, sin que generen una mejora sustancial en la calidad de vida de los destinatarios sino más bien, creando lazos de dependencia inapropiados.

Sin embargo, faltan recursos financieros en la banca comercial, con condiciones de préstamo promocionales: tasas, plazos, etc., para incentivar el uso de las energías renovables, tanto en los sectores doméstico como productivo.

3.3 Social

No existe personal suficiente y generalizado, dedicado al tema de las energías renovables en las empresas, ni instituciones que puedan brindar servicios para la correcta operación de los equipos y un mantenimiento periódico a las más pequeñas.

Ello no permite aumentar el valor de los productos en armonía con el ambiente, y por ende, generar más ingresos que favorezcan soluciones de mayor escala, mejorando paralelamente la calidad de vida de la población.

La formación de técnicos en la operación y mantenimiento de los equipos aplicados a las energías renovables, generaría empleo especializado.

El deterioro ambiental causado por la emisión de gases de efecto invernadero de los combustibles fósiles y el continuo uso de leña y bosta como combustible, hace necesario un cambio radical de la matriz energética en nuestro país, actualmente dependiente de los hidrocarburos.

El uso de hidrocarburos para generar energía térmica, como es el caso de calentamiento de agua o aire, o la generación de electricidad, que contamina el ambiente, es una práctica que debe cambiar pronto.

Lograr lo anterior, hace necesaria una capacitación periódica en nuestro país sobre energías renovables y cuidado del medio ambiente, en centros especializados, de modo que los empresarios de las MYPEs aprendan procedimientos sencillos como el uso de tablas, gráficos, otros, aplicables a sus empresas. Asimismo, normativa precisa con metas e indicadores que promueva e incentive, como ya sucede en México con la Hipoteca Verde o en Brasil con Ciudades Solares, la aplicación de las energías renovables en el ámbito local, regional y nacional.

Capítulo 4

Estado de la técnica en el Perú

Se inicia este capítulo definiendo lo que se entiende por energías renovables para presentar luego, en forma resumida, el estado de la técnica utilizada para el aprovechamiento en las que se ha avanzado más en nuestro país: la energía solar, eólica, biomasa y microhidro.

Las fuentes de energía renovables son aquellas que tienen su origen en ciclos de regeneración continuados, basados en su mayor parte, en la energía solar. A diferencia de las no renovables, se caracterizan por estar geográficamente mejor distribuidas, ser inagotables y respetuosas con el medio ambiente, tener un impacto ambiental prácticamente nulo, y no contribuir a ningún tipo de gases o subproductos residuales⁶ (1).

Además, a partir de observaciones empíricas se puede añadir que existe una complementación natural entre la radiación solar y el viento durante todo el año. Así, en el verano generalmente la radiación es alta y el viento es bajo. En cambio en el invierno, usualmente la radiación es baja y el viento es alto. Esto sucede también entre la radiación solar y otros energéticos renovables como la energía de la biomasa y la energía hidráulica (ver pág. 185 de referencia 1). Nos referiremos nuevamente a esta complementación cuando se aborde el capítulo 5.

Existen algunas opiniones que centran su preocupación en la baja densidad de estos recursos, argumentando desde una mirada principalmente económica, que su aplicación demandaría extensiones significativas de terreno para poder recolectar cantidades importantes de energía situación que tiene su efecto en el tamaño de los equipos y la inversión inicial requerida.

En este capítulo se revisan las energías y tecnologías renovables más utilizadas en Perú: sol, vientos, biomasa y pequeñas caídas de agua; mencionando, en forma general, las más grandes pero destacando las de tamaño pequeño, por su mayor aplicación a los destinatarios de este trabajo.

⁶Funiber. (2000). Introducción a las Energías Renovables. Madrid.

4.1 Energíasolar^{7,8,9}

El sol es una inmensa masa de gas caliente radiando energía al espacio que regula nuestra vida y nuestro tiempo no obstante encontrarse a 147'500,000 km. de la tierra.

La radiación del sol se produce por la transformación de átomos de hidrógeno en helio. De esta forma una pequeña fracción (0.28) de la masa de hidrógeno se transforma en energía, la cual se emite en forma de ondas electromagnéticas en todas las bandas de longitud de onda. Para muchos procesos (ejem: procesos térmicos), se puede considerar al sol como un cuerpo negro radiando a 5,726 K.

La radiación solar promedio recibida fuera de la atmósfera es de 1.94 cal/cm²-min (1353 W/m²) y se le llama constante solar. Este valor se toma a una distancia media entre el sol y la tierra, debido a que la órbita elíptica alrededor del sol cambia la distancia relativa entre ambos, lo que modifica la intensidad de la radiación.

De esta radiación, una parte es reflejada al espacio exterior, otra es absorbida o dispersada por las moléculas y la mayor proporción es dispersada por las gotas de agua en las nubes o por las partículas de polvo. Como resultado, la radiación que llega a la tierra en parte viene directamente del sol y se llama directa y otra nos llega de diferentes ángulos y se llama difusa.

4.1.1 El recurso

En días claros la radiación solar que incide sobre una superficie horizontal alcanza su máximo al medio día. En ese momento, los rayos solares pasan directamente a través de la atmósfera e inciden en el receptor con una trayectoria mínima. El sol se mueve de Este a Oeste y describe un arco de 15' cada hora. En la madrugada y en el atardecer el sol atraviesa oblicuamente la atmósfera a través de trayectorias más largas, lo que resulta en mayor absorción y dispersión.

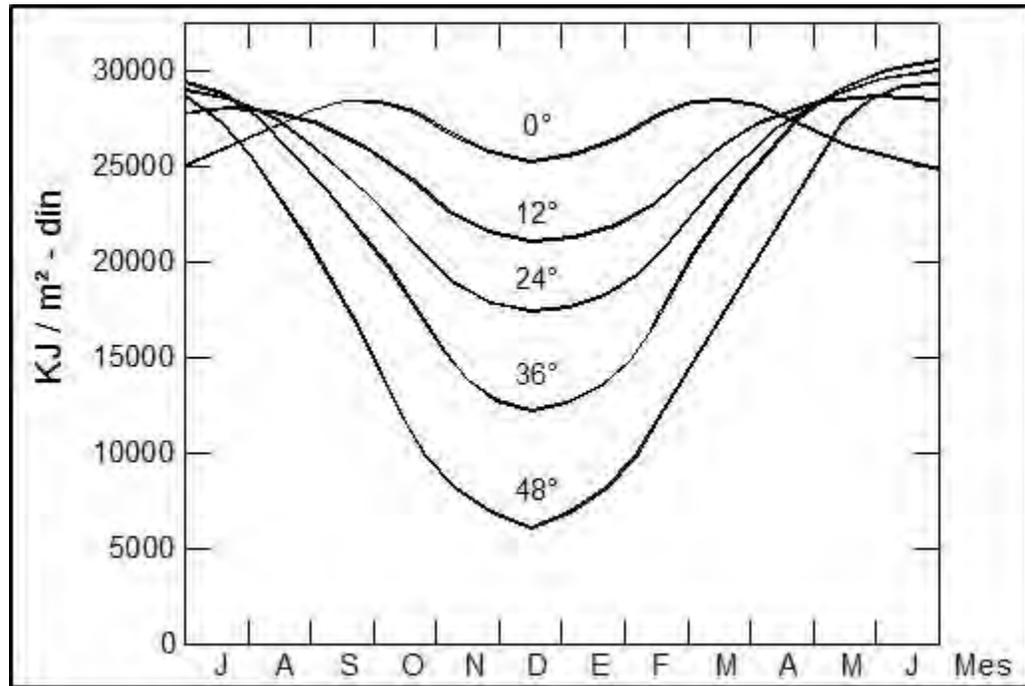
La intensidad de la radiación depende de la hora del día, del día del año, de la latitud de la tierra en el punto de observación y de la claridad de la atmósfera. En la Fig. 4.1 se puede apreciar como varía la radiación solar entre las latitudes 0° y 48°, siendo menores las que están cerca al Ecuador y cada vez mayores conforme nos alejamos del Ecuador. Si se aplica esta gráfica para países ubicados en el hemisferio sur, el mes de Diciembre tendría que ser cambiado por el de Junio y este por Diciembre.

⁷Funiber. Aplicación de las Energías renovables-Energía Solar Térmica. Madrid 2000

⁸Funiber. Aplicación de las Energías renovables-Energía Solar Fotovoltaica. Madrid 2000.

⁹IDAE Manuales de Energías Renovables Ed especial cinco días IDEA, 1996.

Figura 4.1



Variación mensual de la radiación solar en diversas latitudes.^{1,10}

En la Figura. 4.2 se puede apreciar el mapa de radiación solar en el Perú elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas en diciembre del 2002 con el apoyo de la PNUD. Existe además de este mismo esfuerzo, mapas mensuales por regiones.

¹⁰Duffie&Beckman Solar Engineering of Thermal Processes 3rd edition John Wiley&Sons Inc.2006.

Figura 4.2.



Mapa de radiación solar- promedio anual - sobre superficie horizontal.

4.1.2 La tecnología

En 1962 en el Perú, el Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento, del entonces Ministerio de Fomento y Obras Públicas, hizo un informe titulado “Posibilidades de la Utilización de la Energía Solar en el Perú”, en el que se resumía el estado de conocimiento de esta materia a nivel mundial y daba cuenta de los avances realizados en el país. A esa fecha se usaba este recurso en forma natural en la producción de sal y el secado de ciertos productos agrícolas. El

trabajo pionero se centraba en Arequipa, donde una pequeña empresa a cargo del Sr. Ernesto Barreda, había construido e instalado cientos de calentadores solares con tecnología propia.

A partir de 1976, se reinició una actividad importante, en cuanto al desarrollo tecnológico se refiere, gracias al trabajo del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC), y Universidades, como Huamanga de Ayacucho, la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima y la Universidad Nacional de Piura, entre otras, habiéndose realizado todo tipo de aplicaciones en bajas potencias para satisfacer pequeños requerimientos de energía, con tecnología artesanal e industrial. Los resultados fueron expuestos en los seminarios Nacional de Energía solar realizados en Arequipa, en 1982, y en Cuzco, en 1985^{11,12}. Luego del cierre del Itintec en 1992, los encuentros de los investigadores han continuado gracias a diferentes instituciones, tales como: En Abril de 1997, la Sociedad de Ingenieros del Perú y la ONG Energía, Desarrollo y Vida - EDEVI, organizaron el “I Seminario de Energización a nivel Nacional”. A comienzos de 1990, la Asociación Peruana de Energía Solar – APES inicia la difusión del uso de la energía solar para varias aplicaciones en diferentes lugares del país como Ayacucho, Arequipa, Cuzco, Puno, Piura, Cajamarca, otros.

El ex ITINTEC transfirió tecnología a la Empresa Enersol de Arequipa, que puso en el mercado más de 3000 calentadores solares en 6 años. Igualmente, realizó tres seminarios nacionales de energía solar, en Lima, Arequipa y Cuzco, donde se mostró a la comunidad científica, técnica y empresarial, los logros alcanzados. Actualmente, existen más de 20 empresas produciendo en forma regular calentadores solares en Arequipa, y otras empresas pequeñas en Lima y Puno. Asimismo, se está aplicando esta técnica para el calentamiento de grandes masas de agua y aire en hoteles y fábricas en Lima, Huancayo, Arequipa y Huancavelica, entre otros.

4.1.3 Las aplicaciones

4.1.3.1 Energía solar térmica

Han llegado a una etapa comercial siendo el calentamiento de agua con fines domésticos el más empleado, pero también se realizan en menor escala la calefacción de viviendas, el secado de productos agrícolas, la cocción de alimentos, y el calentamiento de piscinas. Ya se cuenta con una norma técnica para colectores solares en Indecopi¹³

Existen muchas instalaciones, principalmente domésticas, realizadas mayormente por pequeñas empresas, que son ofrecidas comercialmente

¹¹ Itintec. II Seminario Nacional de Energía Solar. Arequipa Agosto 1982.

¹² Itintec. III Seminario Nacional de Energía Solar. Cuzco Abril 1985.

¹³ Indecopi. NTP Colectores solares planos, 2002

al mercado de las grandes ciudades, siendo Arequipa aquella donde existe el mayor número de fabricantes y donde la oferta comercial es mayor. Se ofrecen en el rango de 100 a 500 l, Ver Fig. 4.5, pero se construyen de mayores dimensiones, a pedido. Ver Anexo 2.

4.1.3.2 Energía solar fotovoltaicas

El principal uso sigue siendo la electrificación rural y la DGER-MEM - Dirección General de Electrificación Rural la más importante, la DEP-MEM, ahora DGER-MEM promovió más bien el uso de la energía solar para la generación fotovoltaica con fines de electrificación rural, ejecutando 2 proyectos grandes, uno en el 2006 para 2.0 kW en Vilcallamas Arriba - Puno y 1200 equipos fotovoltaicos domésticos en Puno, Cerro de Pasco, Cajamarca e Iquitos, con el apoyo del PNUD, otro en el 2007 para 4,200 localidades en Cajamarca, Loreto, Ucayali y Pasco, con el apoyo financiero de GEF-PNUD¹⁴. En la actualidad, existen planes para un Programa masivo en el marco del cual se instalarían 20,000 sistemas en el corto plazo, pero con un horizonte de 500,000 en el largo plazo.

Desde el sector Transportes y Comunicaciones, se instalan muchos paneles fotovoltaicos para llevar las señales de teléfonos fijos y celulares. Últimamente se observa un gran crecimiento de la telefonía rural.

Se debe comentar el gran interés que existe en el sector Energía y Minas por las aplicaciones productivas y que la instalación de la unidad de 2.0 kW, ya referida, está permitiendo a sus pobladores hacer usos productivos de la electricidad para esquilar, hilar, coser, e iluminar el taller en el distrito de Capaso - Puno, con lo que sus ingresos pueden mejorar notablemente(Ver Figura 4.3). Solo tejiendo chalinas con este tipo de hilo y tejido, elevan el precio pagado por los intermediarios en 7 veces.

Una experiencia de aplicación importante es la híbrida: fotovoltaico-diesel realizada por la empresa ILZRO en Padre Cocha - Iquitos, donde se han instalado 100 kWhace más de 10 años¹⁵.

Otra modalidad de híbrida, es la solar - eólica, siendo destacable la instalación de 130 kits realizada por la DGER-MEM con la financiación de la Unión Europea¹⁶ (Ver Anexo 1). En este caso, la electricidad generada se aplica para mejorar la calidad de vida de poblaciones rurales

¹⁴<http://www.augpee.org/not/em/1903-mem-implemento-sistemas-hibridos-eolico-solar-y-de-energia-solar>

¹⁵http://www.ilzrorapsperu.org/pubs/RAPS_TUTORIAL.pdf

¹⁶<http://www.eurosolarperu.blogspot.com>

pobres en los 8 países en que opera, mediante aplicaciones en los sectores de educación y salud. En el primero de los nombrados, con la instalación de 5 laptops, impresora multifunción, cañón, cargadores de pilas, celulares y baterías en cada comunidad beneficiada. En el sector salud, con 1 refrigeradora para la conservación de vacunas y 1 purificador de agua de 300 l/día. Cada kit instalado utiliza para las comunicaciones antenas VSat, para bajar la señal de Internet a través de la plataforma de la DIGETE-MINEDU (ex Huascarán). (Ver Figura. 4.4).

Es importante comentar que, en una licitación realizada por el MEM en febrero del 2010, se han adjudicado varios proyectos para instalar parques solares en Arequipa (Majes: 20MW, Repartición: 20 MW, Panamericana: 20 MW) Moquegua (16 MW) y Tacna (20 MW). Estos proyectos se encuentran actualmente en construcción. Mayor información está disponible en la página web del OSINERG.¹⁷

Figura. 4.3



Panel FV de 2.0 kW para usos productivos en Puno.

¹⁷<http://www.slideshare.net/COBER4/203-alfredo-dammert-licitaciones-de-energias-renovables-en-el-per-5575556>

Figura. 4.4



Kit híbrido solar eólico instalado por el Programa Euro-Solar en Puno.

Figura. 4.5



Calentador solar de 500 Lts instalado por EDEVI en convento de Chaclacayo.

4.2 Energía eólica ¹

La energía eólica es una forma indirecta de energía solar. Se origina por la diferencia de temperaturas alcanzadas en una zona donde coexisten masas de características distintas como es el caso del mar y la tierra en nuestra costa. Dado que, cuando incide la radiación solar se establecen distintas temperaturas, la masa de aire circundante

alcanza temperatura y densidad diferentes, lo cual que origina vientos y estos, al incidir sobre una determinada área, crean fuerzas que pueden mover aspas diseñadas convenientemente, lo que genera potencia y en un determinado tiempo, energía.

De modo general, los vientos fuertes y constantes se presentan a lo largo de la costa y disminuyen conforme se aleja de ellas internándose en el territorio. Se encuentran vientos fuertes también en las colinas, debido al aceleramiento que sufre en estas, de modo que las cumbres pueden presentar excelentes condiciones para una explotación adecuada.

El precio cada vez más alto de los hidrocarburos y la preocupación mayor en el impacto ambiental causado por estos, que se visualizan ahora con el efecto invernadero, está generando un mercado creciente para las renovables y, en particular, para la energía eólica. Este mercado se traduce en una demanda que está creciendo de manera exponencial y en el 2009 se pasó los 159,200 MW instalados a nivel mundial, mediante parques donde las máquinas se posicionan convenientemente para utilizar mejor la fuerza del viento. Sin embargo, este tipo de instalaciones, demanda al Estado y a los ciudadanos, una mayor información respecto al impacto ambiental que puedan tener, tales como el curso de las aves migratorias, el nivel de ruido que generen las instalaciones, las excavaciones que se requieran, movimiento de tierra, manipulación y transporte de sustancias contaminantes, cimentaciones, entre otras.

Los países líderes en la instalación de parques eólicos son Estados Unidos, Dinamarca, Alemania, Reino Unido, Holanda y España.

En nuestro país, se utiliza la fuerza de los vientos desde hace muchos años y se debe destacar las comunidades de Miramar y Vichayal, en la margen derecha del río Chira, ubicadas en el departamento de Piura, las cuales con su propio esfuerzo construyeron locamente cerca de 2,000 molinos, usando palos de algarrobo para la torre y esteras para el rotor, así como tubos descartados por empresas petroleras de Talara, para el cuerpo de la bomba. Con estas se regaban cerca de 2,000 hás de hortalizas, destinadas a las ciudades de Piura y Talara. No se conoce en Latinoamérica una experiencia similar.

4.2.1 El recurso

Se debe destacar también la labor realizada por el Estado a través de los centros de investigación y desarrollo como: el ex Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas - ITINTEC, así como por Electro Perú, y el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC, que aportaron al mayor conocimiento de este recurso y al mejoramiento de la tecnología para aprovecharlo a bajo costo, primero para el bombeo de agua y luego para la generación de electricidad con máquinas de potencia hasta de 10 kW.

En el Itintec, se trabajó en la modelación de los vientos horarios para diferentes lugares de nuestro país y en los mapas de velocidades horarias de viento de Piura y Arequipa, los que se presentaron en los congresos realizados en Piura (Octubre 1982) y Tacna (Mayo 1985) ^{18,19}.

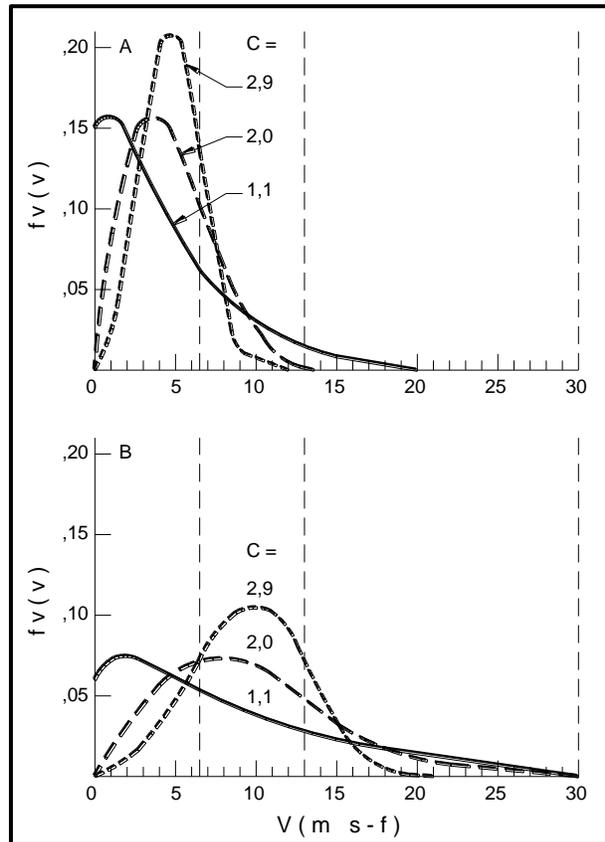
En la figura 4.6 se presenta el Modelo de Weibull, con el que se simularon los vientos horarios promedio mensuales encontrados en las estaciones meteorológicas de Piura y Arequipa y que también fueron presentados en los seminarios descritos en el párrafo anterior.

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \quad (4.1)$$

Donde:

- ρ = densidad del aire (kg/m^3)
- A = sección transversal definida por los álabes de la turbina (m^2)
- V = velocidad del fluido (m/s)

Figura 4.6.



Modelos Weibull de distribución de velocidades de viento. Fuente: refs. 1,18,19

¹⁸ Itintec. I Seminario Nacional de Energía Eólica. Piura, Octubre 1982.

¹⁹ Itintec. II Seminario Nacional de Energía Eólica. Tacna, Mayo 1985.

4.2.1.1 Mapa eólico

Este es un aspecto muy importante para planificar el uso de esta energía renovable y desde 1990 solo se ha tenido el mapa, trabajado por Electro Perú, que luego pasó a ADINELSA y que podemos apreciar en la página web de esta. Ver anexo 1.

En la bibliografía que aparece como ^{18,19} se presenta la metodología para establecer el mapa eólico de una determinada localidad. No obstante, es un parámetro meteorológico muy variable, tanto en intensidad como en dirección. Su comportamiento sigue perfiles predeterminados por funciones probabilísticas como la de Weibull.

El ex ITINTEC determinó los mapas de Piura y Arequipa, extendiendo el alcance del primero de los nombrados a Cajamarca y Lambayeque.

Otro resultado importante es el comportamiento diario de los vientos horarios, como se puede apreciar en la bibliografía ya anotada, los vientos son más bajos las primeras horas del día, aumentando su intensidad conforme estas pasan. Como se mencionó en la introducción al Capítulo 4, si se estudian durante por lo menos doce meses, observamos una temporada de vientos bajos que coincide con la estación del verano y aumenta luego ajustándose con el invierno y primavera.

Este hecho, es muy interesante porque nos presenta una complementación con la radiación solar y nos induce a utilizar ambos para obtener una potencia uniforme a lo largo del año.

El MEM presentó en Octubre del 2008 un mapa eólico, en el que se puede apreciar la intensidad de los vientos a 50m y 80m de altura, apropiados para grandes máquinas como las que se utilizan en los bosques eólicos, pero lamentablemente no para aplicaciones a pequeña escala. En este mapa, se confirman los pronósticos ya realizados a partir del elaborado por Electro Perú con el apoyo de la Cooperación Italiana.

4.2.2 La tecnología

4.2.2.1 Aerobombas

Su desarrollo tecnológico fue auspiciado en la década de los 80 por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnica – ITINTEC y, aunque se orientó más al bombeo de agua, desarrollando tecnología de diseño y construcción tanto artesanal como semindustrial, como se puede apreciar en la bibliografía, se desarrollaron también modelos para predecir el comportamiento de estas (18), (19).

Las máquinas fueron construidas y probadas en diversos lugares de nuestro país y la tecnología fue transferida a talleres de Piura, Arequipa y Puno. Las máquinas artesanales tenían una tornamesa para buscar los vientos, el eje de acero que giraba sobre rodamientos, la torre de madera y usaban velas de tela como aspas. El diámetro del rotor era de 6.2 m y dependiendo de la profundidad a la que se encontraba el agua, usaban bombas de 4" á 6" de diámetro.

Los molinos semindustriales eran metálicos, de 5.0 m \varnothing , 12 aspas hechas de chapa metálica con torsión lineal calculada, ver fig. 4.7. Se instalaron igualmente en Pachacamac y campus de la Universidad Nacional de Piura, donde funcionaron por muchos años. Esta máquina fue usada para regar hasta 2 Ha de tierras, con agua extraída de pozos artesianos.

4.2.2.2 Aerogeneradores^{20,21}

En ITINTEC se desarrollaron también aerogeneradores para la electrificación rural, usando como generadores motores fraccionarios modificados, pero la experiencia no dio buenos resultados. Cuando llegaron los aerogeneradores de imanes permanentes, ITDG trabajó versiones de 100 W y 500 W, que fueron probados con éxito en un proyecto de electrificación híbrida realizado en Cajamarca. Los equipos en mención que son similares a los que aparecen en la Fig.4.8, se presentan en el Anexo 4 de esta tesis.

Figura 4.7



Aerobomba semindustrial.

²⁰E.H. Lysen Introduction to Wind energy.SWD August 1982.

²¹Jack Park The Wind Power Book. Cheshire Books, Palo Alto California 1981.

Figura 4.8



Aerogenerador pequeño

4.2.3 Las aplicaciones

En nuestro país, existe también una importante experiencia localizada en los Parques Eólicos, que se desarrollan a continuación:

Después de los años 60, los materiales y la electrónica utilizados por países como Dinamarca y Holanda hicieron de la construcción de máquinas eólicas una gran industria, instalando más equipos en el exterior que en su propio territorio.

Actualmente, el mercado se está desarrollando a tal velocidad que una orden de construcción toma aproximadamente 3 años en ser atendida.

Cada vez se hacen los aerogeneradores de mayor tamaño y potencia, pudiendo alcanzar una unidad hasta 3.0 MW, con torres de casi 100 m.

Hace unos 9 años el MEM auspició la instalación de 2 aerogeneradores de potencia. Uno de 450 kW en Marcona-Ica y otro de 250 kW en Malabrigo - la Libertad, ambos con la intención de motivar a las empresas del sector eléctrico para que invirtieran en el respectivo parque eólico. Recién en el 2010, se realizó una licitación para la instalación de sistemas renovables, de los cuales 3 fueron parques eólicos que se van a instalar en Talara-Piura (30 MW), Ica (Marcona: 32 MW, Tres hermanas 90 MW). Más información se puede encontrar en la página web de OSINERG.¹⁷

Asimismo, en la página web de ADINELSA (20), se puede encontrar información del comportamiento sobre los dos aerogeneradores construidos. El primero, de fabricación japonesa lleva, desde 1999 funcionando de manera continua en Marcona. Entrega la electricidad producida a la mina de Shogun mediante una línea de alta tensión. Esta fue concebida para un futuro parque de 50 MW por la DEP. Luego de instalado, pasó a ADINELSA para ser operado y mantenido. A la fecha se ha cambiado el generador por problemas de fábrica y reparado una pala, con técnicos nacionales.

El segundo, es un aerogenerador marca Micom de procedencia danesa, que fue instalado en la comunidad de Malabrigo - La Libertad.

4.3 Energía de la biomasa

La tierra recibe solamente la 0.02 millonésima parte de la radiación total que emite el sol, lo cual representa cada año 13×10^{12} kcal y cada día 200 veces más energía que la que consume en un año los EEUU. El 0.1% de esta energía recibida es captada por las plantas verdes, algas y algunos tipos de bacterias convirtiéndose por la fotosíntesis en energía química almacenada en el protoplasma de sus células. Las plantas sirven luego de alimento a otras criaturas quienes incorporan esta energía química en sus cuerpos.

4.3.1 El recurso^{1, 9, 22}

Toda materia vegetal existente es denominada biomasa, y la energía que se libera de ella cuando es devorada, quemada o convertida en combustibles se conoce como energía de la biomasa, más conocida como bioenergía. De esta manera, los microbios, plantas, árboles, animales, aceites vegetales, grasas animales, estiércol, basura y aún los combustibles fósiles, todos representan formas de energía obtenida a partir de la biomasa, la cual puede ser producida, cultivada o transformada en una variedad de formas para satisfacer las necesidades del ser humano.

Históricamente, el aprovechamiento de la bioenergía o el uso de la biomasa como fuente de energía ha sido la más antigua conocida por el ser humano cuando a su vez, este conoce el fuego. Un ejemplo de esta práctica se encuentra en las comunidades andinas del Perú y Bolivia, donde se utiliza en forma intensiva la leña y la "bosta" para la cocción de alimentos, la primera en las zonas de valle y la otra en las altiplánicas. También la usan los artesanos como energético de sus hornos, para cocer ladrillos, tejas y cerámica.

Otro es el caso de los residuos agropecuarios, municipales o industriales que, la mayor parte de las veces, son causantes de problemas serios de contaminación, cuando podrían ser usados en la producción de fertilizantes y/o energía.

²²Funiber. Aprovechamiento energético de la Biomasa. Madrid 2000.

Sin embargo, pese a su remota utilización, el concepto científico de la bioenergía no es comúnmente conocido y, consecuentemente, el recurso es aprovechado mayormente de manera empírica, por lo que conviene revisar algunos conceptos.

En muchos casos, este modo de explotación ha causado y continua haciéndolo, graves problemas al medio ambiente, como es el caso de la deforestación en el área andina.

Sólo las plantas pueden convertir la energía solar en química y producir el combustible que sustenta la vida. Se puede construir equipos solares y eólicos muy variados, pero con toda la ciencia y tecnología sofisticadas, aún no se sabe cómo "construir" una planta o cómo hacer fotosíntesis artificial. Es por tanto, una forma de energía solar indirecta. Sin embargo, si se puede utilizar el conocimiento científico generado por la humanidad, para convertir la biomasa en formas útiles de energía de manera eficiente.

La biomasa es pues la más antigua y fundamental fuente de energía renovable y todo lo que se puede hacer es cultivarla, no se puede fabricar.

La energía que se puede obtener de la biomasa proviene de la materia orgánica que ha pasado por un proceso biológico. La fotosíntesis es el proceso básico por el cual la energía solar se convierte en energía química (biomasa), pero también ha sido una de las fuerzas creadoras de toda la biósfera.

4.3.2 Tipos de biomasa

Según su origen se pueden encontrar tres grandes grupos de biomasa:

Biomasa natural

Es la que produce la naturaleza, se encuentra en bosques, árboles, matorrales, etc. El hombre la obtiene como producto de sus labores silvícolas, de la tala y limpieza de los bosques para evitar incendios.

Biomasa residual

Se produce como resultado de la actividad humana en las actividades forestal, agrícola y ganadera. En esta clasificación se encuentran también los residuos sólidos urbanos (RSU).

Bioamasa de plantaciones energéticas

Se obtiene de los cultivos o plantaciones energéticas, y tiene como finalidad producir biomasa convertible en combustibles (biocombustibles), que en algunos casos puede reemplazar a los alimentos.

El aprovechamiento de la biomasa para generar energía depende del origen, del poder calorífico y del contenido de humedad. El poder calorífico oscila entre 12,560 kJ/kg en el caso de los residuos forestales y 16,750 kJ/kg en los residuos sólidos urbanos (RSU), valores que se encuentran bastante por debajo del gas de calefacción (43,900 kJ/kg).

4.3.3 Biocarburantes

En el estado de desarrollo actual los Biocarburantes están subdivididos en 2 grandes tipos: bioaceites y bioalcoholes, que tienen aplicaciones específicas. También, para cada uno de ellos existen muchas posibilidades de uso, tanto puros como en mezclas de distintas proporciones con el combustible fósil al que van a reemplazar.

Las características más relevantes de cada uno de ellos son:

4.3.3.1 Bioalcoholes

Los alcoholes de origen biogénico empleados como combustible están integrados fundamentalmente por 2 tipos principales, que son el metanol y el etanol, de los cuales el segundo es el que presenta mayores posibilidades de desarrollo.

Metanol

Su producción como energético a partir de la biomasa ha sido abandonada en la práctica. Históricamente se obtuvo por destilación de la madera pero posteriormente a partir del gas natural o derivados del petróleo. Ofrece excelentes propiedades como combustible, tanto como aditivo de gasolinas en diferentes proporciones de mezcla, como carburante de motores de alto performance (aviones, vehículos de competencia).

Etanol

Llamado también alcohol etílico se obtiene a partir de la fermentación alcohólica de los monosacáridos. Su aplicación más importante es como aditivo de gasolinas o como carburante único, siendo Brasil el ejemplo más destacado en Latinoamérica toda vez que pusieron 4,5 millones de automóviles a trabajar con este combustible con alcohol procedente de la caña de azúcar.

4.3.3.2 Bioaceites

Se obtienen a partir de aceites vegetales de distinta procedencia y sus alquilésteres derivados. Los primeros motores a ciclo Diesel funcionaron con estos aceites.

Aceites vegetales

Son ácidos grasos de cadena larga que se extraen por diversas plantas oleaginosas.

Esteres de aceites vegetales

Se obtienen a partir de la transterificación, por lo que los ácidos grasos de los aceites reaccionan con el metanol, en los procesos comerciales, para dar lugar a los alquitranes derivados como el biodiesel que tiene características que se pueden aprovechar con ventajas (1) como son:

- Densidad, temperatura límite filtrado, poder calorífico inferior, viscosidad, que se aproximan mucho a la del combustible fósil a sustituir.
- Se consigue un producto de características homogéneas y
- Permite la utilización de biocarburantes en motores sin modificar.

En nuestro país se ha trabajado más con los bioaceites y la experiencia se encuentra en la Facultad de ingeniería agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde se ha logrado biodiesel a partir de la esterificación de aceites quemados del comedor universitario y materiales oleaginosos traídos de nuestra Amazonía. Ellos dictan un curso regular cada año en el que participan los interesados en su aplicación como agricultores, industriales y público en general.

4.3.4 Tecnología: Procesos de transformaciones de la biomasa en energía

Depende de aspectos como la densidad, la granulometría, la presencia de contaminantes o las condiciones necesarias para el almacenamiento.

Existen varios procesos para la conversión de la biomasa en energía o en combustibles capaces de ser utilizados posteriormente. Los más conocidos son:

4.3.4.1 Físicos

En general, asociados a fases primarias de transformación:

- Fraccionamiento mecánico

- Extracción de componentes biomásicos por difusión
- Filtración
- Compactación

4.3.4.2 Químicos

Degradación o digestión química

Tiene lugar generalmente por medio de una hidrólisis de los componentes de la biomasa para dar lugar a compuestos más simples.

Transterificación

Consiste en una reacción de los aceites con alcoholes como metanol y etano, para dar lugar a esteres, que genéricamente se llaman biogasóleos o biodiesel, debido a que se pueden usar en motores diesel en sustitución de diesel.

4.3.4.3 Termoquímicos

Combustión

Combustión directa. Es el proceso más simple y el calor obtenido se puede usar directamente como en el caso de la cocción, o para el secado, la calefacción, etc.: o producir vapor para la generación de energía eléctrica a través de una turbina que mueve un generador.

Gasificación

El gasógeno es un horno de pirólisis al cual se conecta una entrada de aire (u oxígeno) para convertir el carbón formado en un gas rico en monóxido de carbono, metano e hidrógeno.

Pirólisis

El calentamiento de madera o desechos orgánicos de naturaleza leñosa o celulósica en ausencia de aire a 200-900 °C, produce gas pobre, aceite combustible.

4.3.4.4 Biológicos

Fermentación anaerobia

La biodegradación de la materia orgánica es un proceso natural que ocurre a la muerte de los vegetales y animales, el cual asegura el

reciclaje de elementos vitales a la tierra, permitiendo a las nuevas plantas regenerar celulosa, proteínas y grasas. Cuando esta descomposición se produce bajo una capa de agua desprovista de oxígeno disuelto se producen burbujas de gas. Así, el gas de los pantanos es efectivamente “biogás” o “biometano” producido por la fermentación anaerobia de los desechos vegetales.

La materia orgánica puede fermentarse aeróbica (con oxígeno) y anaeróbicamente (sin oxígeno) produciendo principalmente dióxido de carbono (CO₂) y amoníaco (NH₃) en el primer caso y CO₂ y metano (CH₄) en el segundo.

La fermentación anaerobia puede efectuarse artificialmente en depósitos cerrados llamados “digestores”, para lo cual se debe alimentar el digestor con materiales orgánicos y agua, dejándose un período de semanas (o meses) a lo largo de los cuales en condiciones químicas y ambientales favorables, se desarrolla un proceso bioquímico bacterial que va descomponiendo gradualmente la bacteria orgánica hasta producir grandes burbujas que fuerzan su salida a la superficie sobre la cual el gas se acumula. Los principales productos de este proceso son el biogás (gas combustible) y el bioabono (excelente fertilizante).

El metano, componente energético útil puede alcanzar 70 % en el biogás. El biogás tiene un poder calorífico de 5,000 kcal/m³ aproximadamente. El H₂S (ácido sulfhídrico) es nocivo en motores pues forma ácido sulfúrico y provoca corrosión; se separa por medio de una trampa de viruta de hierro. En la Tabla 4.1 se presenta información del consumo de biogás para diferente propósito. También ver anexo 5.

Tabla 4.1. Consumo de biogás

ELEMENTO	CONSUMO DE BIOGÁS	UNIDADES
1 Lámpara	0.12	m ³ /h
1 Quemador	.30	m ³ /h
1 Motor	0.5 1	m ³ /hp-h m ³ /kWh
1 LT. Agua (Hervir)	0.080	m ³
2 Kg. papa (Cocción)	0.160	m ³
1 Kg. Arroz (Cocción)	0.200	m ³
2 LT. Leche (Hervida)	0.120	m ³

Fermentación alcohólica

La acción de levaduras sobre substratos azucarados (o almidones y celulosas hidrolizados) produce alcohol en solución acuosa, el cual es destilado obteniéndose etanol a diferentes grados.

4.3.5 Las aplicaciones

Estas deben ser de preferencia con desechos y contener los nutrientes esenciales para el crecimiento y metabolismo de los metanos de las bacterias. El contenido de sólidos volátiles, celulosa, lignina, proteínas y grasas varía mucho de un desecho a otro y aún en un mismo desecho.

4.3.5.1 Desechos rurales

En la Tabla 4.2 se dan algunos rendimientos aproximados de desechos de origen rural y el rendimiento de producción de biogás de ellos.

Tabla 4.2 Rendimiento en biogás de algunos desechos orgánicos

RESIDUOS	BIOMASA	BIOGAS	
	kg/día.Un.	m ³ /Un.día	m ³ /Un.año
Estiércol de vacuno	16	0.592	216.08
Estiércol de equino	12	0.683	249.66
Estiércol de porcino	2.3	0.138	50.37
Estiércol de ovino	1.8	0.090	32.85
Estiércol de caprino	1.8	0.090	32.85
Estiércol de aves	0.06	0.0048	1.752
Maíz (kg/Ha/año)	9980	--	1098.6
Trigo (kg/Ha/año)	3360	--	510.7
Cebada (kg/Ha/año)	3379	--	641.0
Arroz (kg/Ha/año)	3382	--	638.5

4.3.5.2 Desechos urbanos

El tratamiento anaeróbico de desagües, basuras, rellenos sanitarios, desechos de mercados, etc., son factibles de utilizar en plantas de diseño apropiado para cada caso, orientadas sobre todo a combatir la contaminación ambiental. En cuanto a desagües se podría producir 0.025 m³ de biogás per cápita al día (60% CH₄).

4.3.5.3 Desechos industriales

Existe un enorme potencial de recursos biodegradables anaeróbicamente que aún no está explotado ni investigado debidamente a nivel mundial, por ejemplo: los afluentes y residuos de las fábricas de azúcar y alcohol (cachaza, bagazo, melaza, vinaza), de conservas alimenticias de papel, etc.

Tabla 4.3. **Biodigestores rurales**

CARACTERÍSTICA	CHINO	HINDU	HORIZONTAL	OLADE - GUATEMALA
Sistema de digestión	Batch y de mezcla	Desplazamiento vertical	Desplazamiento horizontal	Batch
Características de diseño	Circular Pequeño Achatado	Cilindro Vertical Tanque de gas	Horizontal. Diferentes secciones. Cúpula fija	Cilindro. Vertical Tanque de gas flotante
Sustratos	Res. agrícolas Excreta humana	Estiércol	Estiércol	Residuos agrícolas
Tiempo de retención (días)	45 - 90	30 - 60	30 - 60	
Producción de biogás m ³ de Biogás/m ³ de digestor/día	0.1 - 0.4	0.4 - 0.6	0.8 - 1.0	0.5 - 1.0
Costo estimado x m ³ digestor (US\$)	25 - 30	50 - 70	200	200

Es importante señalar que en la primera licitación para instalar equipos de energía renovable en el Perú a la cual se hizo ya referencia en las Secciones Solar y Eólica, se adjudicaron 3 proyectos para operar con biomasa: Paramonga (23 MW), La Gringa (2 MW) y Huaycoloro (4.4 MW). Mayor información se puede conseguir en la página web del OSINERG.¹⁷

Figura 4.9.



Planta piloto de biogas de 10 m³, tipo Olade-Guatemala, con motogenerador de 1500 W.

Figura 4.10



Planta piloto desarrollada en la UNALM para producir biocombustibles a partir de aceites de cocina quemados y/o plantas aceitosas.

4.4 Energía hidráulica^{1,9,23}

4.4.1 El recurso

La geografía montañosa y la población dispersa del área Andina, ofrecen condiciones especiales para la aplicación de este recurso. Las zonas de valle especialmente, presentan muchos lugares con condiciones aparentes para su explotación que no se aprovechan plenamente, según lo demuestran los Balances Energéticos Nacionales de Perú y Bolivia.

En este capítulo, se presentan técnicas sencillas de evaluación del recurso, procedimientos de construcción e información sobre maquinaria electromecánica, para ayudar a planificadores, promotores, extensionistas, etc., que trabajen en áreas rurales y donde la extensión de una línea de electrificación o instalación de un motor estacionario tendría costos excesivos.

Igualmente, se les muestra que gran parte de los pasos son conocidos empíricamente por los lugareños y pueden ser trabajados localmente, haciéndolos sentir partícipes de las innovaciones tecnológicas y respetando a su vez, su cultura y tradiciones. Asimismo, que la maquinaria puede ser construida o adquirida en estos países.

Se va a utilizar la definición de la Organización Latinoamericana de Energía, OLADE, según la cual las micro centrales están comprendidas en el rango de 0-5 kW, tomando su método para evaluar los recursos hídricos para éstas.

4.4.1.1 Evaluación aproximada de recursos hidráulicos

En esta sección se dan algunas pautas para efectuar una evaluación aproximada de recursos hidráulicos para micro centrales, con la finalidad de cuantificar en el terreno los parámetros disponibles y evaluar alternativas en plazos muy reducidos.

Existen dos métodos conocidos para este efecto. El primero para caudales menores de 10 l/s, en el cual se vierte la fuente de agua en un recipiente de volumen conocido y se mide el tiempo utilizado en llenarlo, o de lo contrario, se instala un vertedero en la corriente de agua y se mide la altura alcanzada aguas arriba con respecto a la garganta del mismo.

El segundo método es el que se describe en el texto de la referencia bibliográfica 1 de la presente tesis (página 136 al 140). No debe olvidarse que éste arroja resultados aproximados solamente, con un

²³Funiber. Aplicación de las Energías renovables-Energía Hidráulica. Madrid 2000

error del orden de $\pm 20\%$ en el caudal y 5% en la medición de niveles. Calcular el caudal para la sección considerada:

4.4.1.2 Cálculo de potencia

Tanto para cualquier sección típica como para la sección promedio, tomar el caudal correspondiente y multiplicarlo por la altura para determinar la potencia bruta PB.

Expresada en kW. Se tiene:

$$PB = 9.807 \cdot Q \cdot HB \text{ (kW)} \quad (4.2)$$

Para estimar la potencia neta (PN) se asume una eficiencia que incluye todas las pérdidas hidráulicas, mecánicas y eléctricas hasta los bornes del generador y que asimismo incluye (si no se puede especificar la altura neta) asumir para Micro centrales $\eta = 0.5$.

4.4.1.3 Evaluación preliminar de demanda eléctrica

Para evaluaciones preliminares o cuando se tiene limitada información socio-económica sobre la población, especialmente en cuanto al tamaño promedio de las familias, un método tradicional consiste en utilizar índices de requerimientos de capacidad instalada por habitante y luego proyectarlos en el período de estudio.

4.4.1.4 Evaluación de demanda actual de energía para poblaciones rurales

(Suponiendo que la demanda típica es de 30 W-60 W por habitante¹). Escogiendo la demanda actual de la tabla mostrada en la referencia (1), a partir del número de habitantes de la población, se corrige dicha demanda de acuerdo al nivel de vida social de la población, escuelas, locales públicos, iglesias, etc., a las demandas especiales si las hubiera como minas, pequeñas industrias, etc.

4.4.1.5 Evaluación de la demanda futura

La demanda futura de una población se calcula para un período de 5 a 10 años.

La tasa de incremento de la demanda de energía eléctrica se puede estimar en un 4% a 10% anual, según las características del crecimiento anual de la población, el nivel de vida social y los proyectos de desarrollo de la zona de estudio.

Luego, la potencia instalada de la micro central será de:

$$P = P_w \cdot (1 + t)^n \quad (4.3)$$

Donde:

P_w	=	Demanda.
t	=	Tasa de incremento anual de energía eléctrica.
n	=	Número de años.
P	=	Potencia instalada de lamicro central.

4.4.2 La tecnología

En esta sección se describirán todos los componentes de un pequeño sistema hidráulico, como una microcentral eléctrica, un molino de granos o un ariete para bombear agua.

Estos componentes los conforman elementos tales como la toma, el canal, el desarenador, la casa de máquinas, el equipo electromecánico y la red de distribución. Este último cuando el objetivo sea la generación de electricidad. Aquí solo se describirá parte de ellos:

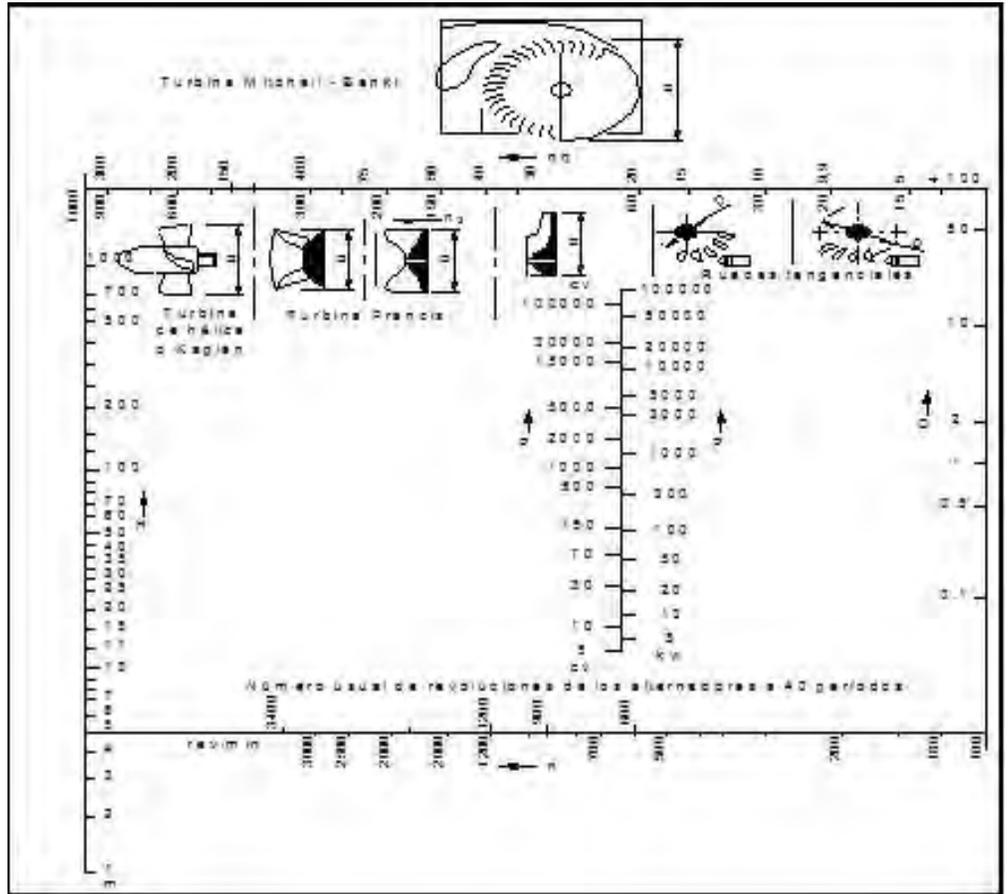
4.4.2.1 Turbina

Existen tres tipos de turbinas bien definidas y se les conoce, generalmente, de acuerdo a los nombres de sus inventores y promotores. Ellos, son en orden cronológico de aparición: Francis (reacción, admisión total), Pelton (impulso, admisión parcial), Hélice (reacción, admisión total), Nagler (paletas de hélice fijas), Kaplan (paletas de hélice de paso variable).

Cada tipo domina un rango de alturas y caudales, definido por números específicos adimensionales, ver figura 4.11, los cuales se definen a continuación:

$\Omega_s = \frac{N \cdot p^{1/2}}{H_n^{1/2}}$	Donde:
$\Omega_a = \frac{N \cdot Q^{1/2}}{H_n^{3/4}}$	$P =$ potencia neta, CV
	$H_n =$ salto neto, m
	$N =$ velocidad, rpm
	$Q =$ caudal, m ³ /s

Figura 4.11.



Abaco para seleccionar el tipo de turbina, según condiciones de funcionamiento¹.

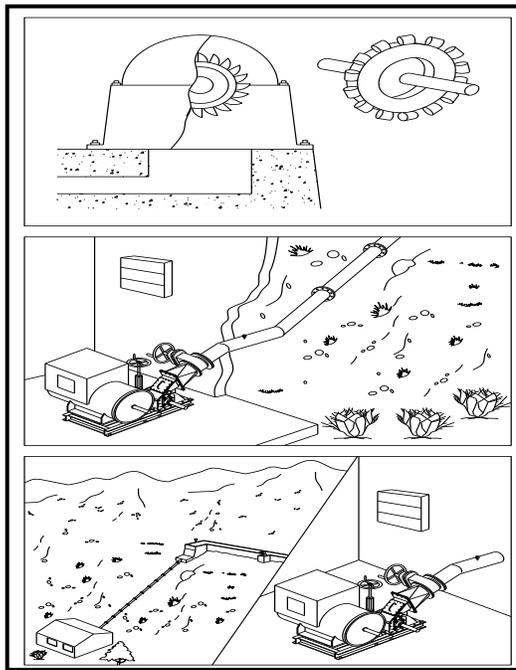
Tabla 4.4 Selección del tipo de turbina

TIPO DE TURBINA	n_s	n_Q	H_{max}
Pelton de una tobera	9 a 27	3 a 8	1800 a 400
Pelton de 2 o más toberas.	27 a 54	9 a 18	400 a 350
Mitchell Banki	27 a 204	9 a 68	400 a 80
Francis Lenta	54 a 114	18 a 38	350 a 150
Francis Nominal	114 a 204	38 a 68	150 a 80
Francis rápida	204 a 405	68 a 135	80 a 20
Hélice y Kaplan	315 a 900	105 a 300	35 a 5

Turbina Pelton

Consiste en una rueda provista de paletas en forma de cuchara alrededor de la periferia. Un chorro de agua de alta velocidad emerge de una tobera incidiendo en las paletas y poniendo las ruedas en movimiento. La velocidad de rotación está determinada por la magnitud del caudal y la velocidad del agua es controlada por medio de una aguja en la tobera (ver fig. 4.12). La turbina funciona más eficientemente cuando la rueda gira a la mitad de velocidad del chorro). La turbina Pelton pertenece al grupo de turbinas de impulso (o chorro libre), donde la altura disponible se convierte en energía cinética a presión atmosférica.

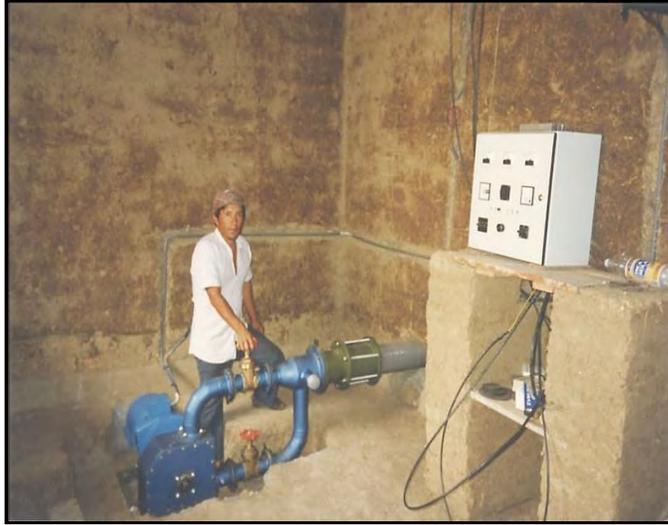
Figura 4.12



Planta hidroeléctrica con turbina tipo Pelton¹.

La ONG Soluciones Prácticas (antes ITDG) hizo la transferencia de tecnología a pequeños talleres de metalmecánica en Cajamarca y Lima, habiendo realizado muchas instalaciones (35) con equipo como el que se muestra en la Figura. 4.13.

Figura 4.13.



MCH de 10 kW construida por ITDG en una comunidad de Cajamarca.

Turbina Francis

Estas turbinas tienen una entrada de agua al rotor que cubre la circunferencia completa de éste, por lo que son llamadas turbinas de admisión completa.

Turbina Kaplan

Estas turbinas tienen álabes cuyo paso puede ser variado durante la operación para mantener la velocidad constante, independientemente de las variaciones de carga, de modo tal que la turbina puede operar a máxima eficiencia, para cualquier condición de carga.

Turbina de flujo cruzado

La turbina de flujo cruzado puede aplicarse sobre un rango de alturas de comparación de diferentes turbinas.

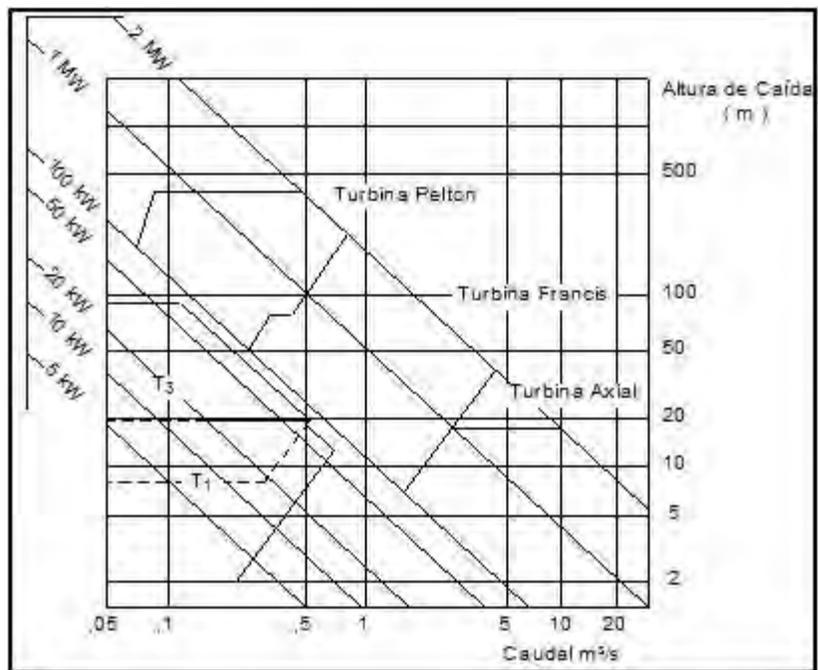
La figura 4.14 muestra un rango de aplicación general de las turbinas de diseño convencional. A modo de comparación se presentan el rango usual para las de flujo cruzado comerciales.

La figura 4.15 muestra el rendimiento de algunas turbinas importantes en relación a la apertura de la compuerta de admisión, es decir, el caudal. Las turbinas convencionales y altamente optimizadas de gran

tamaño (que incluyen a la Pelton no considerada en el dibujo), alcanzan rendimiento de más de 90%. La turbina Ossberger de flujo cruzado tiene alrededor de un 80% en un amplio rango de caudales, y la turbina de flujo cruzado construida en Nepal por la firma BYS con asesoría de SKAT, alcanza un rendimiento sobre el 70%.

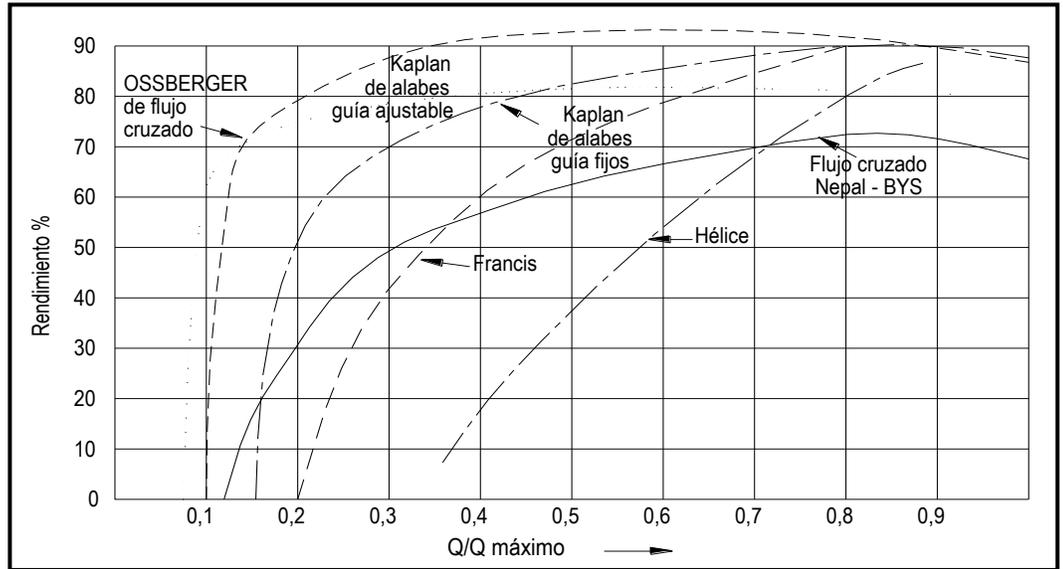
La ONG EDEVI realizó la instalación de una planta de 100 kW en el distrito de Coaza-Puno, con 2 grupos gemelos de 50 kW como el que aparece en la Fig. 4.16. Esta funcionó por 10 años hasta que llegó la electrificación rural a esa localidad.

Figura 4.14.



Rango de aplicación de turbinas¹.

Figura 4.15



Curva de rendimiento de algunos tipos de turbina¹.

Figura 4.16



MCH de 100 kW construida por EDEVI en Coaza Puno.

4.4.2.2 Generadores eléctricos

En el mercado internacional existen diversas firmas que suministran este componente, especialmente adaptado para pequeñas centrales. En el área andina, el Perú recibió la asignación para la fabricación de ese producto y la firma ALGESA lo ha puesto en el mercado, lo cual se usó en la MCH de Obrajillo y El Chaco.

Cabe mencionar la existencia de experiencia en el uso de motores como generadores, realizada por la empresa peruana DELCROSA, durante las investigaciones, ya referidas, con el ITINTEC.

4.4.2.3 Reguladores de velocidad

Los mayores problemas en la mini y microcentrales hidroeléctricas son el control de voltaje y velocidad. El control de la velocidad es vital para asegurar que la frecuencia del suministro permanezca estacionaria aun cuando varíe la carga.

4.4.2.4 Casa de máquinas

Se pueden utilizar la infraestructura de antiguos molinos de agua como casa de máquinas o de lo contrario construir, edificios sencillo de paredes de adobe y techo de teja o calamina, con un área de 25 a 30 m². Debe proyectarse de tal forma que los tableros de control y las válvulas para regulación de flujo, sean fácilmente accesibles. También es necesario proteger las fajas de la turbina con una malla metálica para evitar accidentes. Finalmente, es necesario contar con herramientas básicas para el mantenimiento del equipo, como cambio de fajas, carbones, rodamientos, etc.

4.4.2.5 Red de distribución

Los proyectos de esta naturaleza se acompañan de redes de distribución en baja tensión, monofásica o trifásica dependiendo del uso que se le va a dar a la energía. Los postes suelen ser de madera, que se plantan a una separación de 15 a 35 m entre poste y poste. Se usan 15 m en baños flojos y 35 en baños normales. Asimismo, riendas reforzadas al final del circuito y riendas o vientos normales en los ángulos.

4.4.2.6 Ariete hidráulico

El principio básico del Ariete hidráulico es el de un “martillo de agua” y fue este el que motivó su reinención en Inglaterra a comienzos del siglo XIX.

En la Tabla 4.5 se presenta el comportamiento de los arietes hidráulicos, fabricados localmente.

Tabla 4.5

Diámetro (*)	Altura Motriz (m)	Altura bombeada (m)				
		15	30	50	60	75
1 ½	1	3600	1800	-	-	-
	2	7200	3600	2375	-	-
	4.6	17400	8700	4770	-	3200
2	1	6000	2700	-	-	-
	2	13200	6100	3600	-	-
	4.6	29500	14500	10500	6500	5800
3	4.6	65000	30000	-	15000	10000
	6.0	79000	40000	-	19000	12000

Volumen de agua bombeada por arietes para diferentes condiciones de trabajo – l/día¹.

En el Perú se ha realizado diversas investigaciones para optimizar el uso de arietes, como las efectuadas por el ex ITINTEC, y posteriormente por la Pontificia Universidad Católica. La primera efectuó inclusive una instalación piloto en la comunidad campesina de Obrajillo, para recuperar sobrantes de agua con fines de riego.

4.4.3 Las aplicaciones

Principalmente, en la década de los 90, se realizaron gran número de aplicaciones gracias a PRONAMACHS y la cooperación internacional. Así en la zona Norte (Cajamarca, Amazonas, La Libertad y San Martín) el ITDG trabajó la electrificación rural con microcentrales hidroeléctricas y en algunos casos, se hicieron usos productivos, predominando la molienda de granos. Asimismo, la GTZ apoyó proyectos en Puno y Cusco para el mismo propósito.

Cabe mencionar, que la subasta de pequeños sistemas hidráulicos estuvo comprendida dentro de la referente a energías renovables, haciendo hincapié en que la capacidad instalada no sobrepase los 20 MW. Para mayor información consultar la página web de OSINERG¹⁷

Capítulo 5

Propuestas de diseño de un modelo de aplicación de las energías renovables

Como se señaló en el Capítulo 3, sección 3.1, existen casos en los que por desconocimiento, la actividad económica se realiza a costa de un gran impacto negativo sobre el medio ambiente y el autor presenta 3 casos para ser tratados.

- La crianza de animales menores como chanchos, cabras, cuyes, conejos y otros.
- Atención de comensales en restaurantes y hoteles ubicados en las cuencas de los ríos que pasan por las ciudades más grandes o alojamientos ubicados en los balnearios de nuestra Costa.
- El suministro de electricidad para promover el desarrollo de las poblaciones rurales ubicadas a cierta distancia de recursos hídricos.

Para abordar la problemática planteada, desde la perspectiva energética, se presenta a continuación 2 diseños, preparados por el autor para apoyar la producción y los servicios, vía aplicación a la agroindustria y hotelería respectivamente.

En cada caso se parte de una aplicación real, que el empresario ya ha tomado en cuenta y se proponen otras que podrá incorporar progresivamente.

Los casos señalados en el primer párrafo se pueden ubicar en 2 frentes:

- Producción: Agroindustria
- Servicios: Hotelería

5.1 A la Producción – Agroindustria

Utilizando la energía solar, eólica, hidráulica y biomasa, se darán los criterios para el dimensionamiento y selección de los elementos de sistemas híbridos (renovable y comercial) describiendo cada uno de sus componentes, tanto de energías renovables como comerciales, de modo que puedan complementarse.

Una actividad importante, en la que incursionan muchos empresarios PYME está relacionada con la crianza de animales menores: cuyes, gallinas, patos, pollos y otras especies como cabras y chanchos.

En algunos casos lo hacen profesionales muy preparados, con estudios superiores, como sucede en Panamá para la crianza de cabras y cerdos. Se presentan en las figuras 5.1, 5.2 y 5.3, instalaciones visitadas por el autor con motivo de la realización de un Taller sobre el aprovechamiento de la biomasa con Tecnologías Limpias, auspiciado por la OEA en Octubre del 2006²⁴.

Figura. 5.1



Granja caprina en ciudad de Panamá.

Figura. 5.2



Maternidad en granja porcina de ciudad de Panamá.

²⁴ Concytec-OEA Manuales de Tecnologías Limpias, Lima 2006

Figura. 5.3



Crianza de cerdos de mediana edad.

En nuestro país se tiene ejemplos de que ya se están usando o en proceso de utilización que serán tratados como casos, a continuación:

Caso 1: Según lo comentado por expertos locales (UNALM y ONG Pro Cabra), en el Perú existen alrededor de 2 millones de personas que trabajan en la producción de quesos y unas 210,000 familias dedicadas a la crianza de cabras pero la mayoría, en especial los criadores de cabras, obtiene muy poco dinero por esta actividad.

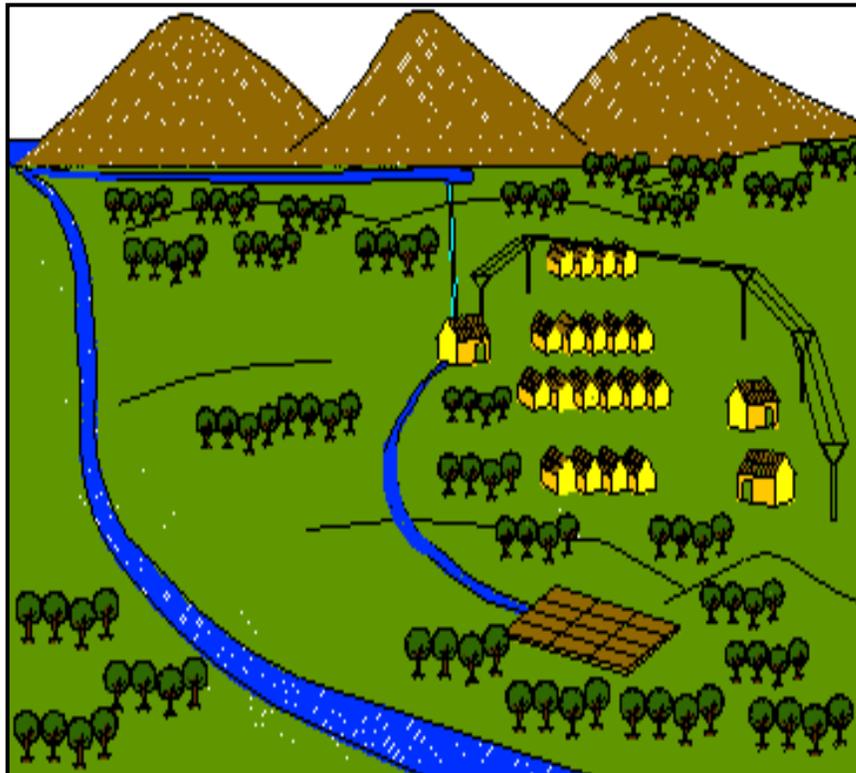
Caso 2: Huerto de 1 Ha ubicado en Pachacamac, que produce artículos de pan llevar como hortalizas (lechugas, tomates, rabanitos, vainitas, alverjas, habas), frutales diversos (plátanos, manzanas, lúcumas, chirimoyas) con una práctica ecológica. Además tiene 1000 cuyes y algunos animales de granja. Los propietarios son 2 ingenieros agrónomos y tienen 2 hijos. Cuentan con un digestor de biogás de 10 m³ y un generador Honda adaptado a biogás de 2,000 W.

Caso 3: Parque porcino de Ventanilla, donde unos 2,000 pequeños productores se dedican a la crianza de aproximadamente 20,000 cerdos en granjas con alrededor de 20 cabezas, existiendo solo un par de ellas con más de 1,000 cabezas. En este parque el CONCYTEC, con el apoyo de la OEA, realizó un Taller para PYMES de 9 países de LA, en el que se demostró la potencialidad del biogás, entre otras. Posteriormente, la ONG Organización para el Desarrollo Social, con el apoyo de la AID, construyó un digestor tipo chino que se encuentra actualmente en funcionamiento.

Caso 4: Poblado ubicado en la provincia de Carabaya - Puno, donde la parroquia de Ayapata con COFIDE y aporte locales, financiaron en 1998 un proyecto de electrificación rural de 30kW que no funcionó adecuadamente. En 1990, la parroquia,

por sugerencia del propio COFIDE, toma contacto con el autor, quien a través de la ONG Energía, Desarrollo y Vida, brindó el apoyo técnico requerido para la operación del equipo. Se aprovecha para implementar un Modelo de Gestión equipando la microcentral, con un molino de granos y un cargador de baterías, conformándose una Cooperativa, para la sostenibilidad del servicio. Se hizo un avance posterior, ampliando el uso productivo de la electricidad con un minicomplejo productivo: panadería, planta de secado de hierbas medicinales y aromáticas, planta de producción de hilos de alpaca; con energía proveniente de una minicentral de 100 kW. (Ver fig. 5.4).

Figura 5.4



Mini central hidroeléctrica de Ayapata.

Caso 5: Instalación de 130 kit por el programa Euro-Solar, Ver Anexo 2, con 122 sistemas híbridos conformados por 1,000 W de paneles FV y 400 W por un aerogenerador y 8 con 1200 W de electricidad fotovoltaica. El modelo de gestión implementado considera la venta de servicios como: cargado de baterías, celulares, tipeos, agua purificada, otros, que funciona bien en las comunidades más grandes más no en las más pequeñas, donde el mercado es muy pequeño para asumir los costos de operación y mantenimiento.

Los casos descritos anteriormente, nos dan una idea del gran espectro de posibilidades existentes en la aplicación de las energías renovables. Sumado esto, a la mega

diversidad existente en nuestro país, se nos presentan muchas posibilidades de aumentar valor a productos naturales como lácteos y fibra de alpaca, entre otros.

5.2 A los servicios – turismo

Aquí se hace una diferencia entre los hostales y alojamientos. Los primeros cuentan con cuartos separados, de 1, 2 ó 3 camas, con baños incluidos en las habitaciones. Los segundos, solo un cuarto con camas camarotes y pueden ir hasta 10 pasajeros con baños comunes. Además pueden considerarse en este grupo, las casas de retiro para jóvenes que pueden contar con un espacio amplio para 20 ó más camas camarotes y baños comunes.

Caso 1: Se trata de un pequeño Hostal de 16 camas, ubicado en Caraz Ancash. El propietario es un microempresario que brinda servicios de hotelería a pasajeros, tanto nacionales como extranjeros. Como este existen otros que ya están utilizando la energía solar para el calentamiento del agua necesaria para la higiene personal de los pasajeros. En el Anexo 2 se presenta un catálogo de calentadores solares comerciales, que pueden cubrir necesidades de agua caliente para este tipo de alojamiento.

Caso 2: Otros demandantes lo constituyen los hospedajes, utilizados para retiros espirituales de jóvenes, como el ofrecido por la parroquia San Alfonso María de Ligorio en las afueras de Cieneguilla. Consta de 2 módulos de 25 camas camarote cada uno, con sus respectivos servicios de inodoros (7), duchas (7) y lavatorios (7), ubicados en un extremo del Módulo y los servicios de comedor, sala de reuniones, etc. Las líneas de agua negra (inodoro) están separadas de las grises (duchas, lavatorios, cocinas). Las primeras terminan en digestor de biogás tipo chino. La energía generada sirve para la cocción de alimentos y los residuos convertidos en abono, son utilizados en los jardines. Las otras terminan en un humedal que con plantas apropiadas que se comen los residuos orgánicos, quedan aptas para el riego de tallo largo como árboles y flores y para la ornamentación.

5.3 Uso de las renovables a mayor escala

El autor ha preparado la Tabla 5.1 para proyectar en base a estos antecedentes, requerimientos energéticos que pueden satisfacerse con biogás, en función del número de camas de determinado hospedaje, que bien podrían ser los ubicados en las cuencas de los ríos que desembocan en nuestra Costa, donde se ha desarrollado una actividad turística importante, como es el caso de Chosica, Chaclacayo, Cieneguilla, y muchos otros.

Tabla 5.1 Demanda de biogás para hospedajes

Nº camas	Lámparas .12m ³ /h		Quemador .30m ³ /h		Motor 1 m ³ /kW-h		Observaciones
	Nº	V(m ³)	Nº	V(m ³)	T(h)	V(m ³)	
2	3	1.08	2	2.4	--		Lámparas de cerámica
4	6	2.16	4	4.8	--		Lámparas de cerámica
8	12	--	8	4.8	3	0.252	Focos ahorradores de 7 Wc.u
12	18	--	10	6.0	3	0.378	Focos ahorradores de 7 Wc.u
25	38	--	15	9.0	3	0.798	Focos ahorradores de 7 Wc.u

En esta Tesis se recoge también la capacidad de las fotoceldas, como otra fuente de energía, que ubicadas correctamente, permitirían proporcionar la cantidad de energía requerida para generar la electricidad que demanda un alojamiento, como iluminación, radio comunicación y otros. En la Tabla 5.2 se pueden apreciar estas potencialidades, trabajadas con celdas fotovoltaicas de 75 W cada una.

Tabla 5.2 Electricidad generada por arreglos de celdas fotovoltaicas.

Nº camas	1 panel	2 paneles	6 paneles	16 paneles
2	X			
4		X		
8			X	
24				X

En la Tabla 5.3, se puede apreciar la capacidad de bombeo de una Aerobomba típica Multipala, que puede ser muy útil en casos que se necesite levantar el agua y colocarla en la azotea del hospedaje para atender las necesidades de agua de un alojamiento.

Tabla 5.3 Altura de agua bombeada por aerobomba de diámetro distinto.

Volúmen (l/h)	6'Diámetro	8'Diámetro	10'Diámetro	12'Diámetro
680	20	29	43	65
1780	14	21	31	47
2750	-	-	20	30
4000	7	9	14	21

5.4 Propuesta integrada para alojamiento (Solar, Eólica, Biomasa, Micro Hidro)

Teniendo en cuenta que el objetivo de esta tesis es promover una mejor gestión de las energías renovables, se presentan propuestas de un uso integrado de las mismas, en base a los 3 últimos cuadros.

En la figura 5.5, se puede observar la utilización de la energía solar para la iluminación y calentamiento de agua para usos de higiene, mediante instalaciones de colectores ubicados en la azotea del edificio, integrada con la energía del viento, para bombear el agua requerida por el hospedaje y con el biogás para la cocción de alimentos e iluminación, tal como se presentó en la Tabla 5.3.

Se puede tratar la basura y desagües, como se explicó anteriormente, en la perspectiva de “insumos” y no de desperdicios que es la mirada tradicional. De esta forma, si se clasifica la basura separándola en sus componentes orgánicos e inorgánicos, se podrá fermentar los orgánicos para convertirlos en gas combustible (biogás) y abono (Bio abono). Los inorgánicos, debidamente clasificados en sus componentes (plástico, metales, cartón, vidrio, otros), podrán ser reciclados y por tanto darles nuevo uso e incluso generar otros ingresos.

Figura 5.5



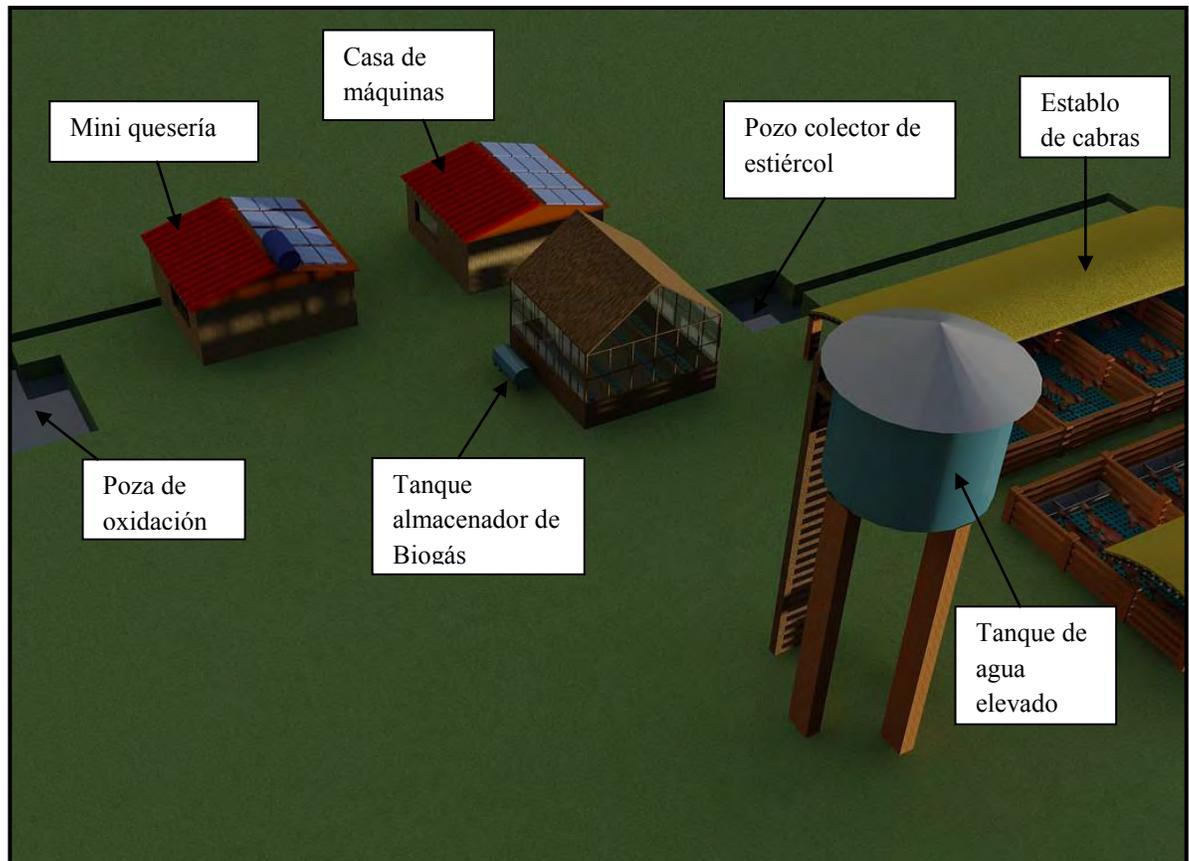
Propuesta de uso ER en hoteles

5.5 Propuesta para granjas caprinas

Una granja caprina, dependiendo de su complejidad, ubicación, otros; puede demandar diferentes tipos de energía: electricidad para bombear agua y en la escuela para usos educativos (computadora, proyector, internet) y mini quesería que puede ser atendida con celdas FV, un aerogenerador y un motor a biogás.

Para una mejor utilización de la biomasa se debe estabular la crianza, siendo recomendable que el piso donde estén las cabras tenga agujeros para que pase el estiércol y la orina y quede a unos 0.60 m sobre otro piso de cemento enlucido. De esta forma se facilita la limpieza diaria con agua a presión que dirija la biomasa a un canal recolector, con una inclinación adecuada para que fluya hacia el digester de biogás. El gas producido por un lado, alimentará una moto-generador que genere electricidad y complemente la del aerogenerador y celdas FV, para mover los motores eléctricos de la mini quesería (descremadora y equipo de frío). Por otro lado, generará calor para realizar: el pasteurizado y preparación del queso. (Ver Fig. 5.6).

Figura 5.6



Instalación piloto de energías renovables en granja quesera caprina

Capítulo 6

Sostenibilidad de las aplicaciones

La sostenibilidad²⁵ surge por vía negativa, como resultado de un énfasis desmedido en un desarrollo exclusivamente económico que causa una situación insostenible que amenaza gravemente el futuro de la humanidad. Por ello, se fundamenta en ciertos valores y principios éticos relacionados con el equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Es decir, se enfoca desde la sostenibilidad global de nuestro planeta y va bajando hacia sectores económicos, países, municipios, empresas, micro empresas, barrios, casas individuales, ocupaciones, estilos de vida, en suma todos los aspectos que forman parte de la actividad humana.

La sostenibilidad va a ser un factor crucial sobre el cual es necesario trabajar arduamente para que los programas de energías renovables sean exitosos en nuestro país.

Los principales factores a cuidar con vista a la sostenibilidad de los futuros logros de estos Programas son:

- (i) **Técnico:** Que el procedimiento o grupos de procedimiento afines al resultado específico que se desea alcanzar, sean apropiados para las condiciones donde se va a aplicar y que además se cuenten con las destrezas intelectuales y manuales para poder desarrollarlos adecuadamente.

- (ii) **Político:** Que persista o se consolide en nuestro país, un contexto político e institucional, que en sus diferentes estamentos, esté orientado al desarrollo de las energías renovables en el marco de un desarrollo humano sustentable, de modo que autoridades del gobierno central, de los gobiernos regionales y locales, emitan, cumplan y hagan cumplir, directivas claras y apropiadas a sus características, para promover el buen cuidado del ambiente, marco en el cual las energías renovables tendrían un lugar privilegiado. Que se promuevan además, líneas de crédito apropiadas que faciliten e impulsen la utilización de las energías renovables.

²⁵<http://www.otromundoesposible.net/quienes-somos>

Un importante avance es sin duda la promulgación del DS N° 1002 Ley General de Promoción de las Energías Renovables y su Reglamento DS N° 012-2011-EM, que ha permitido la licitación de las aplicaciones de las energías renovables a gran escala, comentadas en el capítulo 5 de esta Tesis²⁶, pero en opinión del suscrito falta aún un enunciado más concreto para que la promoción llegue a los pequeños sistemas.

- (iii) **Social:** Que se promueva y consolide una cultura de respeto al medio ambiente confirme la aceptación socio-cultural de los sistemas promocionados.
- (iv) **Ambiental:** Que se encuentren soluciones a los riesgos de contaminación derivados de la disposición periódica de ciertos componentes.
- (v) **Económico:** Que se alcance la viabilidad económico-financiera del sistema para asegurar la capacidad de los propietarios de hacer frente a los costos de la recuperación del capital, gestión y mantenimiento.

Consiguientemente, los principales aspectos a los cuales se debería prestar una atención específica con vista a la sostenibilidad, son:

6.1 Organización

Una vez que la micro empresa ha tomado la decisión de respetar el medio ambiente utilizando energías renovables, las personas que la conforman deberán repensar su estructura de modo que esta responda a su decisión y puedan actuar e interactuar en un marco de valores y creencias que guíen su factor humano así como los recursos financieros, físicos, técnicos y otros a su alcance, para que actúen coordinadamente en el logro de su propósito.

La organización se deberá realizar de acuerdo a las indicaciones que se presentan en el capítulo Modelo de Gestión de esta Tesis.

6.2 Capacitación

6.2.1 Apropiación por parte del usuario

Las tecnologías renovables al ser limpias y, generalmente, apropiadas al contexto, suelen ser aceptadas con facilidad y comprendida su operación con cierta rapidez. Además, de una perspectiva de desarrollo del capital social, la apropiación fortalece y empodera a las comunidades lo cual evidentemente, redundará a favor del capital social de una localidad, región o país.

²⁶http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/Normas/DL_No_1002.pdf

6.2.2 Capacidad en gestión

Una oportuna capacitación en temas de gestión es imprescindible, de modo que los nuevos micro empresarios, tengan conocimientos suficientes para dirigir, ordenar, disponer y organizar sus negocios de forma que este tenga sostenibilidad en el tiempo. Esta capacitación deberá ser modular-secuencial-aplicativa, para facilitar la apropiación y puesta en práctica de los nuevos conocimientos. Los módulos deberán contemplar como primer paso, la constitución misma de la Micro empresa en cada lugar de aplicación. En segundo lugar será recomendable considerar el manejo del aspecto contable referido a los costos, a la comercialización y a la banca. Posteriormente, también deberá comprenderse el proceso de producción, gestión de la energía, logística, comercialización, marketing, innovación así como el conjunto de diligencias dedicadas al manejo del sistema ambiental, etc.

6.2.3 Capacidad de asegurar el buen uso y mantenimiento de los equipos instalados

Se necesita, igualmente, capacitar a los responsables del mantenimiento de cada instalación, en el uso de los diversos componentes del sistema, detección de fallas, intervenciones menores de mantenimiento, cuando recurrir a asistencia externa en el caso de mantenimiento correctivo, etc.

6.2.4 Accesibilidad a servicios de mantenimiento

Deberá vigilarse que los proveedores de los diversos componentes, establezcan en los contratos de compra que se firmen, un servicio de asistencia posventa. Será indispensable asegurar que este servicio sea accesible, oportuno, fácil y económicamente soportable. La solución más práctica es que por distrito o provincia, se fomente la constitución de microempresas con técnicos capacitados que se dediquen a esta actividad.

6.3 Mantenimiento

El preventivo debe ser realizado con la frecuencia, herramientas y procedimiento indicados en el manual que debe entregar el proveedor del equipo antes de realizar la instalación del mismo.

El correctivo se deberá realizar con el personal designado por el proveedor y repuestos de marca.

La instalación del equipo deberá realizarse con la participación de las personas designadas por la comunidad.

6.4 Confiabilidad

Esta se define como la capacidad de un equipo, para trabajar determinado tiempo en días (horas) de manera continuada, bajo las condiciones para las que fue diseñado, antes de parar para ser atendido por mantenimiento.

Cuando el equipo o la máquina son nuevos y bien diseñados, la confiabilidad es alta y el mantenimiento es mínimo. Conforme se van envejeciendo, el mantenimiento correctivo suele hacerse más frecuente por lo que la confiabilidad disminuye.

A modo de ejemplo se puede decir que en el caso de una Aerobomba, la confiabilidad se centra en la de la bomba, tornamesa y transmisión. Si el conjunto está bien diseñado y la capacitación a los encargados del mantenimiento, como se verá en el Capítulo 8, ha sido buena, la confiabilidad será alta y el mantenimiento (preventivo) puede ser efectuado por personal de la misma comunidad, a bajo costo.

Capítulo 7

Metodología de medición del impacto ambiental

Como se mencionó en el capítulo 4, las energías renovables son amigables con el ambiente y el impacto ambiental es prácticamente nulo.

No obstante, se pueden presentar situaciones en las cuales se utiliza en los sistemas de generación algún componente que si impacta, o se asocia con otras tecnologías para aumentar el valor de los productos naturales, lo que también puede causar impacto ambiental. Para estas, el Estado protege la salud de las personas a través de la calidad del Medio Ambiente: aire, agua, suelo para lo cual ha dictado una serie de normas que se encuentran en la Ley general del Medio Ambiente y su reglamento^{27, 28, 29}, dictadas por el Consejo Nacional del Ambiente-CONAM y el Ministerio del Medio Ambiente, en los que se establecen los límites máximos permisibles y que deberán ser respetados cuando se realicen emisiones al aire o disposición de sub productos, como consecuencia de la realización de la actividad productiva. Se describen a continuación algunas de estas probables situaciones, dependiendo de la magnitud de la obra:

- La instalación de una central hidroeléctrica podría demandar la construcción de una represa, la cual puede interrumpiría el flujo de peces en su camino para desovar en las partes altas de una cuenca (caso de truchas). Asimismo, puede dañar el medio ambiente por efecto de vertimiento de aceite u otras sustancias tóxicas, presencia humana no acostumbrada y la disposición de sus residuos sólidos y líquidos.
- Torres de un arreglo eólico que interrumpan el flujo de aves migratorias, a lo que se suma la presencia humana y las obras de infraestructura que tienen su propio impacto.
- Uso de baterías para almacenamiento de energía de sistemas fotovoltaicos.

²⁷<http://www.congreso.gob.pe/ntley/imagenes/Leyes/28611.pdf>

²⁸http://normasambientalesperu.blogspot.com/2009/05/ley-marco-del-sistema-nacional-de_24.html

²⁹<http://cdam.minam.gob.pe/novedades/leygeneralambiente2.pdf>

- Suero producido en la producción de quesos cuando no está debidamente prevista la utilización de este, por ejemplo para la preparación de quesos (ricota) o bebidas energéticas.

Previendo que se puedan presentar situaciones como las descritas, a continuación se presenta una metodología de aplicación sencilla, para evaluar el impacto ambiental de las tecnologías seleccionadas, en aplicaciones a la pequeña y microempresa.

7.1 Matriz Causa – Efecto: Matriz de Leopold^{22, 30, 31}

Se ha escogido ésta, de las varias existentes, porque según las consultas y lecturas efectuadas es de fácil aplicación y se adapta mejor al impacto que puedan causar las pequeñas y microempresas.

Esta herramienta de doble entrada, permite correlacionar los factores ambientales que pueden ser afectados por un proyecto y que deben figurar en el eje de las Y, con las acciones impactantes, agrupadas por fases, en el eje de la X.

La calificación de los posibles impactos ambientales, debe realizarse en primer lugar con la participación de personas de la comunidad donde se va a instalar la micro empresa y los resultados, consultados con una persona experta en el tema ambiental que pueden ser ubicadas en las universidades locales.

En la figura 7.1 se presenta a manera de ejemplo, una matriz que analiza el impacto ambiental causado por la construcción de una presa hidráulica que ha sido tomada de la página 190 de la referencia²³. En esta se menciona que los impactos más significativos son aquellos cuyas filas y columnas aparecen más llenos o con calificaciones más altas, debido a la consideración de un mayor número de factores que pueden afectar el ambiente.

Si se observa esta matriz, se ve que en el eje de la X, se consideran las diferentes fases de la obra e incluso el abandono de la misma al término de su vida útil. Los posibles impactos analizados, ocupan en total 14 casilleros. De estos, 9 son los que tendrán un mayor impacto en los aspectos considerados en el eje de las Y referidos a peces y macro fauna (en la matriz señalados en color rojo) y el de vertidos accidentales afectará a 18 (en color rojo) de los 25 parámetros considerados.

En el eje de la Y se han considerado cuatro grupos de factores ambientales ubicados en 9 sub-grupos que a su vez comprenden 25 parámetros. Entre estos, el referido a peces y macro fauna son los más afectados.

Otras acciones con posibles efectos (11 casilleros) son:

30 V. Conesa Fdez.-Vítora Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid 1993.

31 Funiber. Impacto ambiental. Madrid 2000.

- Exploraciones y movimiento de tierras
- Exploración de canteras
- Obras de construcción

Cuando se tiene un proyecto que va a implicar una cantidad importante de baterías o producción de suero se pueden elaborar matrices similares.

7.2 Medidas preventivas y correctivas

No obstante la adopción de medidas preventivas, se considera en las últimas etapas del Estudio de Impacto Ambiental - E.I.A, que es mejor tenerlas presente en la fase de diseño del proyecto, vale decir antes de que se produzcan las alteraciones.

De esta manera, los efectos sobre el medio ambiente pueden reducirse drásticamente, siguiendo una serie de pautas generales de sentido común recomendadas justamente por este Estudio:

- Redactar planes de caminos de obra los que, proporcionando el mayor servicio minimizan la destrucción de la vegetación y en lo posible del suelo. Evitar anchos innecesarios y trazados poco usados.
- Tener presente a las especies animales de mayor interés, evitando actividades nocturnas en épocas del año críticas (apareamientos, nacimientos, etc.).
- Procurar ubicar las instalaciones cuyo volumen o forma presentan un fuerte contraste con el paisaje natural (como en el caso del tanque de agua), en zonas de mayor capacidad de absorción visual.
- Realizar las labores de mantenimiento y reparación de maquinaria en lugares convenientes, alejados de cursos de agua, procurando hacer un manejo cuidadoso de los vertidos sólidos y líquidos.
- Emplazar las instalaciones de obra (almacenes, oficina, corrales, mini planta quesera, etc.) en zonas de escasa incidencia, de manera que en la fase de explotación queden integradas en las zonas ocupadas o en las zonas a restaurar.

La siguiente tabla toma en consideración, aspectos relacionados con el tipo de alteración que podría causar la instalación de una planta quesera con energías renovables, así como las acciones correctivas recomendadas. En cada caso, esta tendrá que ser revisada y adaptada a la situación que corresponda.

Tabla 7.1. Tipo de alteración y medidas correctivas

TIPO DE ALTERACIÓN	TIPO DE ACCION CORRECTIVA
Degradación del suelo	Vertido de suero en pozas de oxidación (Ver Capítulo 5) Disposición de excretas y orina en pozas para posterior alimentación de digestor. Selección de proveedor de baterías, entre los que ofrezcan la disposición final de las mismas.
Erradicación del hábitat y preservación de especies.	Creación de humedales Selección de aerogeneradores y descremadora entre las empresas que ofrezcan equipos con baja emisión de ruido.
Variaciones en la calidad del agua.	Gestión de vertidos Gestión de residuos sólidos de la operación de establo y mini quesería
Razones socio-económicas	Ordenación de usos sociales y recreativos Reasentamientos Medidas compensatorias y reorganización de recursos
Alteraciones sobre el patrimonio cultural	Traslados Recuperaciones
Impactos sobre el paisaje	Integración con el paisaje

7.3 Impacto ambiental de la mini planta quesera

Como es de conocimiento público, el valor de los productos que ofrecen las empresas va a depender cada vez más de cuan respetuosa ha sido su elaboración con el medio ambiente. Esto está estrechamente ligado al uso de energías y tecnologías limpias en cada etapa de su fabricación, lo cual demandará, el desarrollo de una capacidad de gestión que le permita al empresario conocer con anticipación los probables impactos ambientales de modo que pueda tomar las medidas correctivas antes que estos se produzcan.

Como vimos en el capítulo 1 la pequeña y microempresa son grandes generadoras de empleo, tanto en nuestro país como en el exterior, por lo que tienen un impacto social importante. No obstante, y por falta de información sobre el manejo de las variables requeridas para una mejor gestión ambiental, lo hacen de una forma que no generan los ingresos económicos esperados y contaminan el medio ambiente por desconocimiento. Como la calidad de los productos no es alta, no participan plenamente en las posibilidades que ofrecen los mercados más exigentes y que les pueden pagar mejores precios por lo que los ingresos que generan por la venta de sus productos es en general bajo.

En los capítulos 4 y 5 vimos de manera amplia, las posibilidades que ofrecen las energías renovables y las tecnologías limpias para colocar en el mercado productos de mejor calidad, y por ende a mayor precio, citando en el segundo de los mencionados varios casos de empresas que ya se encuentran gestionando las energías renovables con diferentes resultados, como veremos en el capítulo 8.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se propone como una herramienta factible para las MYPEs, el uso de la matriz de Leopold que a manera de ejemplo, se aplica al caso 1 presentado en el Capítulo 5 (ver también sección 5.5), presentando el estudio del impacto ambiental producido por una mini planta quesera. Al igual que la figura anterior, esta deberá ser revisada y adaptada según los requerimientos.

En el eje de las Y se ha considerado los mismos factores de la matriz de Leopold reducida, que aparecen en la Fig. 7.1, donde solo se ha omitido la fila “plantas acuáticas”.

En el eje de las X, se han considerado las diferentes fases de la construcción de la referida mini planta:

- Nivelación del terreno
- Construcción del estable
- Construcción de mini planta
- Instalación de equipos renovables

Donde, los productos (suero) y los equipos (baterías de plomo-ácido) agresivos al medio ambiente, están considerados en la construcción de la mini planta quesera e instalación de equipos renovables, respectivamente.

En la fase de explotación se han considerado los siguientes ítems:

- Producción de leche
- Mantenimiento del estable
- Producción de queso
- Generación de calor
- Mantenimiento de equipos de energías renovables

En la fase de abandono se han considerado los siguientes ítems:

- Restablecimiento de condiciones iniciales
- Abandono

Siguiendo un procedimiento similar al de la sección 7.1, se ha obtenido la figura 7.2.

Si se observa esta, se ve que en el eje de la X, se consideran las diferentes fases de la obra e incluso el abandono de la misma al término de su vida útil.

Los posibles impactos analizados, ocupan en total 12 casilleros. De estos, 10 son los que tendrán un mayor impacto en los aspectos considerados en el eje de las Y referidos a los suelos (en la matriz señalados en color rojo) y el de producción de quesos afectará a 13 (en color rojo) de los 23 parámetros considerados.

En el eje de la Y se han considerado cuatro grupos de factores ambientales ubicados en 9 sub-grupos que a su vez comprenden 24 parámetros. Entre estos, el referido a suelos por la producción de quesos es el más afectado.

Otras acciones con posibles efectos (10 casilleros) son:

- Nivelación del terreno
- Construcción del establo
- Mantenimiento de equipos de energías renovables

Donde el factor ambiental más impactado es vistas y paisajes (9 casilleros).

Se puede ver claramente, que si no se toman en cuenta las medidas preventivas y correctivas a tiempo, las fases críticas estarían en la operación de la planta así como en la construcción de la misma, situación que puede evitarse si se considera el estudio del impacto en la gestión de éstas.

Figura 7.2

			ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																			
			Fase de Construcción					Fase de Explotación / Operación				Fase de Abandono										
			Nivelación de Terreno	Contrucción de Estado	Plantación de Alfalfa	Construcción de Planta Quesera	Instalación Equipos Energías Renovables	Producción de Leche	Mantenimiento del Establo	Producción de Quesos	Generación de Calor	Mantenimiento de Equipos de Energías Renovables	Restablecimiento de Condiciones Indicadas	Abandono								
FACTORES AMBIENTALES	FACTORES PRODUCTIVOS	Tierra	Suelos																			
		Atmósfera	Calidad																			
		Agua	Calidad																			
			Temperatura																			
		Procesos	Erosión																			
	Exposición																					
	FACTORES BIOLÓGICOS	Flora	Árboles																			
			Hierbas																			
			Cosechas																			
			Microflora																			
		Fauna	Peces																			
			Macrofauna																			
			Barreras																			
	FACTORES CULTURALES	Recreativos y Turismo Rural	Pesca																			
			Baño																			
			Camping																			
			Excursión																			
			Zonas Verdes																			
		Estéticos	Vistas y Paisajes																			
			Parques y Reservas																			
Nivel Cultural		Salud y Seguridad																				
		Empleo																				
		RELACIONES	Eutrofización																			
		Cadenas Alimenticias																				

Matriz de Leopold para mini planta quesera. Fuente: elaboración propia.

Capítulo 8

Modelo de gestión

Este capítulo recoge la experiencia, tanto en el Perú como en el extranjero, del autor y otros especialistas (8), (18). En estas se trabajó con la cooperación internacional, que financió el grueso de los presupuestos de los proyectos de energías renovables ejecutados, así como los aportes de las contrapartes que en la mayoría de los casos fueron ingenieros, técnicos, secretarías de los organismos de desarrollo de locales y la movilidad con el respectivo chofer.

Se orienta a la mejora de la **gestión de las energías renovables** en la micro y pequeña empresa de lácteos, las que por desconocimiento de los principios de ésta no aprovechan todas las posibilidades que ofrece este producto. De este grupo de empresas se ha escogido las dedicadas a la crianza de cabras.

8.1 Modelo de gestión del operador

Este Modelo se va a desarrollar en 3 niveles de la actividad económica a generar. Ver Fig. 8.1.

Dirección

Se propone utilizar las energías renovables para agregar valor a la leche producida por criadores de cabra, que según información proporcionada por la ONG Pro cabra son alrededor de 210,000 familias en nuestro país, con lo que podrán mejorar sustancialmente sus ingresos al dirigir sus productos a mercados que les pueden pagar mejores precios.

Ejecución

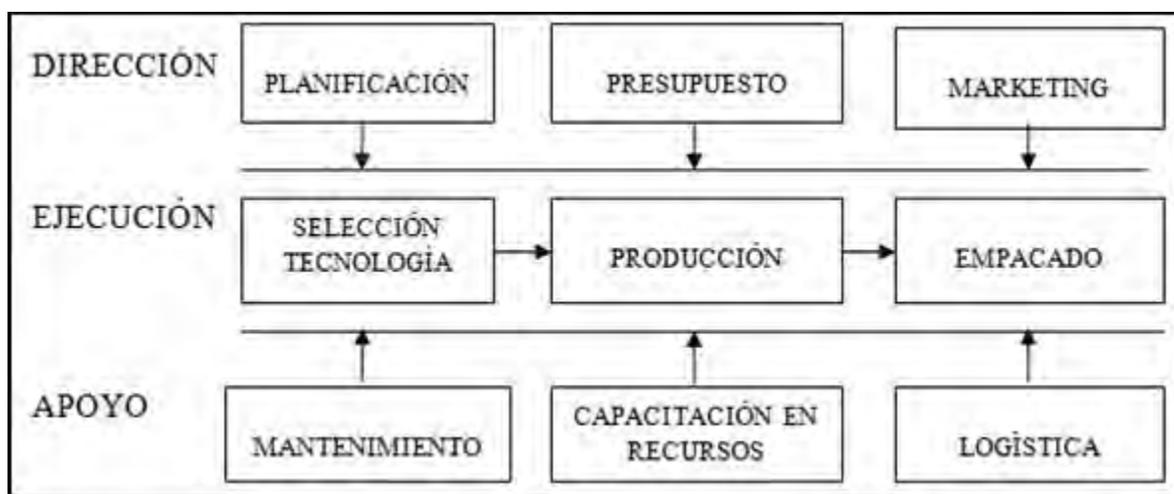
Los equipos requeridos para el propósito arriba señalado serían los básicos para pasteurizar, desnatar y preparar quesos, tanto frescos como madurados. La energía

térmica y eléctrica provendría de la oferta de equipos renovables comerciales, seleccionados de la que ofrezcan la mejor relación beneficio-costos.

Apoyo

Se ha considerado la capacitación a los pequeños y microempresarios que serán seleccionados entre los pobladores de las comunidades donde se implementará, tanto en aspectos técnicos como de gestión. Se considera también la logística requerida para contar localmente con las herramientas e instrumentos para la realización del mantenimiento preventivo y contactos con talleres locales para la realización del mantenimiento correctivo.

Figura 8.1



Modelo de gestión propuesto.

Se va a profundizar con mayor detalle en estos niveles:

8.1.1 Procesos de dirección

8.1.1.1 Planificación

Toma en consideración el mercado a satisfacer, que tiene en cuenta el tamaño de la maquinaria (Vol./día) ofrecida y del establo (# de cabras en producción lechera).

8.1.1.2 Presupuesto

Sería proporcionado por el ente de desarrollo local, en el marco del presupuesto participativo, pero podría ser solicitado también como se dijo al comienzo de éste capítulo a la cooperación internacional.

8.1.1.3 Marketing

Se ha previsto, inicialmente, la venta de productos al Estado, así como presentaciones de personajes públicos comentando sobre las bondades del producto, en medios de comunicación masivos.

8.1.2 Ejecución

Para el funcionamiento adecuado de los sistemas a instalar se contempla una organización compuesta de seis (6) personas: (1) Responsable, (1) Mantenimiento - equipos renovables y planta -, (1) Responsable de la producción de producir 100 L. de leche /batch y del control de su calidad y cantidad, (2) Responsable de producción de aprox. 15 kg de quesos/batch, del control de su calidad y cantidad y de su empaque, tal como se presenta en la Fig. 8.1, que comprende las siguientes fases:

8.1.2.1 Selección de tecnologías

Considera el equipamiento de la infraestructura necesaria para el funcionamiento del establo, la producción de quesos como el suministro de energía renovable para generar electricidad y calor requeridos para la producción de quesos.

8.1.2.2 Producción

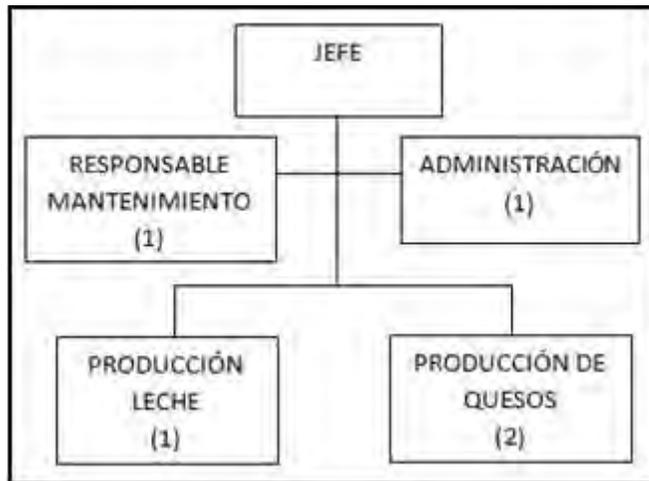
Se ocupa de crear bienes y/o servicios administrando los procesos, la planificación de la capacidad, la organización, la dirección, el control y mejora del conjunto de actividades y procesos destinados a la producción. Maneja a las personas que realizan los diferentes procesos, los materiales e insumos, las instalaciones y máquinas, el inventario y controla la calidad. Debe tener en cuenta al cliente pues es quien va determinando el producto y cómo este prosperará en relación a lo que le aporta. Tiene gran valor como herramienta competitiva. Como aparece en la Fig. 8.2 ya referida, son seis las personas consideradas.

8.1.2.3 Empacado

Considera las actividades de diseñar y producir el recipiente o la envoltura para determinado producto. Comprende el recipiente que se desecha cuando se va a utilizar y el empaque de envío necesario para almacenar, identificar y enviar el producto, por ejemplo una caja de cartón corrugado que contiene 1 docena de quesos. Un aspecto importante del empackado es el etiquetado, que consiste en la

información impresa que aparece en o dentro del paquete. Las decisiones de empaque se basan en factores de costos y producción. Un empackado innovador puede proporcionar una ventaja sobre los competidores.

Figura 8.2



Organigrama del ente ejecutor.

8.1.3 Apoyo

Tiene en cuenta todas las actividades que sirven de soporte a la producción, como son mantenimiento, logística, capacitación de personal.

8.1.3.1 Mantenimiento

Es una actividad fundamental para que la producción se realice de una manera confiable, sin interrupciones por parada de equipos ni falta de energía. Se realizará con personal propio de la comunidad donde se ejecutará.

Preventivo

Se realiza de acuerdo a un programa pre establecido y siguiendo las normas establecidas en los manuales de mantenimiento de los componentes.

Biomasa

Revisión semanal de estado del fermentador y almacenador de biogás, así como conexiones.

Revisión quincenal del generador eléctrico a biogás.

Solar

Limpieza semanal con agua, de paneles fotovoltaico y térmico.

Revisión mensual de sellos de colector y tanque térmico.

Limpieza anual del interior de tuberías del colector solar, con vinagre diluido en agua.

Revisión mensual de conexiones en baterías y tablero.

Eólico

Revisión quincenal del rotor y tornamesa.

Limpieza quincenal de palas.

Revisión mensual de conexiones eléctricas.

Para el mantenimiento preventivo de los equipos electromecánicos, el personal previamente capacitado, y con los respectivos manuales deberá proceder con los siguientes elementos:

Herramientas

Juego de llaves de boca y corona, alicates, martillo, juego de desarmadores planos y estrella, limpiavidrios.

Escalera de 5m, de madera.

Correa de seguridad.

Manguera de 5 m, con regadera regulable.

Instrumentos eléctricos básicos: multímetro

Gorros, guantes, botas, mandiles para lácteos.

Termómetro.

Medidor de acidez.

Correctivo

Cuando se interrumpe el suministro de biogás, calor o electricidad se debe comunicar de inmediato al personal autorizado, quienes deben resolver el problema con repuestos originales.

Cuando corresponda el cambio de componentes de acuerdo a lo indicado en sus respectivos manuales.

8.1.3.2 Capacitación en RRHH

Esta debe ser proporcionada por los proveedores de los equipos, durante la instalación de los mismos.

Es recomendable la participación de universidades, escuelas técnicas, ONG's.

El perfil de los operadores:

- Primaria completa (sabe leer y escribir).
- Experiencia de campo en crianza de ganado caprino (y vacuno).
- Producción artesanal de quesos.

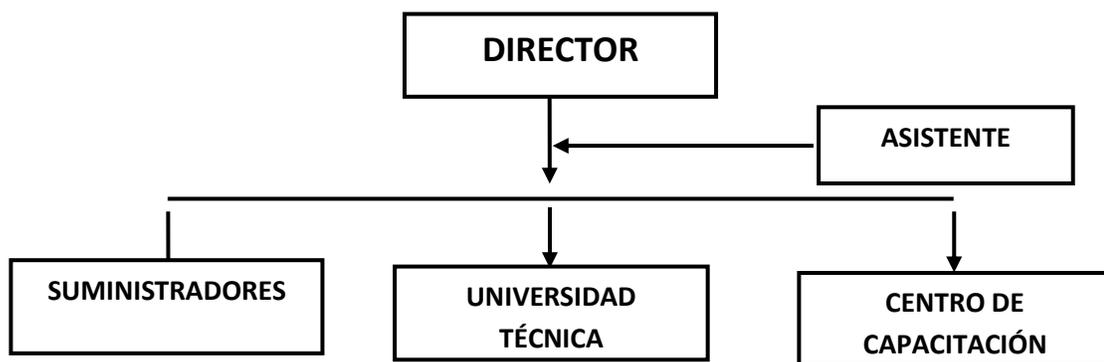
8.1.3.3 Logística

En la comunidad debe existir un ambiente de 3x4 m² (aprox.), con mesa de trabajo, tornillo de banco y anaqueles para el guardado de las herramientas e instrumentos requeridos en los trabajos de mantenimiento a realizar.

8.2 Modelo de gestión del promotor

El modelo de gestión para replicar los diseños planteados en el capítulo 5, demandará como se muestra en la Fig. 8.3, un equipo promotor, conformado por un director, un asistente y organizaciones de soporte entre las que se encuentran los suministradores, universidades y escuelas de capacitación, que aseguren la operación y el mantenimiento de las instalaciones de acuerdo a los programas que se establezcan, de modo que la vida útil de los equipos se cumpla, tal como figura en sus catálogos. Es recomendable que el director del proyecto sea un ingeniero mecánico electricista, el asistente, un técnico electromecánico con conocimiento de soldadura eléctrica, autógena e instalaciones electromecánicas, de preferencia egresado del SENATI.

Figura 8.3



Organigrama para ente promotor

Los suministradores son los proveedores de equipos de calidad para utilizar la energía solar térmica y fotovoltaica, eólica: aerobombas y aerogeneradores, biomasa: digestores

de biogás y plantas para generar biocombustibles a pequeña escala; microhidro: motores hidráulicos, generadores, controladores de voltaje, tableros, y otros.

La universidad tecnológica debería contar con experiencia en investigación y desarrollo en los temas afines a las energías renovables, como el Centro de energías Renovables de la UNI. Existen universidades en el exterior, interesadas en colaborar con experiencias de esta naturaleza en las cuales pueden volcar sus conocimientos teóricos y ganar en la experiencia de aplicaciones prácticas, así como con el contacto con poblaciones distintas a las de sus países.

La escuela de capacitación debe cubrir zonas amplias de nuestro país, con instructores formados para transmitir conocimiento en las áreas de interés, y la instrumentación que se requiera para labores de operación y mantenimiento de los equipos. Este es el caso del SENATI con sus 42 Centros a nivel nacional.

La financiación de las aplicaciones podría venir de los Gobiernos regionales, en particular de los que tienen canon minero pero poca capacidad para emprendimientos de desarrollo locales. También de las empresas locales como las minas y agroindustrias, que cuentan con presupuestos en sus proyectos de ayuda social. Otra fuente de financiación puede ser los presupuestos participativos, que responden a iniciativas que surgen de las poblaciones que quieren usar las energías renovables en proyectos productivos.

8.3 Ponderación de la micro y pequeñas empresas estudiadas

En el Capítulo 5, se presentaron siete casos de micro empresas que utilizan las energías renovables para diferentes propósitos. En dicho Capítulo además, se mostraron dos ejemplos de uso integral de las energías renovables, en el marco del respeto al medio ambiente.

En el presente Capítulo, se desarrolla un Modelo de Gestión para facilitar justamente la utilización integral de las energías renovables que permitiría aumentar la rentabilidad de la micro empresa, respetando el medio ambiente.

Estos parámetros definidos en el Modelo de Gestión, nos servirán de referencia para determinar la situación en la que se encuentran cada uno de los casos presentados en el Capítulo ya referido mediante la Tabla de Ponderación 8.1, la cual a su vez, se constituye en una herramienta para analizar la situación de cada micro empresa, respecto a su competencia.

Tabla 8.1

Caso N°	Criterio-Gestión Nombre	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	Total	Grado de eficiencia de gestión organizacional
		Organiz.	Capacit.	Mantto.	Cuidado M.A.	Uso Productivo		
1	H. Huaraz	4	1	4	0	0	9	18%
2	Retiro en Cieneguilla	8	4	6	5	2	25	50%
3	La Cabrita	8	8	6	4	9	35	70%
4	Casa Blanca	4	6	3	5	9	27	54%
5	Parque porcino Ventanilla	4	4	2	1	8	19	38%
6	Coop. Ayapata Puno	10	8	6	2	9	35	70%
7	Kit YánacEurosolar	5	5	5	5	0	20	40%

Ponderación del Modelo de Gestión

Capítulo 9

Aspectos económicos

Se describe a continuación los aspectos económicos relacionados con la participación de:

- Del Operador
- Del Promotor

9.1 Del operador

En la Tabla 9.1, que representa el Flujo de caja para un período de 10 años, de una mini planta quesera, la que producirá 2 productos: quesos y mantequilla.

Como se puede apreciar, la producción de mantequilla ya es una innovación toda vez que en la actualidad los micro empresarios producen quesos utilizando, según los especialistas, mantequilla con mucha nata. Como van a disponer de electricidad ellos podrán ahora separar la nata en una descremadora, antes de producir los quesos.

Entre los puntos 1 a 10 de la columna 2 aparece el costo anual para operar la planta con la infraestructura física y las 6 personas cuyas funciones se describieron en el capítulo anterior.

El monto que aparece en la fila 0 es la inversión de capital para cubrir la adquisición de los equipos con energía renovable, los requeridos en la mini quesería y herramientas básicas para el mantenimiento de los equipos e insumos de producción.

Entre los puntos 1 a 10 de la columna 2 aparecen los ingresos producidos por la venta de quesos, principalmente frescos, y en la columna 3 la mantequilla. Los parámetros utilizados aparecen en la relación que se presenta a continuación:

Tabla 9.1 Flujo de caja para mini planta de quesos frescos

Producción leche	100	l		
Producción queso	0,15	kg/l		
Precio queso	15	n.sol/kg		
Prod. Mantequilla	0,05	kg/l		
Precio Mantequilla	20	n. sol/kg		
Mano de obra	270	n. sol/pers		
# Trabajadores	6			
Precio de leche	0,75	n.sol/l		
Año	Inversiones y gasto anual	Queso	Mantequilla	Resultado
0	-54000			-54000
1	-37440	32400	14400	9360
2	-37440	32400	14400	9360
3	-37440	32400	14400	9360
4	-37440	32400	14400	9360
5	-37440	32400	14400	9360
6	-37440	32400	14400	9360
7	-37440	32400	14400	9360
8	-37440	32400	14400	9360
9	-37440	32400	14400	9360
10	-37440	32400	14400	9360
			TIR	11%

Para poder apreciar el efecto del precio del queso se ha preparado la Tabla 9.2 en la que se supone que la producción es de quesos madurados.

Tabla 9.2 Flujo de caja para mini planta de quesos madurados

Producción leche 1	100	l		
Producción queso	0,15	kg/l		
Precio queso	28	n.sol/kg		
Prod. Mantequilla	0,05	kg/L		
Precio Mantequilla	20	n.sol/kg		
Mano de obra	640	n.sol/pers		
# Trabajadores	6			
Precio de leche	1	n.sol/l		

Producción de leche 2	150	1 a partir año 4		
Año	Inversiones y gasto anual	Queso	Mantequilla	Resultado
0	-59000			-59000
1	-67680	60480	14400	7200
2	-67680	60480	14400	7200
3	-67680	60480	14400	7200
4	-67680	60480	21600	14400
5	-67680	60480	21600	14400
6	-67680	60480	21600	14400
7	-67680	60480	21600	14400
8	-67680	60480	21600	14400
9	-67680	60480	21600	14400
10	-67680	60480	21600	14400
			TIR	14%

Como se puede apreciar en la Tabla 9.2, produciendo quesos madurados se pueden mejorar notablemente los honorarios y mejorar el precio de la leche fresca.

9.2 Del Promotor³²³³³⁴

En el Cuadro 9.3 que representa el Flujo de caja para un período de 10 años, se presentan 3 propuestas de aplicación:

- Propuesta 1. Aplicación al Turismo.
- Propuesta 2 Aplicación a la Agroindustria.
- Propuesta 3 Comercialización de aplicaciones en forma independiente: Calentadores solar fotovoltaica, Aerobomba, aerogeneradores, microcentrales hidroeléctricas, digestores de biogás.

Como se puede apreciar, la propuesta 3 representa la forma de actuación actual de los suministradores, sin ninguna vinculación entre los equipos que comercializa, respondiendo a la coyuntura del mercado. Las propuestas 1 y 2 son integrales y se orientan a la solución de casos, tal como se vio en el capítulo correspondiente.

32A. Oliveros (2010). Ciencia y tecnología para mejorar la calidad de vida en poblaciones rurales pobres del Perú.

³³ www.adinelsa.com.pe

³⁴ www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/Publico/1.htm

Entre los puntos 1 á 10 de la columna 2 aparecen el costo de lo que cuesta operar el equipo, toda vez que cubre los honorarios de 1 Director y su asistente, así como el alquiler de una oficina y el pago de los servicios (luz, agua, teléfono, internet).

El monto que aparece en la fila 0 es la inversión de capital para cubrir la adquisición de 1 camioneta y herramientas básicas para la instalación de los equipos; caja de herramientas y soldadora.

Entre los puntos 1 a 10 de la columna 2 aparecen el costo delo que cuesta operar el equipo, toda vez que cubre los honorarios de 1 Director y su asistente, así como el alquiler de una oficina y el pago de los servicios (luz, agua, teléfono, internet).

El monto que aparece en la fila 0 es la inversión de capital para cubrir la adquisición de 1 camioneta y herramientas básicas para la instalación de los equipos; caja de herramientas y soldadora.

Tabla 9.3 Flujo de caja para propuestas de aplicación ER

Honorarios1	18000		Gerente		
Honorarios2	7200		Técnico		
Alquileres	6000		Local		
Pago servicios	1200		Teléfono, Internet		
Vehículo	13000		Camioneta 4x4		
Flujo de caja de propuestas ER-US\$					
Año	Inversiones y gasto anual	Prod.1	Prod.2	Prod.3	Resultado
0	-13000				-13000
1	-27600	6000	8000	10000	-3600
2	-28560	6000	8000	10000	-4560
3	-28560	6000	8000	10000	-4560
4	-32400	12000	8000	10000	-2400
5	-32400	12000	16000	14000	9600
6	-32400	12000	16000	14000	9600
7	-32400	12000	16000	14000	9600
8	-32400	12000	16000	14000	9600
9	-32400	12000	16000	14000	9600
10	-32400	12000	16000	14000	9600
				TIR	12%

Capítulo 10

Conclusiones y recomendaciones

La mejora de la gestión de las energías renovables puede producir aumentos sustanciales en la economía de las micro y pequeñas empresas, cuando el modelo de gestión la considera como preponderante y se hace una planificación que permita, con una organización sencilla, ofrecer productos de calidad en mercados más exigentes.

La capacitación juega un rol muy importante toda vez que prepara al recurso humano local para la gestión, mantenimiento preventivo/correctivo y cuidado del ambiente, entre otros. Esta deberá ser modular-secuencial-aplicativa, para facilitar la apropiación y puesta en práctica de los nuevos conocimientos, dado que una buena gestión es la base para conseguir la sostenibilidad, de las aplicaciones a realizar.

Existen tecnologías de energías renovables, para la micro y pequeña empresa, que se encuentran en una etapa comercial en nuestro país:

- Energía solar: nuestro mercado ofrece sistemas térmicos como los calentadores solares, y eléctrico como los módulos fotovoltaicos.
- Energía eólica: se encuentra también aerobombas y aerogeneradores, que se pueden usar muy bien en aplicaciones productivas.
- Energía de la biomasa: se puede conseguir digestores y motores de biogás de varios tamaños.
- Energía hidráulica: micro y pico centrales.
- Otras que se pueden adaptar, como los secadores solares o los motores gasolineros y diesel.

El inicio de estas unidades va a requerir el apoyo del organismo de desarrollo local, pero luego se puede llegar a tener unidades autosuficientes.

La rica biodiversidad de nuestro país permitiría plantear Modelos de Gestión para los diversos pisos ecológicos existentes.

Se generarán los elementos necesarios que permitan diseñar propuestas para la financiación de las iniciativas.

Se recomienda:

- Presentar propuestas a los gobiernos locales, para la implementación del Modelo de gestión desarrollado en esta tesis.
- Preparar propuestas para generar políticas de Estado que incentiven el cambio de la matriz energética.
- Fomentar capacitaciones especializadas en energías renovables dirigidas a la pequeña y micro empresa,
- Fomentar capacitaciones que faciliten a la pequeña y micro empresa, una mejor visión de la problemática ambiental, poniendo a su alcance herramientas que les faciliten una planificación y organización más responsable con su entorno.

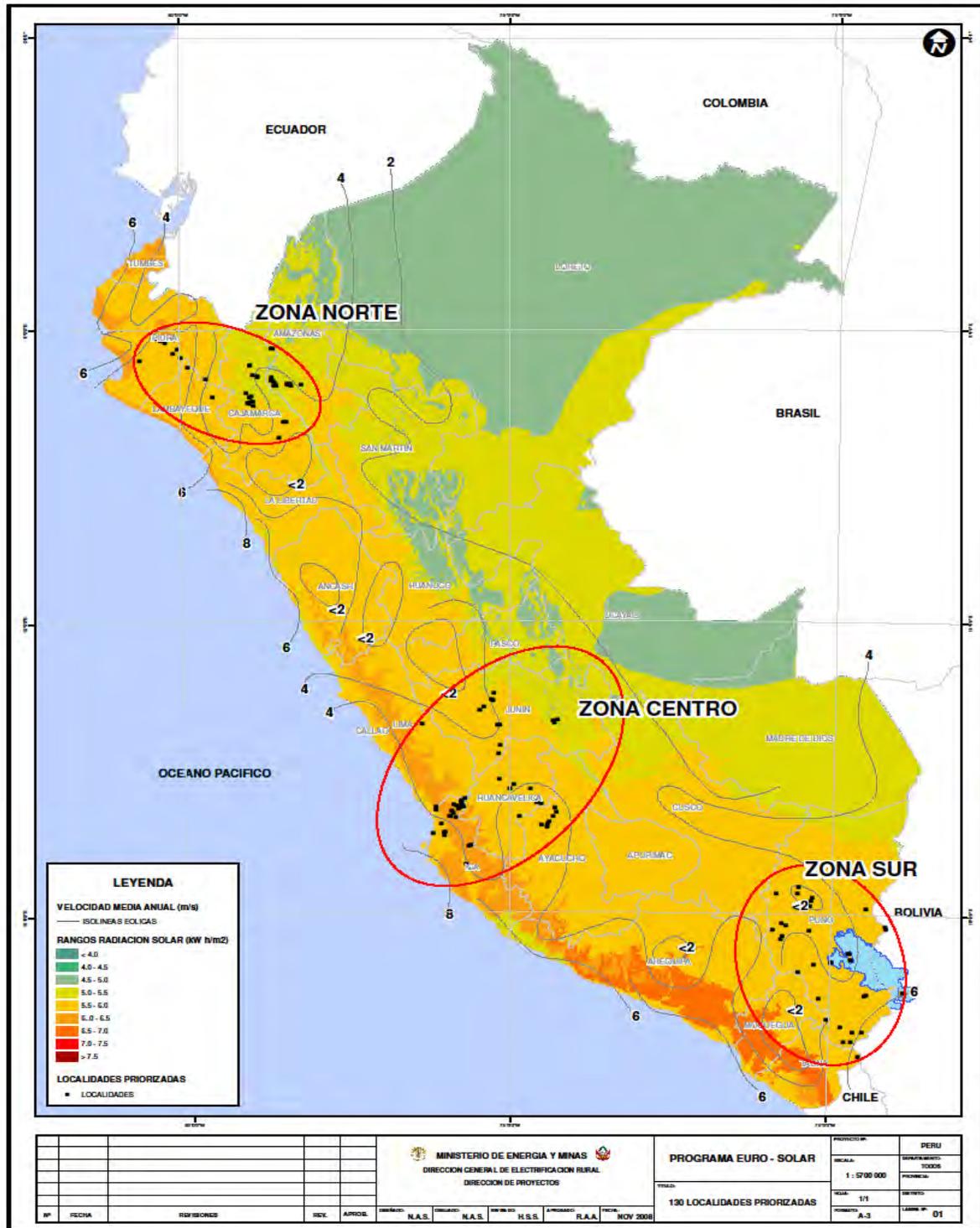
Bibliografía

1. A. Oliveros (1990.). Tecnología Energética y Desarrollo. Concytec
2. A. Oliveros D. (1998) “Energising” Rural Areas of Peru – EnergiaNewsVol 2 Nr1
3. <http://www.monografias.com/trabajos11/pymes/pymes.shtml>
4. http://es.wikipedia.org/wiki/Peque%C3%Blay_mediana_empresa
5. <http://www.slideshare.net/ricek2010/realidad-de-las-mype-en-el-peru>
6. Funiber. (2000). Introducción a las Energías Renovables. Madrid.
7. Funiber. (2000). Aplicación de las Energías renovables-Energía Solar Térmica. Madrid.
8. Funiber. (2000). Aplicación de las Energías renovables-Energía Solar Fotovoltaica. Madrid.
9. IDAE. (1996). Manuales de Energías Renovables Ed especial cinco días IDEA, Madrid
10. Duffie&Beckman (2006). Solar Engineering of Thermal Processes 3rd edition John Wiley&Sons Inc.
11. Itintec. (1982). II Seminario Nacional de Energía Solar.
12. Itintec. (1985). III Seminario Nacional de Energía Solar. Cuzco.
13. Indedcopi. (2002). NTP Colectores solares planos
14. En línea 31-03-2012 <http://www.augpee.org/not/em/1903-mem-implemento-sistemas-hibridos-eolico-solar-y-de-energia-solar>
15. En línea 31-03-2012. http://www.ilzrorapsperu.org/pubs/RAPS_TUTORIAL.pdf
16. En línea 31-03-2012. <http://www.eurosolarperu.blogspot.com>
17. Licitaciones: solar, eólica, biomasa, Hidro. En línea 05-03-2012 <http://www.slideshare.net/COBER4/203-alfredo-dammert-licitaciones-de-energias-renovables-en-el-per-5575556>
18. Itintec. (1982). I Seminario Nacional de Energía Eólica. Piura,
19. Itintec. (1985). II Seminario Nacional de Energía Eólica. Tacna,
20. E.H. Lysen. (1982). Introduction to Wind energy. SWD.
21. Jack Park. (1981). The Wind Power Book. Cheshire Books, Palo Alto California.
22. Funiber. (2000). Aprovechamiento energético de la Biomasa. Madrid.
23. Funiber. (2000). Aplicación de las Energías renovables-Energía Hidráulica. Madrid
24. Concytec-OEA (2006) Manuales de Tecnologías Limpias, Lima
25. La sostenibilidad. En línea 05-03-2012 <http://www.otromundoesposible.net/quienes-somos>

26. Promoción del Uso de las Energías Renovables. En línea 31-03-2012
http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/Normas/DL_No_1002.pdf
27. Ley 28611. En línea 31-03-2012. <http://www.congreso.gob.pe/ntley/imagenes/Leyes/28611.pdf>
28. Ley del Medio Ambiente. En línea 31-03-2012.
http://normasambientalesperu.blogspot.com/2009/05/ley-marco-del-sistema-nacional-de_24.html
29. En línea 31-03-2012 <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/leygeneralambiente2.pdf>
30. V. Conesa Fdez.-Vítora Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid 1993.
31. Funiber. Impacto ambiental. Madrid 2000.
32. A. Oliveros (2010). Ciencia y tecnología para mejorar la calidad de vida en poblaciones rurales pobres del Perú. Revista Facultad. Ingeniería Industrial Año XII n° 28.
33. Fuentes de energía no convencional. En línea 31 de marzo 2012 www.adinelsa.com.pe
34. Energías renovables. En línea 31-03-2012.
<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/Publico/1.htm> b
35. Energía infraestructura y servicios básicos En línea 31-03-2012
<http://www.solucionespracticas.org.pe/>
36. Aerogeneradores. En línea 05-03-2012 <http://www.tutiendasolar.es/Catalogo-Aerogeneradores.html>
37. Biodigestores. En línea 05-03-2012 <http://www.cidelsa.com/es/biodigestores.html>

Anexos

Anexo 01 Instalaciones Euro-Solar sobre mapa solar y eólico del Perú



Anexo 02 Calentadores solares TERMOINOX

TANQUE TERMICO

TECNOLOGIA, EFICIENCIA, AHORRO, CONFORT

Economía de Energía y Preservación del Medio Ambiente





Aislamiento, Eficiente y Ecológico

Efectivo aislamiento térmico con **POLIURETANO EXPANDIDO RÍGIDO ECOLÓGICO**.

Poliuretano Inyectado

→ Máxima protección contra el frío

→

→

Hecha para todo tipo de clima

Solar/eléctrico para aquellos días de lluvia

Elegancia

Fino acabado en aluminio anodizado

Durabilidad

Depósito interno en acero inoxidable 304 ó 316 según sea el caso

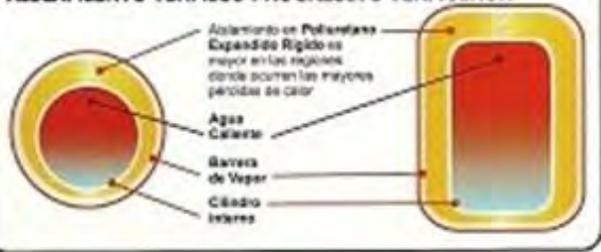


Depósito interno fabricado bajo proceso de soldadura TIG



Niples, acoplamientos y demás componentes internos íntegramente en acero inoxidable

AISLAMIENTO TÉRMICO PROGRESIVO TERMOINOX



Aislamiento en Poliuretano Expandido Rígido es mayor en las regiones donde ocurren las mayores pérdidas de calor

Agua Caliente

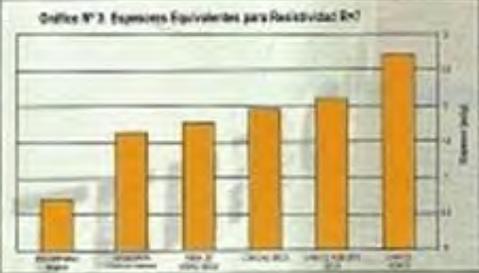
Barra de Vapor

Cilindro Interno

FACTOR DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DE DIFERENTES MATERIALES AISLANTES

MATERIAL	FACTOR K w/m·°K	RESISTIVIDAD MUESTRA DE 1 PULGADA DE ESPESOR
Lana de vidrio	0.0576	17.36
Lana de basalto seca	0.0432	23.15
Corcho seco	0.0403	24.81
Fibra de vidrio	0.0374	26.74
Isorex	0.0331	30.21
Poliuretano Rígido Inyectado - Ecológico	0.0158	63.29

Gráfico N° 2. Espesores Equivalentes para Resistividad R=1



NUEVA GENERACIÓN DE COLECTORES SOLARES

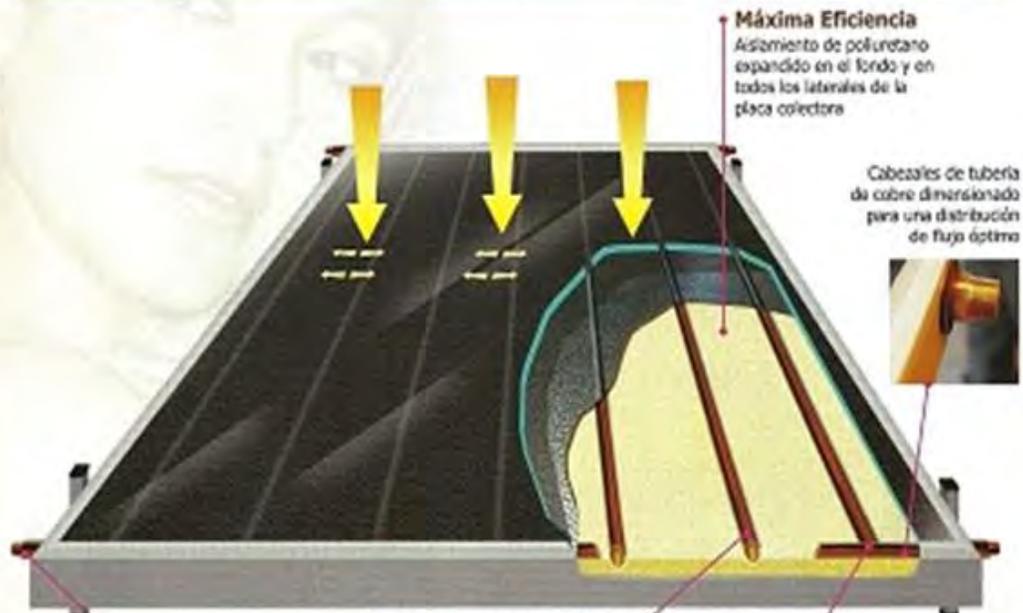
Con la Garantía THERMOSOL

TECNOLOGÍA Y EFICIENCIA A SIMPLE VISTA

Ω PLUS



- ☐ Mayor Eficiencia y Durabilidad
- ☐ Ideal para edificaciones de poco espacio
- ☐ Ideal para obras de gran tamaño
- ☐ Exclusivo sistema de transferencia de calor Omega solar



Máxima Eficiencia
Aislamiento de poliuretano expandido en el fondo y en todos los laterales de la placa colectora

Cabezales de tubería de cobre dimensionado para una distribución de flujo óptima

LARGA DURACIÓN



Adaptador roscado de Cobre 3/4"



Hecho con tuberías de Cobre Rígido en toda la Red de Colectora



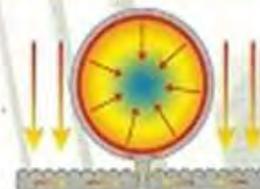
Juntas de cobre soldadas con aporte de plata

COLECTOR SOLAR DE ALTA EFICIENCIA



Omega Plus, no es cualquier colector, es un colector de alta eficiencia térmica, evaluado por el STAFF de ingenieros y profesionales técnicos de THERMOINOX.

Superficie de aluminio de alta absorción



Omega Plus

TECNOLOGÍA DE AVANZADA

CALENTADOR SOLAR PARA CLIMA FRIO

Ideales para campamentos mineros de altura

TERMOINOX C₂

Termoinox C2 es un calentador solar de Doble Envolverte. (Chaqueta).

El tanque térmico esta dotado de un intercambiador de calor, de su superficie y fluido térmico anticongelante TERMO ICE. Este liquido circula entre los colectores y el tanque térmico, no entra en contacto directo con el agua (circuito cerrado), sucede un calentamiento por transferencia de calor, evitando así el congelamiento del agua.

- 100% garantizado anticongelamiento
- Libre de uso de Energía Eléctrica
- Libre de uso de válvulas anticongelamiento
- Es totalmente autónomo y seguro
- No desperdicia agua



TERMO ICE
Fluido Anticongelante
para TERMOINOX C₂

CDT TERMOINOX

CONTROLADOR INTELIGENTE TERMOINOX

CDT-TERMOINOX, combina e integra lo más moderna de la micro electrónica; controla una bomba de circulación de agua a través de un diferencia de temperatura entre los colectores solares y el depósito de agua y el tanque térmico o piscina.

BENEFICIOS:

- Ideal para piscinas, sistemas de calentamiento solar forzado.
- Evita congelamiento.
- Posee reloj de tiempo real.
- Funciona como TIMER (temporizador electrónico hasta cuatro eventos por día).
- Salidas para apoyos auxiliares (Resistencias eléctricas o calentadores a gas).
- Puede conectarse al computador a través de una salida serial, incluye software serial SITRAD.



Anexo 03 Aerobomba Multipala



Tabla 3.1. Comportamiento de molinos de viento “Aeromotor” para el bombeo de agua al nivel del mar.¹

Diámetro de cuerpo de bomba en pulg.	Capacidad en litros/hora		Altura en metros a que puede elevarse el agua.					
			Tamaño del molino de viento.					
	6'	8 - 16'	6'	8'	10'	12'	14'	16'
2 1/4	680	1000	23	34	52	77	110	180
2 1/2	850	1230	20	29	43	65	92	150
2 3/4	1000	1460	17	25	37	55	80	130
3	1200	1780	14	21	31	47	67	110
3 1/4	--	2075	--	--	27	40	57	93
3 1/2	1670	2420	11	15	23	35	49	82
3 3/4	--	2750	--	--	20	30	44	70
4	2150	3150	8	12	18	26	38	61
4 1/2	2750	4000	7	9	14	21	30	4
5	3400	4900	5	8	11	17	24	40
6	--	7100	-	5	8	11	17	26

Anexo 04 Aerogeneradores TEPERSAC³⁵³⁶

De esta manera se diseña y desarrolla el primer modelo aerogenerador de 100 W (denominado IT-PE-100), que ha sido evaluado en campo, incorporando cambios y mejoras al primer prototipo hasta llegar a un prototipo final confiable. Siguiendo con el avance, y tomando como base lo trabajado en el tema, se ha diseñado y fabricado un segundo sistema de aerogeneración de 500 W, trabajo apoyado por el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC)¹. En esta cartilla presentamos las características de los dos aerogeneradores de 100 W y 500 W, modelos denominados IT-PE-100 y SP-500, respectivamente.



¹ En agosto del 2006 Soluciones Prácticas - ITDC firmó un convenio con el CONCYTEC para el diseño y desarrollo de un nuevo aerogenerador de 500 W.

³⁵ Energía infraestructura y servicios básicos En línea 31-03-2012 <http://www.solucionespracticas.org.pe/>

³⁶ Aerogeneradores. En línea 05-03-2012 <http://www.tutiendasolar.es/Catalogo-Aerogeneradores.html>

Anexo 05 Digestores de biogás³⁷



El **DETRINACGS** es un biogestor que puede ser fabricado con geometría de PVC o EPDM. Mezcla estiércol de animales y agua para producir biogás, una energía renovable con la que se genera energía eléctrica, calefacción, cocina y fertilizante orgánico a bajo costo.

La inversión en la instalación de un biogestor, se recupera rápidamente por el ahorro en combustibles, derivados del petróleo y en fertilizantes químicos.

El fertilizante que se genera con la biogestión, aumenta el grado nutritivo orgánico y produce mejoras en las raíces, crecimiento y productividad de las plantas y generación de ácidos orgánicos que sirven como nutrientes para su suelo.

Mejora el hábitat de las aves y la salud general de las plantas, para las cercanías muy bien la emisión de metano elimina el ruido.

Se evita la contaminación de las fuentes de agua por aguas residuales no tratadas.

Reduce la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que están produciendo el calentamiento global.

Los biogestores **DETRINACGS** son una opción rentable y limpia de instalar.

Tienen una duración de más de 10 años.

Conviene con alta protección anti UV.

Los biogestores que utilizamos son especiales para biogestión, ya que incorporan los ácidos orgánicos y sólidos que se forman en la digestión anaeróbica.

Fabricamos biogestores en volúmenes que se adaptan a las necesidades de cada instalación particular e incluso.



generadores eléctricos
incorporados a biogás
plantas
caldentadores infrarrojos
cochinas a biogás

generador eléctrico

Tienen capacidad para biogás (hasta 100 Nm³) para funcionamiento de electrodomésticos, calefacción, riego, bombeo de agua y calefacción para edificios industriales.



³⁷<http://www.cidelsa.com/es/biogestores.html>.