

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO
POR EL USO DE COCINAS TRADICIONALES EN EL
ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL
VILACOTA - MAURE**

TESIS

Presentada por:

Lic. HUGO ALFREDO TORRES MURO

Para optar el Grado Académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON
MENCION EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO
SOSTENIBLE**

**TACNA - PERÚ
2011**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**“EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR EL USO DE
COCINAS TRADICIONALES EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN
REGIONAL VILACOTA - MAURE”**

Tesis sustentada y aprobada por unanimidad el 10 de marzo del 2011;
estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE :
Dr. Hugo Canahua Loza

SECRETARIO :
Dr. Alberto Pacheco Pacheco

MIEMBRO :
Dr. Dante Morales Cabrera

ASESOR :
Dr. Alberto Quispe Cohaila

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por su constante preocupación y apoyo para terminar este trabajo.

A mi esposa e hijos, que me proporcionan la energía para seguir trabajando en nuevas metas.

A mis compañeros de la primera promoción de la maestría en gestión ambiental y desarrollo sostenible.

A Edith, Mariela, Lorgia y Carlos por su amistad y constante colaboración para terminar nuestros estudios.

DEDICATORIA

A Dios,
A mis abuelos,
A mi madre,
A mis hermanos,
A mi esposa,
A mis hijos,
A mis amigos.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIAS	iii
ÍNDICE DEL CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE CUADROS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema	7
1.1.1. Antecedentes del problema	7
1.1.2. Problemática de la investigación	9
1.2. Formulación del problema	10
1.3. Justificación e importancia	11

1.4. Alcances y limitaciones	12
1.5. Objetivos	13
1.5.1. Objetivo general	13
1.5.2. Objetivos específicos	13
1.6. Hipótesis	14

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	15
2.2. Bases teóricas	19
2.2.1. Parámetros y unidades	20
2.2.2. Principios fisicoquímicos de la combustión	27
2.2.3. Combustión de la leña	38
2.2.4. Las cocinas tradicionales	52
2.2.5. La reforestación	55
2.2.6. Uso de fuentes renovables de energía	56
2.2.7. Conservación de los combustibles	61
2.3. Definición de términos	66
2.3.1. Elementos adyacentes a la evaluación de impacto ambiental	86

2.3.2. Elementos de proceso de evaluación de impacto ambiental	97
2.3.3. Elementos intrínsecos a la evaluación de impacto Ambiental	101
2.3.4. Otras herramientas o procedimientos	105
2.3.5. Tipología y caracterización de impactos ambientales	108

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación	123
3.1.1. Tipo de investigación	123
3.1.2. Diseño de investigación	123
3.2. Población y muestra de estudio	124
3.2.1. Población de estudio	124
3.2.2. Muestra de estudio	125
3.3. Operacionalización de las variables de estudio	127
3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	130
3.4.1. Técnicas de recolección de datos	130
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	131
3.5. Procesamiento y análisis de datos	132

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	133
4.1.1. Resultado del estudio de antecedentes de creación del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure	133
4.1.2. Base legal que fundamentó la creación del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure (ACRVM)	134
4.1.3. Categoría y estatus actual	139
4.1.4. Antecedentes de la planificación y manejo del ACRVM	140
4.1.5. Ordenamiento territorial y zonificación ecológica Económica (ZEE)	141
4.1.6. Ubicación, extensión y límites	143
4.1.7. Resultados de los estudios de línea de base	148
4.1.8. Descripción de las variables socioeconómicas de las poblaciones del ACRVM	188
4.1.9. Infraestructura económica	190
4.1.10. Resultado de la encuesta realizada	210
4.1.11. Estimación de la cantidad de CO ₂ emitida a la atmósfera	215
4.1.12. Identificación de impactos ambientales	217
4.1.13. Determinación de impactos que produce el uso de leña	

en cocinas tradicionales sobre la salud de los usuarios	233
4.1.14. Patrimonio arqueológico	240
4.2. Discusión de resultados	243
4.2.1. Resultado del estudio de antecedentes de creación del ACRVM	243
4.2.2. Base legal que fundamentó la creación del ACRVM	243
4.2.3. Categoría y estatus actual	244
4.2.4. Estudio de la línea de base	245
4.2.5. Encuestas realizadas	246
4.2.6. Estimación de la cantidad de CO ₂ emitido a la atmósfera	247
4.2.7. Identificación y evaluación de impactos ambientales	247
4.2.8. Impactos sobre la salud de la población	248
 CONCLUSIONES	 250
RECOMENDACIONES	252
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	254
ANEXOS	264
Anexo A: Instrumento de recolección de datos (encuesta)	264
Anexo B: Ley de creación del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure	265

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Poder calorífico bruto de algunas formas de biomasa	27
Tabla 2. Poder calorífico superior de algunas formas de biomasa	47
Tabla 3. Potenciales de avisos globales de gases	215

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. Efecto de la humedad sobre el valor térmico de la leña	26
Figura 2. Espectro de emisión de la combustión de paja (heno), obtenido con espectrorradiometría infrarroja(IR)	36
Figura 3. Espectro de emisión de una quema de paja frente a la emisión de la misma antes de la quema	38
Figura4. Esquema general de la cocina tradicional a leña	53
Figura 5. Esquema general de una cocina mejorada a leña	64
Figura 6. Mapa de ubicación geográfica del ACRVM	135
Figura 7. Mapa de zonificación del ACRVM	148
Figura 8. <i>Cumulopuntia ignescens</i> , “puscalla” y <i>Calceolaria inamoena</i>	151
Figura 9. Tolar de Purunpuruni	154
Figura 10. Bofedal de Mamaraya	154
Figura 11. Yaretal de Quequesani	155
Figura 12. Queñoal en las faldas del volcán Yucamani	157
Figura 13. <i>Polylepis tormentella</i> y <i>Polylepis besseri</i>	158
Figura 14. <i>Rhea pennata</i> y <i>vanellus resplendens</i>	161
Figura 15. <i>Larus serranus</i> y <i>Phoenicopterus chilensis</i>	161
Figura 16. La <i>Vicugna vicugna</i> , “vicuña”	164

Figura 17. <i>Lagidium peruanum</i> y <i>Cavia tshudii</i>	164
Figura 18. Formaciones geológicas características del ACRVM	179
Figura 19. Laguna de Vilacota	185
Figura 20. Camino inca a Vilacota e iglesia de Mamuta	187
Figura 21. <i>Lama pacos</i> y esquila de alpacas en Vilacota	197
Figura 22. Poblador <i>aymara</i> del ACRVM y exposición de plato típico	202
Figura 23. Flamencos en la laguna de Vilacota	206
Figura 24. Puente trapezoidal sobre el río Calientes	207
Figura 25. Cascada de Calachaca y formación geológica en el río Calientes	209
Figura 26. Belleza escénica de los paisajes del ACRVM	209
Figura 27. Valle de los geiseres en Candarave	210
Figura 28. Evaluación cualitativa de impactos ambientales debido a la extracción de leña en el ACRVM	223
Figura 29. Evaluación cualitativa de impactos ambientales debidos al uso de leña en cocinas tradicionales en el ACRVM	224

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los factores ambientales en el subsistema de núcleos e infraestructuras	94
Cuadro 2. Descripción de los factores ambientales en el medio físico o medio natural	95
Cuadro 3. Componentes del subsistema socio-económico y sus factores ambientales	96
Cuadro 4. Caracteres cualitativos que definen a los impactos	122
Cuadro 5. Principales asentamientos humanos, ubicados en el ACRVM	144
Cuadro 6. Población estimada de los distritos que comprenden el ACRVM	189
Cuadro 7. Población estudiantil nivel inicial en el ámbito del ACRVM	193
Cuadro 8. Población estudiantil del nivel primaria del ámbito del ACRVM	195
Cuadro 9. Población de camélidos en el ámbito del ACRVM	196
Cuadro 10. Desarrollo acuícola en la provincia de Tarata	198
Cuadro 11. Siembra de alevinos de trucha en el ACRVM	198
Cuadro 12. Resultados de la encuesta realizada en el ACRVM	212

Cuadro 13. Valores promedios de uso de leña, tola, yareta y bosta	214
Cuadro 14. Identificación de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos	219
Cuadro 15. Matriz de impactos potenciales por componente ambiental	221
Cuadro 16. Escala de evaluación cualitativa de la magnitud del impacto	222
Cuadro 17. Escala de evaluación de la magnitud de los impactos	226
Cuadro 18. Escala de evaluación de la extensión de los impactos	227
Cuadro 19. Escala de evaluación de la persistencia de los impacto	228
Cuadro 20. Escala de evaluación de la capacidad de recuperación de los impactos	229
Cuadro 21. Escala de evaluación de la significancia de los impactos	230
Cuadro 22. Valoración de impactos ambientales producidos por el uso de leña en cocinas tradicionales en el ACRVM	232

RESUMEN

En la actualidad más de 2 000 millones de personas en el mundo cocinan y se calientan con biomasa. El Perú no escapa a esta realidad; particularmente en la Región Tacna la población asentada en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure, usa leña como fuente primaria de energía, principalmente en la cocción de alimentos, por lo cual se planteó la pregunta siguiente: ¿El uso de la leña en cocinas tradicionales, está produciendo impactos ambientales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure?

En base a antecedentes nacionales e internacionales, se estableció como hipótesis de trabajo que el uso de la leña en cocinas tradicionales para la cocción de alimentos está produciendo impactos ambientales negativos en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure.

El estudio realizado pretende contribuir con el conocimiento sobre el consumo de leña, cantidad de CO₂ que se emite a la atmósfera, tasa de deforestación e impactos ambientales, sociales y económicos que se producen en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure (ACRVM).

La recolección de información se realizó a través de encuestas tipo cuestionario. Para la identificación, calificación y valoración de impactos se aplicó la metodología de Leopold modificada. Se recurrieron a fuentes secundarias para determinar la tasa de deforestación y los impactos sobre la salud de las personas en la zona en estudio.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que el uso leña en cocinas tradicionales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure, está provocando impactos ambientales, sociales y económicos negativos de consecuencias locales y globales.

Para mitigar estos impactos es necesario, planificar en el corto plazo, un proyecto de uso masivo de cocinas mejoradas y cocinas solares, además, un programa de reforestación y educación ambiental en la zona estudiada.

ABSTRACT

At the present time more than 2 000 million people in the world cook and they warm with biomass. In Peru doesn't escape to this reality; particularly in the Tacna's Region the population seated in the Area of Regional Conservation Vilacota-Maure, uses firewood like primary source of energy mainly in the cooking of foods, reason why she thought about the following question: Use of the firewood in traditional kitchens, will it be producing environmental impacts in the Area of Regional Conservation Vilacota-Maure?

Based on the national and international antecedents, it settled down as work hypothesis that the use of the firewood in traditional kitchens for the cooking of foods produces negative environmental impacts in the Area of Regional Conservation Vilacota-Maure.

The carried out study seeks to contribute with the knowledge on the firewood consumption, quantities of CO₂ that is emitted to the atmosphere, deforestation rate and environmental, social and economic impacts in the Area of Regional Conservation Vilacota-Maure.

The gathering of information was carried out through surveys type questionnaire. For the identification, qualification and valuation of impacts has been used the Leopoldd's modified methodology. They were appealed to secondary sources to determine the deforestation rate and the impacts about the health of people in the area in study.

The obtained results allowed to conclude that the use firewood in traditional kitchens in the Area of Regional Conservation Vilacota-Maure, it is causing impacts environmental, social and economic negatives of local and global consequences.

To mitigate these impacts it is necessary, to plan in the short term, a project of massive use of improved kitchens and kitchens lots, also, a reforestation program and environmental education in the studied area.

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Panamericana para la Salud (OPS) y la Organización Mundial para la Salud (OMS), en el seminario sobre polución de aire doméstico por fogones tradicionales (OPS/OMS-MINSA, 2006) la población de las zonas rurales costeras, interandinas y altoandinas del Perú, en su gran mayoría usa leña como fuente primaria de energía para aplicaciones domésticas y artesanales como la preparación de alimentos, calefacción, teñido de lana y la producción de carbón vegetal.

Las cocinas o estufas usadas para la cocción son tradicionales, éstas pueden ser fijas o portátiles y, a veces, tienen una chimenea. Algunas familias hacen su propia estufa de materiales locales; otras buscan el servicio de un artesano o la compran en el mercado; generalmente, son simples y de baja eficiencia, pues presentan pérdidas normales entre 30% y 90% de energía (Quino, 2005).

Aunque los usuarios tratan de mejorar las estufas, por lo general carecen de los recursos financieros y técnicos para hacerlo

adecuadamente. La baja calidad de estos dispositivos produce emisiones de gases tóxicos como dióxido de carbono (CO₂), que tienen un impacto en la salud del núcleo familiar. Frecuentemente, los usuarios no son conscientes de ello y de la necesidad de buena ventilación; tampoco relacionan el humo como una causa de sus problemas de salud (GIRA, 2004).

La población rural que en forma directa involucró este estudio de investigación comprende a mil seis habitantes aproximadamente, distribuidos en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure, según estadísticas del INEI (2000) y estudios realizados por el Gobierno Regional de Tacna en vías de implementar el Plan de Ordenamiento Territorial y el establecimiento de una Zonificación Ecológica Económica (GRRN/GRT, 2009).

El objetivo general de este trabajo, fue realizar una evaluación de impacto ambiental, producido por el uso de la leña en cocinas tradicionales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure (ACRVM) de la Región Tacna.

Los objetivos específicos que se cumplieron fueron los siguientes: se determinó la cantidad de CO₂ que se emite a la atmósfera con el uso de leña en cocinas tradicionales, se evaluó cuantitativa y cualitativamente los impactos ambientales que genera el uso de leña en dichas cocinas, se determinó los impactos que se producen sobre la salud de los usuarios y se estimó la tasa de deforestación de los bosques en el ACRVM de la Región Tacna.

La hipótesis general de trabajo que se estableció fue que, el uso de la leña en cocinas tradicionales para la cocción de alimentos produce impactos ambientales, sociales y económicos negativos en el ACRVM de la Región Tacna. Esta hipótesis fue comprobada a partir de la recolección de la información y la aplicación de las técnicas de procesamiento y análisis de datos.

La evaluación cuantitativa y cualitativa de impactos ambientales nos indicó que los impactos ambientales más importantes por el uso de leña en cocinas tradicionales se están provocando sobre los ecosistemas, la flora, la fauna y el suelo y que estos impactos van desde los moderadamente negativos hasta los altamente negativos.

El uso de la leña en cocinas tradicionales para la cocción de alimentos, está causando impactos negativos sobre la salud de los usuarios, principalmente sobre las mujeres, niños y ancianos que se encuentran expuestos por varias horas a la emisión de gases contaminantes en el recinto que sirve para cocinar.

El uso de leña en cocinas tradicionales para la cocción de alimentos, es una causa para la deforestación de bosques de Queñoa y especies arbustivas como la tola y la yareta; la tasa de deforestación mantiene sus valores históricos debido a que las costumbres no han cambiado desde tiempos ancestrales.

Este informe se ha dividido en cuatro Capítulos, de acuerdo a los requerimientos de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

En el Capítulo 1 se detalla la descripción y formulación del problema, la justificación e importancia de la investigación realizada así como, sus alcances y limitaciones, sus objetivos y la hipótesis de trabajo.

El Capítulo 2 recoge el marco teórico con las exigencias sobre los antecedentes de la investigación de carácter internacional, nacional y local, incluyendo una revisión de los fundamentos teóricos en los que están basados el estudio, principalmente del proceso de combustión de leña y la definición de algunos términos que comúnmente se utilizan en esta rama del conocimiento científico.

El Capítulo 3 ilustra sobre el tipo y diseño de investigación considerados para este estudio, así como la población objetivo y la muestra que se ha tomado de ella, para tal caso se ha tenido cuidado que cada elemento o unidad de análisis tuviese la misma probabilidad de ser elegido, asegurándonos de no tener un error estándar mayor de 0,01 en los resultados. En este capítulo también se incluye la operacionalización de las variables de estudio, así como una descripción breve de las técnicas e instrumentos que se aplicaron para recolectar, procesar y analizar los datos, tanto de fuentes primarias como de fuentes secundarias.

El Capítulo 4 trata sobre los resultados obtenidos y su discusión. En él se hace un descripción del estado en que se encontró el medio ambiente cuando se realizaron los estudios de línea de base, se ilustran

las matrices, los diagramas de redes y las listas de control descriptivas para la identificación y valoración de impactos ambientales que ocurren en el área estudiada. Se presentan y luego discuten los resultados de acuerdo a cada uno de los objetivos específicos establecidos para este trabajo de investigación.

Finalmente, las conclusiones y recomendaciones que se presentan ilustran las condiciones reales en las que se encuentra –desde el punto de vista ambiental- el área de Conservación Regional Vilacota-Maure, los impactos negativos que está sufriendo la población humana que alberga, así como la flora y la fauna, los ecosistemas, los suelos y los bosques, sino también lo que se debe hacer en el futuro más próximo si las autoridades correspondientes y los investigadores locales coordinan esfuerzos para promover el uso racional y sostenible de nuestros recursos naturales que posibilite mejorar las condiciones de las poblaciones rurales pobres. En el anexo se presenta la encuesta que se realizó, para recopilar la información en entrevistas directas con la población del ACRVM.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En esta parte se presenta los antecedentes y la situación actual o problemática del área en estudio.

1.1.1. Antecedentes del problema

Para los países más pobres del mundo la madera como fuente primaria de energía, es vital; nueve de cada diez personas dependen de la leña como fuente principal de combustible; 2 000 millones de personas en el mundo cocinan y se calientan con leña. Esto quiere decir que del 50 al 70 % de toda la madera usada en el mundo termina bajo alguna olla de cocinar (GATE-GTZ, 1985).

A medida que los precios de la leña suben, las personas se ven obligadas a usar combustibles derivados del petróleo, sin embargo,

los precios altos de los combustibles fósiles hacen más difícil este cambio, lo cual lleva a una mayor presión sobre los bosques y un cambio al estiércol, que es usado como fertilizante en muchos países en vías de desarrollo, como el nuestro.

Cuando la leña de fuentes cercanas se termina, la gente cambia de la leña al carbón vegetal, el cual tiene cerca de 45 % más energía potencial por unidad de peso que la madera y es por lo tanto más barato transportarlo distancias largas. Sin embargo, al cocinar con carbón se usa desde 1,5 a 3 veces más madera que el cocinar con leña. La preocupación de la gran mayoría pobre es buscar la forma de subvencionar su energía para poder cocinar, abastecerse de agua y demás actividades esenciales relacionadas con la subsistencia, al margen de su eficiencia y los impactos ambientales que estas ocasionan(GATE-GTZ, 1985).

En el Perú, en las zonas rurales, el uso de la leña como fuente primaria de energía representa una fracción muy importante de todas las necesidades energéticas de la población y su escasez es cubierta en muchos casos por el uso de arbustos, yareta y bosta; en

el último caso perjudicando el rendimiento de las tierras de cultivo (OPS/OMS-MINSA, 2006).

1.1.2. Problemática de la investigación

La población de las zonas rurales costeras, interandinas y altoandinas de la Región Tacna, en su gran mayoría usa la leña como fuente primaria de energía, para aplicaciones domésticas y artesanales como la preparación de sus alimentos, el teñido de lana y la producción de carbón vegetal. Sus fuentes de extracción son los árboles alrededor de las viviendas, los campos agrícolas, la altiplanicie y los bosques. Además, en algunos lugares existe un mercado comercial, aunque informal, de leña, que constituye una fuente importante de ingresos para familias rurales (Torres, Polo & Milla, 2004).

Las cocinas o estufas usadas para la cocción son tradicionales, estas pueden ser fijas o portátiles y, a veces, tienen una chimenea. Algunas familias hacen su propia estufa de materiales locales; otras buscan el servicio de un artesano o la compran en las ferias en el lugar denominado Tripartito. Generalmente, estas cocinas o estufas

son simples y de baja eficiencia, pues presentan pérdidas normales de energía entre 30% y 90% (Torres, Polo & Milla, 2004).

Aunque los usuarios tratan de mejorar las estufas, por lo general carecen de los recursos financieros y técnicos para hacerlo adecuadamente. La baja eficiencia de estos dispositivos produce emisiones de gases tóxicos como dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) y algunos óxidos de nitrógeno y azufre, que tienen un impacto en la salud del núcleo familiar. Las más afectadas son las mujeres y los niños menores de 5 años, los cuales están expuestos a los gases durante varias horas al día. Frecuentemente, los usuarios no son conscientes de ello y de la necesidad de buena ventilación; tampoco relacionan el humo como una causa de sus problemas de salud (GTZ, CEPIS, OPS/OMS, MINSA, 2005).

1.2. Formulación del problema

Teniendo en cuenta los antecedentes hallados, tanto a nivel nacional como internacional así como la problemática identificada en la zona altoandina de la Región Tacna en general y en el Área de Conservación

Regional Vilacota-Maure en particular, el problema se formuló en los términos siguientes: ¿El uso de la leña en cocinas tradicionales, está produciendo impactos ambientales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure?

1.3. Justificación e importancia

Evaluar los impactos ambientales que generan el uso de la energía proveniente de la combustión de la leña en cocinas tradicionales, para la cocción de alimentos en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure de la Región Tacna, permitirá tomar decisiones para crear las condiciones necesarias en vías de implementar medidas preventivas, correctoras o de mitigación y programas de desarrollo con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población, mientras se conservan los recursos naturales, los ecosistemas y se crean condiciones para un desarrollo sostenible de las comunidades afectadas.

Se crearán condiciones favorables para ejecutar programas de capacitación y difusión para el uso de cocinas solares y/o cocinas mejoradas, conservación de los recursos naturales y ecosistemas en el

Área de Conservación Regional Vilacota-Maure (ACRVM), por parte de los gobiernos locales y regionales.

Permitirá tener un conocimiento objetivo y con bases científicas sobre la cantidad de CO₂ que el consumo de leña en el ACRVM contribuye a la contaminación global de la atmósfera y a partir de este conocimiento establecer un Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), como el de implementación conjunta (Seifert, 1998) a cambio de la venta de bonos de carbono para financiar proyectos de desarrollo sustentable en el área de estudio y de esta manera mejorar la calidad de vida de dicha población.

1.4. Alcances y limitaciones

La población considerada en el estudio involucró a 1006 habitantes, según estadísticas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2000), y estudios preliminares realizados por el Gobierno Regional de Tacna (GRT) en vías de implementar el Plan de Ordenamiento Territorial y el establecimiento de una Zonificación Ecológica Económica (GRRN-GRT, 2009).

Las limitaciones que se encontraron en la investigación fueron las siguientes: (a) Dificultad para acceder a los anexos y estancias por falta de vías de comunicación adecuadas, (b) el clima extremo en ciertos meses del año y la altura impidieron desplazarse con facilidad en la zona de estudio, (c) el predominio del idioma aymara impidió una comunicación fluida con la población, (d) la falta de hospedajes dificultó la estadía por largos periodos de tiempo, (e) la altura a la que se encuentra ubicada la zona en estudio fue un factor limitante para realizar la investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Realizar una evaluación de impacto ambiental producido por el uso de la leña en cocinas tradicionales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de CO₂ que se emite a la atmósfera con el uso de energía de combustión de leña en cocinas

tradicionales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure.

- Evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos ambientales que genera el uso de energía por combustión de leña en cocinas tradicionales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure.
- Determinar los posibles impactos que produce sobre la salud de los usuarios, el uso de energía por combustión de leña en cocinas tradicionales.
- Estimar la tasa de deforestación de los bosques en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure.

1.6. Hipótesis

El uso de la leña en cocinas tradicionales para la cocción de alimentos está produciendo impactos ambientales negativos en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

En el informe final del grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada (GIRA, 2004), sobre “El uso de estufas mejoradas de leña en los hogares: evaluación de reducciones en la exposición personal”, realizado en Michoacán, México, los monitoreos realizados en la comunidad de Comachuén, muestran concentraciones elevadas de $PM_{2.5}$ en la cocina y patio de casas que utilizan fogones abiertos. En estas casas se registraron niveles promedio de $PM_{2.5}$ de $1\ 583\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ al lado del fogón, $576\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ en otra parte de la cocina y $68\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el exterior de las casas (patio o azotea), con una razón de interior / exterior de 8,5. Se pueden asociar las altas concentraciones en el exterior con la gran cantidad de casas utilizando leña en la comunidad y el escape del humo de las casas hacia el exterior. Este fenómeno se puede observar inclusive a simple vista en la comunidad.

Otra de las conclusiones en el mismo estudio realizado, dice que las estufas mejoradas de leña son una buena opción de mitigación de esta problemática. Tales estufas utilizan menos leña, emiten menos contaminantes, y no cambian significativamente las costumbres de las comunidades rurales. En este estudio se observaron reducciones de 92% en las concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ en casas con estufas Patsari en comparación con casas que usan fogones abiertos. Estas reducciones son más altas que las que han encontrado en otros estudios.

El primer antecedente de estudios realizados en el Perú, sobre el tema en particular, tenemos el efectuado por el Instituto de Desarrollo Medioambiental de Abancay, Apurímac, intitulado “Estudio de demanda de leña y su impacto ambiental en el Santuario Nacional de Ampay”, (IDMA, 1998), concluye entre otros lo siguiente:

- El nivel de deforestación por extracción de leña, representado por la pérdida de 1 ha de especies nativas y 2 ha de eucalipto por año, es un indicador directo que deben de cambiar las políticas de reforestación, por cuanto de continuar en ese ritmo, las poblaciones aledañas al santuario y la ciudad de Abancay quedarían desabastecidas en unos 30 años.

- La extracción de leña por parte de comunidades aledañas al santuario provoca alteraciones marcadas en el tipo de crecimiento del bosque generando la existencia de áreas arbustivas que bordean el bosque y que limitan el desarrollo de plantones de especies nativas.
- La tecnología de mitigación, cocinas mejoradas propuestas por el IDMA, son en el momento la alternativa más viable por cuanto demuestran un ahorro proyectado de 63 200 cargas de 60 kg cada una, al año considerando una población de 1 200 familias en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional de Ampay.
- Si no se toman medidas correctivas de emergencia para proteger el Santuario Nacional de Ampay, se corre el riesgo de alterar profundamente su estructura y composición en el ámbito de cadenas tróficas, lo cual generaría la pérdida de su valor sobre todo turístico, ecológico y económico.

En el libro escrito por Galiano (2000), intitulado "Situación ecológica-ambiental del Santuario Histórico de Machu Picchu: Una aproximación", el autor entre otras, concluye lo siguiente:

Las evidencias de carácter cultural del SHMP nos demuestran que los antiguos habitantes conjugaron el desarrollo de su obra en estricta armonía con el entorno natural a través de un manejo y uso sostenible de los recursos. Sin embargo, la actividad antrópica posterior, como la colonización y el descubrimiento de los complejos arqueológicos y el desarrollo turístico, ha generado una serie de impactos ambientales en el paisaje, su flora, fauna, recursos hídricos y culturales, que están produciendo deterioro y eventual extinción biológica en el área. De igual modo, la conflictiva participación de las instituciones públicas y privadas sin políticas coherentes de coordinación y planificación han llegado al límite.

En el trabajo de investigación “Impacto de las cocinas solares sobre la demanda de leña y la emisión de dióxido de carbono en la zona altoandina de Tacna” realizado por Torres, Polo & López (2003) y en el informe final del proyecto de investigación “Perspectiva ambiental de las cocinas solares en la zona altoandina de Tacna” (Torres, Polo & Milla, 2004) , entre otras, recomiendan realizar un estudio detallado de los impactos que produce la extracción y uso de leña en la cocción de alimentos en las zonas interandina y altoandina de la Región Tacna, con

la finalidad de establecer los impactos ambientales que esta práctica ancestral está provocando.

En el mismo estudio, se señala que las cocinas solares y mejoradas ayudarían a promover el uso racional de los recursos renovables y no renovables y que causarían impactos positivos sobre la población altoandina de la Región Tacna, los ecosistemas, la flora y fauna así, como sobre el paisaje y las posibilidades de llegar al desarrollo sostenible de la región. Así mismo, se recomienda realizar un programa de capacitación, reforestación y difusión masiva de cocinas mejoradas y cocinas solares en la zona altoandina, con la finalidad de incluir a la población afectada.

2.2. Bases teóricas

Las fuentes y productos energéticos se pueden medir por su masa o peso, o incluso su volumen, pero el factor esencial es el contenido de energía de esas fuentes y productos.

2.2.1. Parámetros y unidades

El valor de la energía debe evaluarse con respecto a parámetros energéticos, utilizando siempre unidades normalizadas. En los párrafos que siguen se hace referencia a distintos parámetros de interés.

Se recomienda que para la notificación internacional, y siempre que sea posible en los procedimientos nacionales de contabilidad, se utilice en las estadísticas de energía y forestales el Sistema Internacional de Unidades, cuya abreviatura oficial es SI.

Teniendo en cuenta que tanto el poder calorífico como la densidad dependen principalmente de la humedad del combustible, se usan dos relaciones básicas para la evaluación de la bioenergía:

Energía = masa x poder calorífico

$$E = m \times Pc \quad [1]$$

Masa = volumen x densidad

$$m = V \times \rho \quad [2]$$

- **Masa**

Algunos combustibles de madera, como el carbón vegetal y el licor negro, se miden en unidades de masa. Las unidades principales de masa utilizadas para medir los productos energéticos son el kilogramo y la tonelada métrica. La tonelada métrica (1 000 kg) es la unidad utilizada habitualmente.

- **Volumen**

Las unidades de volumen se utilizan habitualmente para medir la madera en rollo y leña. Las unidades SI de volumen básico son el litro y el kilolitro que equivale al metro cúbico. En la actualidad, la FAO (2001), los forestales y otros expertos prefieren medir la madera y la leña utilizando unidades de volumen sólido, generalmente el metro cúbico (MCU) o m³.

- **Densidad**

Propiedad de los biocombustibles. La densidad de la madera varía notablemente en función de la especie y el tipo de madera.

Existen dos tipos de densidad: la densidad de las partículas y la densidad aparente (FAO, 2009). Las especies utilizadas habitualmente para obtener leña suelen tener un peso de 650 a 750 kg/m³. Es importante observar la influencia del contenido de humedad en la densidad de la madera. Cuanto mayor sea el agua por unidad de peso menor será la cantidad de leña. Por ello, es imperativo precisar con exactitud del contenido de humedad al establecer el peso de la leña.

- **Humedad**

La cantidad de agua existente en el biocombustible afecta de forma decisiva a la energía disponible de cada biocombustible. Habitualmente, se utilizan dos métodos para establecer el contenido de humedad; referido al producto en seco (H_{bs}) y referido al producto en húmedo (H_{bh}), (Convalan, Horn, Román & Saravia, 1992).

Según el procedimiento utilizado para contabilizar la masa de agua, se puede aplicar una de las dos ecuaciones que se muestran a continuación:

$$H_{bh} = 100x \left(\frac{P_{seco} - P_{húmedo}}{P_{húmedo}} \right) \quad [3]$$

$$H_{bs} = 100x \left(\frac{P_{húmedo} - P_{seco}}{P_{seco}} \right) \quad [4]$$

En las expresiones anteriores, el peso en húmedo se refiere a la madera fresca y el peso en seco a la madera después de haber sido sometida a un proceso normalizado de secado. Generalmente, la humedad del biocombustible se mide en seco, aunque a veces también se mide en húmedo.

- **Contenido de ceniza**

Otro factor importante del contenido de energía del biocombustible es el contenido de ceniza, que se mide siempre con referencia al producto en seco y se refiere al residuo sólido que persiste tras una combustión total. Si bien el contenido de ceniza de

la leña es generalmente del 1 %, algunas especies de agrocombustibles pueden tener un contenido de ceniza muy elevado (PNUD, BUN-CA, GEF, 2002). Esto influye en el valor energético de los biocombustibles, dado que las sustancias que forman las cenizas no tienen, por lo general, valor energético. Así, los combustibles de madera con un contenido de ceniza del 4 % tienen un 3 % menos de energía que la biomasa cuyo contenido de ceniza es del 1 %.

- **Poder calorífico**

El biocombustible es un material para quemar o para utilizarlo como fuente térmica de energía. Se puede medir la cantidad de energía térmica almacenada mediante el valor térmico o calorífico. Este valor térmico es llamado poder calorífico, el cual se divide en dos clases y según Camps y Marcos (2001), se pueden definir de la siguiente manera:

El poder calorífico superior (P_{CS}) o poder calorífico bruto (P_{CB}) mide la cantidad total de calor que se producirá mediante la combustión. Sin embargo, una parte de ese calor permanecerá en el

calor latente de la evaporación del agua existente en el combustible durante la combustión.

El **poder calorífico inferior (P_{CI})**, o **poder calorífico neto (P_{CN})**, excluye el calor latente. Por consiguiente, el valor térmico más bajo es la cantidad de calor disponible realmente en el proceso de combustión para captarlo y utilizarlo.

Cuanto mayor sea el contenido de humedad de un combustible mayor será la diferencia entre el P_{CB} y el P_{CN} y menor será la energía total disponible. En la Figura 1 se muestra la dependencia del poder calorífico con respecto a la humedad. Estos parámetros se expresan generalmente en megajulios (MJ/kg) o kilojulios por kg (kJ/kg).

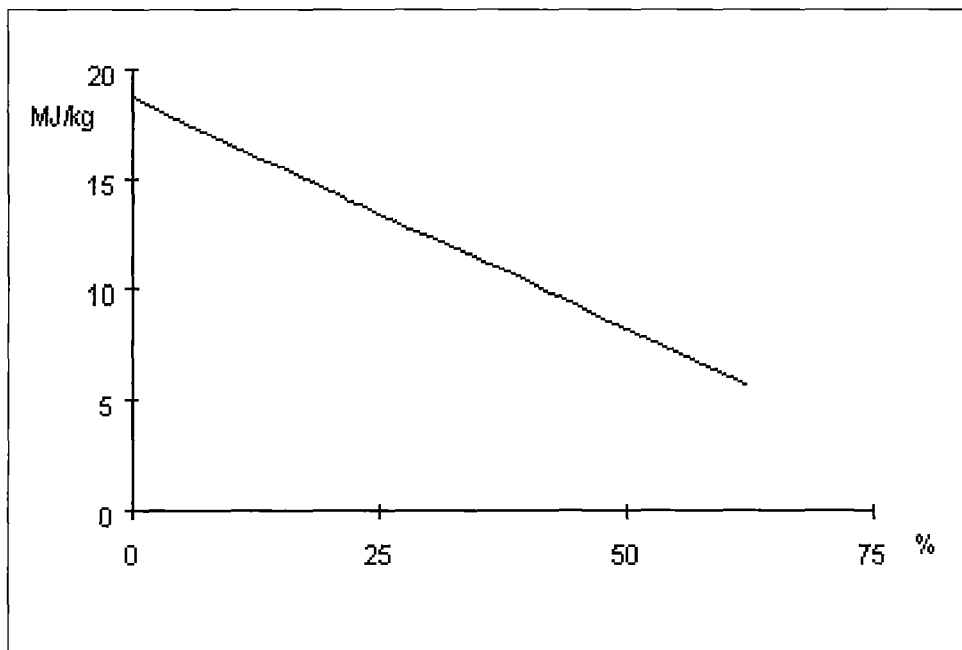


Figura 1. Efecto de la humedad (referida al producto en húmedo) sobre el valor térmico de la leña.

Fuente: PNUD, BUN-CA, GEF, (2002).

En la Tabla 1, se muestra algunos valores del poder calorífico bruto de algunas formas de biomasa, en función de la humedad.

Tabla 1. Poder calorífico bruto de algunas formas de biomasa

Tipo de biomasa	Poder calorífico bruto(MJ/kg)
Madera	
Astilla de madera	20,89
Corteza de pino	20,95
Desechos industriales de madera	19,0
Sub-productos agrícolas	
Paja de trigo	18,94
Caña	18,06
Bagazo	18,09
Cáscara de coco	18,60
Olote de maíz	17,72
Paja de arroz	15,61
Cascarilla de arroz	15,58
Aserrín	19,34

Fuente: PNUD, BUN-CA, GEF, (2002).

2.2.2. Principios fisicoquímicos de la combustión

El oxígeno tiene la capacidad de combinarse con diversos elementos para producir óxidos. Por ende, oxidación es la combinación del oxígeno con otra sustancia. Existen oxidaciones que son sumamente lentas, como por ejemplo la del hierro. Cuando la oxidación es rápida se llama combustión.

Pues bien, la combustión se refiere a las reacciones químicas que se establecen entre cualquier compuesto y el oxígeno. A esto también se le llama reacciones de oxidación. De este tipo de

proceso se desprenden energía lumínica y calórica y se llevan a cabo rápidamente. Cabe destacar que los organismos vivos, para producir energía, utilizan una combustión controlada de los azúcares (Carzo, 2006).

El material que arde, como el kerosén, es el combustible y el que hace arder, como el oxígeno, se llama comburente. Punto de ignición es el valor de temperatura que debe presentar el sistema fisicoquímico para que se pueda dar la combustión de manera natural. El proceso termina cuando se consigue el equilibrio entre la energía de los compuestos que reaccionan y la de los productos de la reacción. Con el punto de ignición se alcanza la temperatura de inflamación, activado por la energía de una chispa o por la llama de un fósforo. Son el carbono y el hidrógeno (hidrocarburos) elementos que entran en combustión más fácilmente. El heptano, propano y el metano -entre otros- son sustancias que se utilizan como combustibles, es decir, como fuentes de calor proporcionados por la combustión. En síntesis, la combustión se produce (Toscano, 2009) cuando convergen los siguientes factores: (a) El combustible, es decir, el material que arde (carbón, madera, plástico), (b) el comburente, el material que hace arder (oxígeno) y (c) la

temperatura de inflamación, que es la temperatura más baja a la cual el material inicia la combustión para seguir ardiendo.

En un fuego con materiales como la madera, las hojas, etc., se combinan con el oxígeno del aire para formar dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua (H_2O) y otros productos en menor cantidad. La combustión es un fenómeno de oxidación, donde tienen lugar simultáneamente diferentes reacciones químicas. Una de las características más importantes de este proceso es la liberación de energía, que contribuye a un aumento de la temperatura de los gases de la reacción, así como del entorno en el que se produce la misma (Aranda J., 2003).

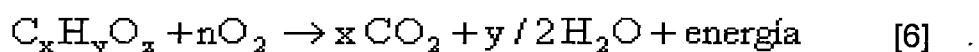
Durante una primera fase, denominada pirolisis, el combustible se calienta, y los componentes volátiles del mismo son desprendidos a la atmósfera. Inicialmente, estos compuestos volátiles contienen grandes cantidades de vapor de agua y algunos compuestos orgánicos no combustibles. A medida que aumenta la temperatura, las moléculas orgánicas de cadena larga presentes en el combustible empiezan a descomponerse, desprendiéndose un conjunto de compuestos orgánicos altamente inflamables. En

resumen, la pirolisis puede considerarse como una reacción endotérmica que transforma moléculas de cadena larga en fragmentos más pequeños (García, 2001).

En una segunda fase, los gases pirolizados, que están a alta temperatura, se combinan con el oxígeno iniciándose las reacciones exotérmicas de oxidación que constituyen el proceso de combustión propiamente dicho. Sin duda, el ejemplo más sencillo y familiar que podemos encontrar es la combustión de carbón para la obtención de energía, dada por la ecuación:

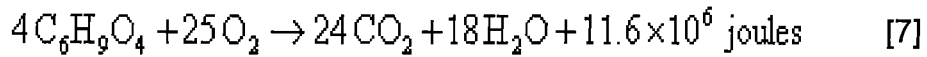


Donde aparecen como productos de la reacción la emisión de dióxido de carbono y energía calorífica. Un caso más general es la combustión de materia orgánica, que contiene carbono e hidrógeno en su composición. En este caso, el carbono se transforma en CO_2 y el hidrógeno forma H_2O



El agua constituye entre el 45% y el 55% de la composición total en peso. El resto está constituido por una amplia variedad de hidrocarburos y otros compuestos orgánicos, siendo la celulosa, hemicelulosa y lignina los más importantes. Estos tres componentes constituyen entre el 90 a 95% del peso en seco del combustible vegetal. El resto de la composición está constituida por más de un centenar de componentes químicos que varían según el tipo de especies vegetales. Dentro de estos componentes podemos encontrar terpenos, taninos, resinas, aceites, ácidos orgánicos y minerales (García, 2001).

Con objeto de tener una aproximación sencilla al problema, se puede asignar una fórmula química al combustible vegetal. Esta fórmula es "artificial" en el sentido que no representa ningún compuesto en concreto, sino que representa de manera aproximada la proporción de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno que podemos encontrar en diferentes cubiertas vegetales. Esta fórmula es $C_6H_9O_4$. De esta manera, podemos escribir una ecuación general de la combustión de un combustible vegetal de la siguiente manera (García, 2001):



Por lo tanto, el calor de combustión promedio de un material vegetal es aproximadamente 20 kJ/g (4 800 cal/g) por gramo de material seco.

Cuando una combustión es completa, los productos finales de la reacción son, como hemos visto, CO₂, H₂O y energía. Sin embargo, esta situación ideal no se suele dar en la práctica, apareciendo además una serie de subproductos en la reacción de combustión.

La eficiencia de una combustión de materia vegetal depende de muchos factores: humedad, temperatura, disposición de material combustible o ventilación. Bajo estas condiciones, la combustión no es completa, y aparecen como productos, además del dióxido de carbono y agua, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO, N₂O y NO₂), dióxido de azufre (SO₂) y amoniaco (NH₃).

Entre los hidrocarburos emitidos hay que destacar el metano, etileno y acetileno, que son los hidrocarburos de peso molecular bajo

predominantes. Se encuentran también cantidades menores de etano, propano, propileno, metil y etil-acetileno. Además podemos encontrar ácidos orgánicos, aldehídos y furanos. Se han llegado a identificar más de 200 compuestos orgánicos producto de la combustión (Brizuela & Romero, 2005).

También existen una serie de productos secundarios que no son resultado directo de la combustión, sino que se forman posteriormente. Por ejemplo, se ha detectado la formación de ozono en la parte alta del penacho del humo, inducida por reacciones químicas entre hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, y activadas por la irradiación solar.

Por otro lado, en un proceso de combustión se genera un gran número de partículas. La mayor parte de estas partículas se forman a partir de los componentes gaseosos orgánicos producidos en la pirolisis y combustión. El 60 a 70% de las partículas son líquidas, formadas por condensación de vapores orgánicos. Normalmente presentan formas esféricas. Las partículas sólidas presentan formas variadas, y sus tamaños entre 0,01 μm y 5 μm (Botta, 2010).

Como se ha señalado anteriormente, el calor de combustión promedio para combustibles vegetales es del orden de 20 kJ por gramo de material seco. Se estima que en torno a un 10 a 20% de este valor se emite en forma de energía radiada.

Cualquier cuerpo a una temperatura superior a 0 kelvin emite y absorbe radiación electromagnética. Esta radiación es más fácil de estudiar para un cuerpo ideal denominado cuerpo negro. Un cuerpo negro se caracteriza porque no transmite ni refleja radiación para ninguna longitud de onda.

La posición espectral de estas bandas de emisión es característica del propio gas. Además, la mayor parte de la energía emitida por gases calientes se corresponde con la región espectral del infrarrojo medio (entre 2 y 20 μm). Vamos a centrar nuestro estudio en el análisis de las características espectrales de la emisión de los gases calientes producto de una combustión (LIR-UC3M, 2001).

En primer lugar, destacar que los gases no emiten en todas las longitudes de onda, se observan las bandas de emisión de los

principales gases producto de la combustión (CO_2 y H_2O). Estas bandas se localizan en la región infrarroja entre 2 y 20 μm . Fuera de estas bandas de emisión, la energía emitida es nula en esta región.

Se puede apreciar que el pico de emisión más importante es el correspondiente a la emisión del dióxido de carbono centrado en 2286 cm^{-1} (4,37 μm). Este pico se conoce en la literatura especializada como el pico rojo (red spike) del CO_2 . El pequeño pico centrado en 2386 cm^{-1} (4,19 μm) que acompaña al pico rojo, se conoce como pico azul (blue spike), y también corresponde a emisión de CO_2 . La Figura 2, muestra una caracterización espectral de fuegos con paja de heno, mediante espectrorradiometría infrarroja (IR). El espectro de emisión de la combustión de paja, considerado como uno de los portadores primarios de fuego, presenta la estructura característica de la llama, causada por la banda emisión de CO_2 entre los 2080 y 2440 cm^{-1} (4,1 a 4,8 μm). Otras llamas de otros combustibles presentan estructura fina diferente que permite incluso identificarlos pero todos presentan las dos bandas del CO_2 denominadas “spikes” azul y rojo (Botta, 2010).

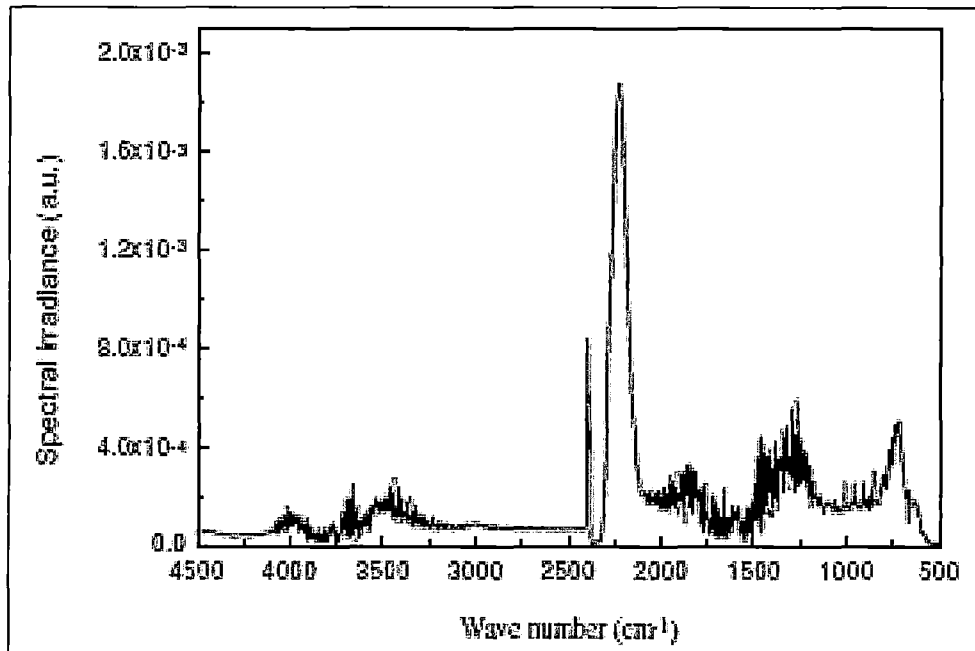


Figura 2. Espectro de emisión de la combustión de paja, obtenido con espectrorradiometría IR.

Fuente: Aranda Gallego, (2002)

La estructura de absorción que separa los dos picos de emisión corresponde a la absorción del dióxido de carbono presente en la atmósfera. Si se realiza un estudio a alta resolución espectral, se puede obtener más información. Por ejemplo, si nos centramos en la emisión del pico rojo de dióxido de carbono, se observa a alta resolución una estructura fina de líneas de emisión en torno a 2 070

cm^{-1} ($4,83 \mu\text{m}$) correspondiente a la emisión de monóxido de carbono (Aranda Gallego, 2002).

Sin embargo, en la Figura 3, se muestra el perfil vertical de temperaturas que presenta una llama de quema de paja de heno obtenido a partir de las imágenes en la banda térmica TIR (8 a $12 \mu\text{m}$) y en la banda mediana MIR (3 a $5 \mu\text{m}$), el espectro de emisión que se puede medir en un fuego abierto difiere ligeramente. Como es lógico, aparecen las estructuras de emisión de los principales gases producto de la combustión. Aparece también una contribución de tipo “cuerpo negro” a todas las longitudes de onda. Esta componente de emisión es debida al terreno que se está quemando, y que está a una alta temperatura. Además, se observa una cierta estructura en torno a $3\ 000 \text{ cm}^{-1}$, asociada a la liberación de compuestos hidrocarbonados durante el proceso de combustión (Aranda Gallego, 2002).

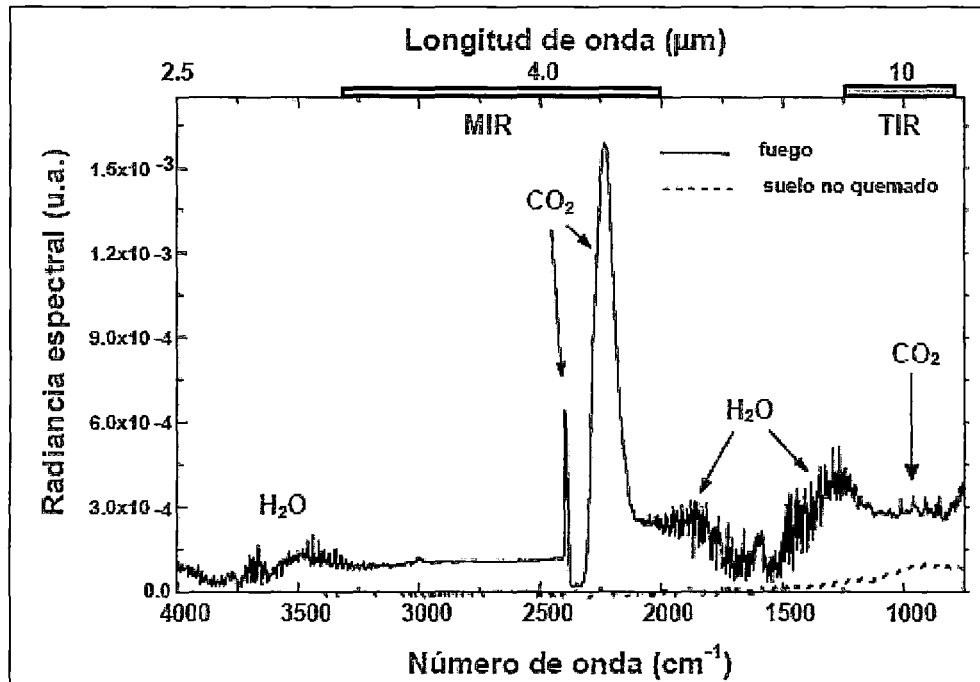


Figura 3. Espectro de emisión de una quema de paja de heno (línea continua) frente a la emisión de la misma antes de la quema (línea discontinua).

Fuente: Aranda Gallego, (2003).

2.2.3. Combustión de leña

La combustión es un proceso de oxidación (con oxígeno) a alta temperatura. Existiendo una disponibilidad suficiente de oxígeno, las sustancias orgánicas sólidas serán primero desgasificadas por la alta temperatura para luego ser quemadas. Productos finales son el

vapor de agua, CO_2 , y según el contenido de azufre, SO_2 . En la combustión está contenido también el nitrógeno del aire. Componentes no combustibles permanecen en las cenizas, en la que están contenidos elementos como el Si, Ca, K y Na. Para entender la combustión vamos a describir los distintos fenómenos físicos y químicos que suceden en las distintas etapas del proceso:

A) La madera se quema en dos etapas

Primero, los gases volátiles se producen y queman, dejando el carbón sólido que se quema mas tarde. Cuando se agrega un trozo de madera al fuego ocurren cambios químicos por la presencia de calor. Al principio se liberan los gases no combustibles, bióxido de carbono y vapor de agua. A medida que aumenta la temperatura también se despiden gases combustibles, y alquitrán. Este proceso de degradación química de la madera se llama pirolisis.

Cuando la temperatura excede los $280\text{ }^\circ\text{C}$ la proporción de gases inflamables emitidos es suficientemente alta para quemarse, en presencia de oxígeno y que excedan la

temperatura de ignición del combustible (la temperatura promedio de ignición de los gases emitidos es de 600 °C).

El gas es encendido por el calor radiante de los leños que ya están quemándose. Una vez encendidas los gases pirolizados se queman a una temperatura de 1 100 °C; las llamas proveen entonces calor radiante que mantienen y aceleran la pirolisis. Las llamas de un fuego de leña son estos gases de combustión. Las llamas probablemente ni siquiera tocan la superficie de la madera. El flujo de gases, que aumenta considerablemente con el calor de las llamas, evita que el oxígeno alcance la superficie de la madera. Es sólo cuando cesa el flujo de gases que el carbón empieza a quemarse. Se quema únicamente con una llama débil azul, y los subproductos de su combustión son principalmente bióxido de carbono y carbono (Botta, 2010).

Todos estos procesos normalmente están ocurriendo simultáneamente en un fuego de leña; el carbón de la superficie de un leño pequeño puede quemarse después de minutos de haber sido colocado en el fuego, mientras que el

centro de un leño grande puede empezar a calentarse hasta dentro de una hora o más.

B) Debe venir oxígeno del aire circundante a la zona de combustión

Para una combustión óptima, es crítico el suministro de aire al fuego. Si el oxígeno es insuficiente, debido a que el aire tiene flujo restringido o está mal distribuido, permitirá que parte de los gases combustibles se escapen sin quemarse. Un fuego que produce mucho humo apunta probablemente a un problema de este tipo. Hasta cierto punto, el aumento en el flujo de aire aumenta tanto la tasa como la eficiencia de la combustión. Un flujo de aire que excede lo requerido para la combustión aleja suficiente calor bajando la temperatura del combustible por debajo de la temperatura de ignición. El exceso de aire también puede bajar la concentración de gases inflamables de tal forma que no ocurren suficientes reacciones químicas para mantener las altas temperaturas necesarias para los combustibles (Botta, 2010).

C) Tamaño forma y disposición de los leños

La tasa de combustión depende en parte del tamaño de la madera. Un leño grande tiene una proporción mayor de volumen por superficie que uno pequeño. Por tanto, las piezas pequeñas tienen proporcionalmente más exposición al flujo de aire y se queman más rápido. Los leños pequeños se calientan rápidamente produciendo llamas vigorosas y poco carbón. Esto es porque la pirolisis rápida de la madera cede una alta proporción de gases inflamables para el carbón restante. El gran torrente de gases volátiles emanados de los leños pequeños puede no quemarse completamente si la provisión de oxígeno es limitada, como en una cocina cerrada. Los leños grandes se queman en forma lenta y pareja, pero pueden no quemarse del todo si no hay una fuente externa de calor (como otros leños ardientes). Esto es porque demasiado calor es conducido al interior de la pieza para mantener la temperatura de ignición en la superficie. Las piezas rectas de madera arregladas en forma paralela quedan apretadas e impiden el flujo de aire. Como resultado, los gases se alejarán de las áreas con temperaturas suficientemente altas antes de

mezclarse con aire correspondiente para quemarse (Quino, 2005).

El porcentaje de ceniza después de la combustión, representa el peso de material sólido no combustible por kilo de biomasa. Este dato es importante para el diseño de los dispositivos de eliminación de cenizas y para el seguimiento del rendimiento de la combustión. El contenido de cenizas rara vez excede el 5% para maderas.

D) Transferencia de calor.

Como es conocido, el calor se puede transferir de un lugar a otro por tres mecanismos diferentes, pero que pueden ocurrir simultáneamente, según Fishbane, Gaciorowics & Thornton (1994) y Botta (2010), estos mecanismos son los siguientes:

- **Radiación**

Es una forma de energía electromagnética, como la luz. La energía radiante se emite de los objetos calientes y no se

vuelve calor perceptible hasta que es absorbida en la superficie de otro objeto. La radiación se emite igualmente en todas las direcciones. Un objeto que se mueva a la mitad de la distancia de una fuente de calor radiante, recibe cuatro veces más radiación (la intensidad del calor radiante es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia).

- **Conducción**

La conducción es el movimiento de calor a través de materiales sólidos. El calor fluye directamente a través de los buenos conductores como el acero o el aluminio. Los materiales que conducen el calor lentamente, como la madera o el cemento, se llaman aislantes, las sustancias con muchos espacios diminutos atrapados en su interior son realmente buenos aislantes (aserrín, paja, carbón).

- **Convección**

La convección influye la transferencia de calor por el movimiento de un gas a líquido, a medida que se calienta el

aire, tiende a subir y es reemplazado en la fuente de calor por aire más frío, el cual es calentado y se eleva, y así sucesivamente. Este tipo de transferencia de calor que ocurre por disminución de la densidad del aire caliente se llama convección natural. Cuando el calor es alejado de los objetos calientes por corrientes de aire, se llama convección forzada o advección. El aire calentado por las llamas de un fuego se eleva en aire quieto. En una ráfaga, el aire caliente se desplazará de acuerdo con la corriente prevaleciente

E) Humedad de la madera

La madera húmeda proporciona menos calor por que una fracción importante del calor generado se gasta en evaporar el agua. Hasta un 12% de la energía calorífica de la madera verde puede ser consumida por esto.

La evaporación del agua de la madera diluye los gases inflamables, lo que disminuye la tasa de combustión y su eficiencia. Esto resulta en un fuego con más humo y aumenta la condensación de alquitranes en la cocina y chimenea.

El contenido de humedad de la biomasa indica el contenido de agua de la misma. Usualmente se informa como el porcentaje de agua sobre base seca de biomasa (gramos de agua por cada 100 gramos de biomasa seca); pero también puede informarse sobre base húmeda (gramos de agua por cada 100 gramos de biomasa húmeda). La mayoría de los procesos de conversión de la biomasa en energía requieren que el contenido de humedad no sea superior al 30%, por lo que generalmente el combustible tiene que ser previamente acondicionado para su uso (Creus, 2004).

F) Poder calorífico

Se denomina poder calorífico a la unidad que se emplea para medir la cantidad de calor desarrollada en la combustión. Se entiende por poder calorífico de un combustible, la cantidad de calor producida por la combustión completa de un kilogramo de esa sustancia. Tal unidad se la mide en cal/kg de combustible. Si la cantidad de combustible que se quema es un mol, el calor desprendido recibe el nombre de efecto térmico (poco usado). De la diferencia entre el poder calorífico superior

(Pcs) y el poder calorífico inferior (Pci) se obtendría uno u otro según el estado de agregación que forma parte de los productos de combustión.

En la Tabla 2 se muestran los poderes caloríficos superiores, es decir, con 0% de humedad y sus respectivas equivalencias.

Tabla 2. Poder calorífico superior de algunas formas de biomasa.

Combustibles de biomasa secas (0% de humedad)	Poder calorífico superior (Pcs)		
	kcal/kg	kJ/kg	kWh/kg
Eucalipto (Ayacucho)	4 300	18 000	5
Algarrobo (Piura)	3 698	15 480	4,3
Cascarilla de arroz	3 182	13 320	3,7
Astillas de haya/encina	3 010	12 600	3,5
Pellet de madera	4 214	17 640	4,9
Fumo bravo	3 956	16 560	4,6
Guatambú amarillo	4 816	20 160	5,6

Fuente: Mayorga, (1998)

G) Balance energético

El balance energético permite encontrar la distribución de energía calorífica incidente sobre la olla, su transformación en energía útil y las pérdidas térmicas. Para un intervalo de tiempo, según el principio de conservación de la energía aplicado al sistema de la cocina, resulta que:

$$Q_u = Q_{ab.} - (Q_{p_1} + Q_{p_2}) \quad [8]$$

Donde:

Q_u : energía útil extraída por el agua.

$Q_{ab.}$: calor absorbido por la olla.

Q_{p_1} : energía perdida por aumento de energía almacenada en la cocina.

Q_{p_2} : energía perdida por la chimenea.

La energía en forma de calor absorbida, útil y perdida son la misma en cuanto a sus unidades, y se da en Watts hora (Wh). La energía útil en una cocina es la energía calorífica útil Q_u que gana el agua:

$$Eu = Qu \quad [9]$$

$$Qu = m_a \cdot Cesp. (Tf - Ti) \quad [10]$$

Donde:

Qu : energía calorífica del agua en (kcal).

m_a : masa del agua en (kg)

$Cesp$: calor específico del agua (kcal/kg.°C)

Si realizamos un cálculo reemplazando unidades en la ecuación [3] respecto a la cantidad de calor Qu obtendríamos en unidades de kcal, pero en cuanto a unidades de energía calorífica que se requiere podría hacerse una conversión donde:

$$1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J} \quad [11]$$

Pero esta energía tiene su relación en cuanto al trabajo realizado por la combustión pues sus unidades son las mismas pero no iguales, así que:

Energía (kWh) : trabajo (J)

$$\text{Entonces sí: } 1kWh = 3,6 \times 10^6 J \quad [12]$$

De la ecuación [11] y [12] obtenemos que:

$$1kWh = 860 kcal \quad [13]$$

Así mismo la energía proporcionada por la combustión de la leña se conoce como la energía incidente:

$$E_i = m_L \cdot Pc \quad [14]$$

Donde:

E_i : es la energía incidente (kWh)

m_L : masa de leña en (kg)

$Pc.$: poder calorífico del la leña (kcal/kg)

H) Eficiencia en el proceso de cocción de alimentos

La eficiencia η en una cocina a leña está dada por:

$$\eta = \frac{E_u}{E_i} \quad [15]$$

Donde:

Eu : es la energía útil que extrae el agua (kJ/kg).

Ei : es la energía incidente causada por la combustión de la leña (kJ/kg).

- **Influencia en el uso de la leña seca en la eficiencia**

Un factor importante en la eficiencia es el empleo de combustible seco, por que cuando se emplea cualquier combustible que tenga contenido de agua hay que emplear una energía adicional para evaporar dicha agua.

La leña verde tiene 50% de agua y 50% de biomasa. Para que pueda entrar en combustión es necesario evaporar el agua, lo cual requiere un gasto de energía adicional. Por ejemplo, la leña seca tiene un poder calorífico de hasta 18 000 kJ/kg según el tipo, entonces 0,5 kg de leña seca tiene un valor calórico de 9 000 kJ. Para evaporar 0,5 kg de agua se necesitan 1 600 kJ, por lo tanto el valor energético de 1kg de leña es el siguiente:

Ev: Energía de 1kg de leña verde

Es: Energía de 1kg de leña seca

E_a : Energía de evaporación 0,5 kg de agua

Según la ecuación:

$$E_v = E_s - E_a \quad [16]$$

Reemplazando valores:

$$E_v = 9\,000 \text{ kJ/kg} - 1\,160 \text{ kJ/kg} = 7\,840 \text{ kJ/kg}$$

Si hacemos un análisis del resultado, es fácil darse cuenta que cuando se emplea leña verde se aprovecha menos del 50% de energía en comparación con la leña seca que tiene un valor energético de 18 000 kJ/kg.

2.2.4. Las cocinas tradicionales

Es un dispositivo que nos permite cocinar los alimentos con leña de un modo sumamente ineficiente, ya que nos ofrece una serie de desventajas, como por ejemplo, un consumo excesivo de combustible. La principal tecnología tradicional empleada para la cocción de alimentos es el fogón abierto tradicional, de tres o más

piedras, tipo U o doble U. Su uso es generalizado, tanto en climas cálido como fríos; en los lugares templados y fríos además de la cocción se usa para el calentamiento interior de las viviendas.

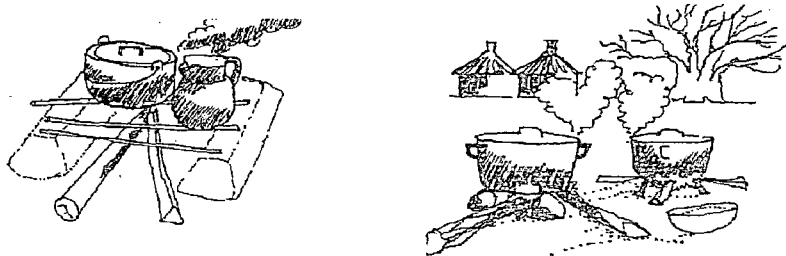


Figura 4. Esquema general de la cocina tradicional a leña.

Fuente: Elaboración propia, (2008)

El principio de funcionamiento de la cocina tradicional se basa en la combustión incompleta de la leña por medio de la cual convierte la energía potencial del combustible en energía calorífica y por procesos de transferencia de calor, transfiere esta energía a la olla o recinto donde se encuentran los alimentos, expulsando el humo hacia los alrededores contaminando el ambiente interior donde se está cocinando. Este dispositivo se continúa usando porque tienen varias ventajas, entre las que podemos citar las siguientes:

- Son económicos o no tienen ningún costo.
- Fáciles de construir, usar y controlar.
- Fáciles de cambiar de lugar y adaptar a la forma del recipiente.
- Se pueden usar diferentes combustibles de biomasa.

Sin embargo, su principal problema es la baja eficiencia, la cual oscila entre el 5% y el 17% (Dutt, Navia & Sheinbaum, 1989). Por otro lado, la combustión de la biomasa en estos dispositivos se da de manera incompleta e incontrolada y genera por lo tanto una gran cantidad de partículas y gases contaminantes, ocasionado también un elevado consumo de leña. Entre las desventajas más importantes que presentan son:

- (a) Expulsión de humo (combustión incompleta); gran parte de los gases de combustión generados no llegan a quemarse completamente negreando el ambiente y haciendo lagrimear los ojos a los que se encuentre cerca.
- (b) Pérdida de calor por los lados del fogón; gran parte de la energía calorífica se pierde hacia el medio y sólo una fracción se emplea en calentar la olla directamente.

- (c) La olla recibe calor por la parte inferior pero también pierde por los costados al estar desprotegida y expuesta al ambiente. Constituye un peligro para los niños; corren el riesgo a sufrir quemaduras por accidentes.

La reforestación, el uso de fuentes renovables de energía y la conservación de combustibles, son los tres métodos que ofrecen soluciones posibles a la crisis global de la energía en general y a la crisis de la leña en particular.

2.2.5. La reforestación

Es enorme la magnitud de reforestación necesaria. Programas de reforestación han sido iniciados en muchos países, pero la alta tasa de crecimiento de la demanda significa que los bosques están siendo cortados mucho más rápidamente de lo que están siendo replantados. Aquellos países con la mayor necesidad ni siquiera tienen el capital necesario para invertir en silvicultura de rendimiento sostenido. Después de haber iniciado programas de reforestación de bosques, la leña no puede cosecharse sino después de por lo menos 7 a 10 años, y las plantaciones deben ser protegidas para

disminuir su destrucción por corte clandestino, el pastoreo de ganado y algunas veces hasta la quema y tala deliberada para producir pastizales (GATE-GTZ, 1985).

2.2.6. Uso de fuentes renovables de energía

La crisis del petróleo, de principios de los setenta, hizo que la energía solar saltara prematuramente a competir en los ruidos de la rentabilidad. Tras un periodo de euforia, de fuertes inversiones, que se concretaron en la construcción de varias centrales solares experimentales para producir electricidad se demostró ciertamente, la viabilidad de estos sistemas para obtener energía del sol, pero también su momentánea incapacidad para competir, en precio y rendimiento, con los llamados sistemas convencionales (Creus, 2004)

Aquello sirvió para hacer de la tecnología solar una alternativa energética seria en cuestión de tiempo. Hoy, estamos a las puertas de traspasar ese umbral. Un relevo que si en muchos casos no se ha producido en forma masiva, ya viene sucediendo paulatinamente, sobre todo en el caso de instalaciones aisladas,

alejadas de las grandes redes de distribución eléctrica, particularmente en el sector rural.

En la historia de la energía (GATE-GTZ, 1985), la madera cedió su lugar al carbón y el carbón al petróleo. Hoy nos disponemos a afrontar el siguiente y definitivo paso: abandono de las fuentes de energía no renovables y altamente contaminantes por la alternativa renovable; en la que hay que incluir, la solar, la eólica, hidráulica, los biocombustibles y la mareomotriz. Sus ventajas son evidentes. Sin embargo, la transición no va a ser fácil, pues exigirá una completa reformulación de las estructuras energéticas actuales. El problema reside en que nuestro estilo de vida urbano e industrializado se sustenta sobre un modelo energético centralizado; el cual está basado en fuentes (los combustibles fósiles) muy concentradas. La producción de hidrógeno - un combustible muy energético - con electricidad de origen solar puede ayudarnos en este empeño.

También habrá que potenciar las instalaciones solares caseras y la utilización de diferentes tecnologías para el calentamiento de ambientes y de agua para uso doméstico e industrial, cocinas mejoradas, cocinas y hornos solares, bombeo fotovoltaico de agua,

uso de biogás, arquitectura bioclimática, producción eólica de electricidad, etc.

Para la disminución del consumo de combustibles derivados del petróleo, el uso de la energía solar junto con otras energías renovables es de vital importancia porque puede aumentar el grado de autosuficiencia en el suministro de energía y un gran ahorro de divisas lo cual lo haría menos vulnerable a las políticas expansionistas de los países altamente industrializados.

La energía solar como fuente de energía que sustituya a la leña, representa un aporte importante en los programas para combatir la deforestación y desertificación. En las áreas rurales entre un 30 % al 90 % de la energía consumida se emplea en cocinar los alimentos, por lo cual la leña se constituye en el combustible principal, pero cada día es más difícil de conseguir a tal grado que en algunas regiones las personas deben caminar 10 a 20 kilómetros para poder adquirirla. Además, el costo de la leña para muchas familias representa entre 30 al 50 % del ingreso familiar. Esta situación justifica la construcción y difusión de cocinas solares (Torres & Polo, 2002).

Calentar con la energía solar es una idea que ha sido utilizada desde tiempos remotos para secar fruta, calentar agua y cocinar vegetales. Sin embargo, la primera cocina solar que utilizó tecnología moderna se atribuye a Horace de Saussure que, en 1767, fabricó una "caja solar" para cocinar. Durante el siglo XVIII se fabricaron otros prototipos, pero con la llegada del combustible fósil, cayeron en el olvido. Su popularidad ha crecido a finales del siglo XX como resultado de la deforestación, desertificación y creciente contaminación ambiental (Meinel & Meinel, 1970).

Estas cocinas no necesitan madera, carbón, diesel, kerosene, parafina, ni electricidad. Ello hace evidente su utilidad en países en vías de desarrollo, que a su vez padecen a menudo de seria deforestación. También son útiles para promover un modo de vida sostenible en cualquier otro lugar.

Además de los aspectos técnicos del diseño de una cocina solar, que se destacan en primer lugar, también juegan un papel principal el transferir a la cocina solar una tecnología apropiada que funcione con éxito, factores que incluyan la cultura, así como aspectos estéticos.

Las tecnologías que se diseñan para realizar eficazmente una tarea dada como por ejemplo, encontrar ciertos usos medioambientales, sociales, culturales y/o de estándares estéticos, se mencionan como "tecnologías ambientalmente racionales" (IPCC, 2008), también es muy usado el término "tecnología limpia" que viene a ser un método de producción que al combinar la obtención de un alto rendimiento y el uso múltiple de la materia prima, con la conservación de la energía, evita la contaminación y trata de minimizar la generación de residuos (Camacho & Ariosa, 2000) .

Las cocinas solares, como cualquier otro tipo de tecnología alternativa ha pasado por un periodo de desarrollo técnico y económico tanto a nivel mundial como nacional, ha tenido ventajas en sus diferentes diseños así como desventajas que con el correr de los tiempos se han venido superando paulatinamente, gracias al aporte conjunto de usuarios, empresarios e investigadores.

Esta tecnología, desde el punto de vista doméstico e institucional permite recuperar el costo invertido en el corto plazo y en adelante generar ahorros de energía y por lo tanto de dinero. Asegura un mayor valor nutritivo de los alimentos ya que éstos se

cocinan lentamente y nuevos hábitos culinarios más saludables para las personas que la usan, a lo cual se suma que contribuye a reducir la contaminación ambiental, la deforestación y el calentamiento del planeta. Desde un punto de vista comercial asegura dos tipos de mercados bien diferenciados, la población urbana, como una tecnología alternativa a la cocina a gas o eléctrica y la población rural como una tecnología sustitutiva de la cocina de leña (Torres & Polo, 2002).

2.2.7. Conservación de los combustibles

La madera es un combustible insustituible en muchos países y continuará siendo irremplazable por mucho tiempo; una de las posibles soluciones para la crisis de la leña en el Perú, sería la introducción de las cocinas mejoradas ya que es la forma inmediata de disminuir su uso como combustible para cocinar.

Las cocinas mejoradas, son dispositivos que permiten cocinar con leña de un modo sumamente óptimo, permitiendo de un lado, un ahorro significativo de leña, y por otro, ofreciendo ventajas operativas muy valoradas por los usuarios.

El principio de funcionamiento de la cocina mejorada se basa en la combustión completa de la leña, transfiriendo toda la energía calorífica directamente a la olla donde se encuentran los alimentos, pero con la diferencia que todo el humo generado internamente es expulsado por la chimenea hacia el exterior del lugar donde se está cocinando.

En una cocina mejorada se busca evitar las pérdidas caloríficas optimizando el recinto incandescente (aislándolo) y situando apropiadamente las ollas, a la vez se acondiciona una chimenea, la que tiene una función de dirigir el humo residual hacia el exterior y promover un tiro de la llama, lo que se controla a su vez con las compuertas de entrada y salida del aire (Whitfield, 2003). Algunas ventajas que nos muestra una cocina mejorada son:

- Buen grado de eficiencia;(entre el 30% al 70%) combustión pro ambiental (ecológicamente positiva).
- Fácil de construir; mayormente se hace de adobe y barro.
- Económica; disminuye el consumo de leña en alrededor del 50%, con lo cual se ahorra tiempo y dinero en la recolección y compra

- Limpieza, seguridad y comodidad en el cocinado, haciéndolas más atractivas para las usuarias.
- Reduce los niveles de contaminación en interiores con monóxido, dióxido de carbono y partículas que llegan a los pulmones.
- Disminución de problemas de salud en las mujeres; el calor llega con menor incidencia al sistema reproductor. Colateralmente, también existen ventajas en la prevención de accidentes en los niños.
- Crea menores molestias al nivel de los aparatos respiratorio y visual.

Las desventajas que presentan las cocinas mejoradas son:

- El costo un poco elevado para las familias rurales.
- No existe cultura de adaptación de este tipo de cocina.

La Figura 5, muestra un esquema general de una cocina mejorada para ahorrar leña, la cual fue construida por el Centro de Energías Renovables de Tacna (CERT), en la Institución Educativa Santa Rita de Calana (Quino, 2007).

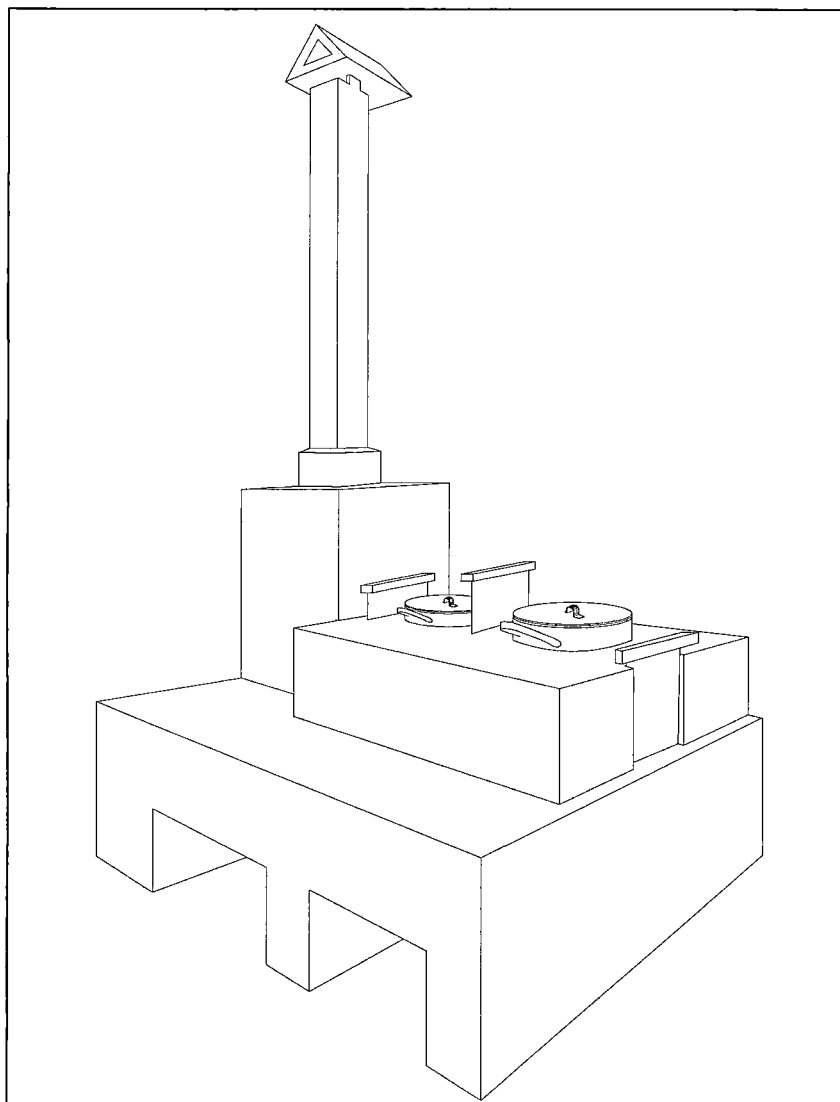


Figura 5. Esquema general de la cocina mejorada a leña

Fuente: Quino, (2007)

El Fondo Nacional de Cooperación y Desarrollo (FONCODES) ha financiado, en las instituciones educativas y comedores rurales de la provincia de Tacna (Calana, Pachía) la construcción de cocinas mejoradas a leña donde existen programas de desayuno y

almuerzo escolar, estas cocinas no tuvieron éxito, debido a que no ahorran energía, ni eliminaban humo por ahogamiento, pues no fueron diseñadas como lo especifican las normas técnicas y su construcción carece de una tecnología adecuada, motivo por el cual en algunos se dejaron de usar rellenándolos y convirtiéndolos en mesa, otros fueron modificados y adaptados para posteriormente ser usados, estas cocinas presentan un método cuyas características tiene un parecido con las cocinas tradicionales lo cual presenta una serie de desventajas como al igual que en muchas otras cocinas a leña que se encuentran en la zona rural de Tacna (Quino, 2005).

Cuando existe un buen mecanismo de difusión y se logran altos niveles de adopción, las cocinas eficientes de leña reportan muchos beneficios; Aguilar (1982), apunta que entre los principales destacan los siguientes:

- La construcción de cocinas pueden crear nuevos empleos.
- Existe gran potencial para innovar nuevos modelos.
- El dinero y tiempo ahorrado pueden ser invertidos en las comunidades en otras actividades productivas.

- Una tasa baja en la deforestación mejora el clima, el suministro de madera y la hidrología, disminuye la erosión del suelo.
- Potencial para la solución a corto plazo de la deforestación, mientras capitalizan los programas de deforestación de bosques a largo plazo.
- El costo de proveer estufas mejoradas es bajo con los medios de combatir la deforestación
 - Las cocinas mejoradas pueden aminorar la tasa de deforestación y desertificación.
 - Éstas conceden tiempo para los proyectos de reforestación para asegurar un paso firme y ayudar a cambiar el balance hacia la ampliación de áreas forestales otra vez.

2.3. Definición de términos

En esta parte se definirán algunos términos que son comúnmente usados como terminología para elaborar y/o desarrollar un proyecto de evaluación de impacto ambiental. Se ha tratado de considerar los más importantes para nuestro estudio, ya que en este caso se trata de una actividad que se viene realizando desde tiempos remotos y no de un proyecto de inversión.

- **Energía**

La energía es una propiedad de todo cuerpo o sistema material en virtud de la cual éste puede transformarse, modificando su estado o posición, así como actuar sobre otros originando en ellos procesos de transformación (Fishbane, Gasiorowics & Thornton, 1994).

La energía presenta tres propiedades básicas: (a) La energía total de un sistema aislado se conserva, por tanto en el Universo no puede existir creación o desaparición de energía, (b) la energía puede transmitirse (transferirse) de unos cuerpos o sistemas materiales, a otros y (c) la energía puede transformarse de unas formas a otras.

La energía, en cualquiera de sus formas, es un factor importante en toda actividad de los seres vivos en el sentido más amplio de la palabra. La energía es la fuerza vital de nuestra sociedad. De ella dependen la iluminación de interiores y exteriores, el calentamiento y refrigeración de nuestras casas, el transporte de personas y mercancías, la obtención de alimento y su preparación, el funcionamiento de las fábricas, etc.

- **Energía renovable**

Llamada también energía alternativa, consiste en la energía producida y/o derivada de fuentes que se renuevan en forma natural y que son prácticamente inagotables en el tiempo (hídrica, solar y eólica) o generada por combustibles renovables (biomasa de madera producida en forma sostenible); se expresa generalmente en unidades de energía y, en el caso de los combustibles, se basan en valores caloríficos netos. Una característica importante que poseen es que en los procesos de transformación no emiten gases que contaminen el medio ambiente (FAO, 2009).

- **Energía no renovable**

Es el sistema material que se agota al transformar su energía en energía útil o trabajo. Estas fuentes son finitas en el tiempo y en la actualidad se encuentran en vías de extinción. A pesar que el sistema energético está basado en la producción de estos combustibles, ellos generan contaminación en el medio ambiente como: lluvia ácida, efecto invernadero inducido, calentamiento global del planeta y cambio climático. Actualmente, el “desarrollo” de un

país está ligado a un creciente consumo de energías no renovables, particularmente de combustibles fósiles como el petróleo, carbón y gas natural (Creus, 2004).

- **Bioenergía** (o energía procedente de la biomasa)

Comprende todas las formas de energía derivada de combustibles orgánicos (biocombustibles) de origen biológico utilizados para producir energía. Comprende tanto los cultivos destinados a producir energía que se cultivan específicamente, como las plantaciones polivalentes y los subproductos (residuos y desechos). El término subproductos incluye los subproductos sólidos, líquidos y gaseosos derivados de las actividades humanas. Se puede considerar a la biomasa como una forma de energía solar transformada (FAO, 2009).

- **Balance de bioenergía**

Son datos resumidos cuantitativamente sobre la producción y consumo de energía de biomasa representada en un cuadro y diagrama de balance de energía. El balance de bioenergía es un

cuadro de conjunto de la producción y consumo de biocombustibles primarios y secundarios en una zona, país o región determinados. Todos los valores deben indicarse en la misma unidad y tener el mismo prefijo para indicar su magnitud (Tera, peta, giga, etc.). Los balances de energía deben abarcar todas las fuentes de energía primaria y secundaria, mostrando claramente los usos no energéticos de esas fuentes. En los casos en los que los biocombustibles son utilizados para procesos industriales, como la industria de la producción de arrabio, deben indicarse claramente su utilización y considerarse todos los procesos previos implicados (FAO, 2009).

- **Dendroenergía (energía forestal)**

Toda la energía obtenida a partir de biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos primarios y secundarios derivados de los bosques, árboles y otra vegetación de terrenos forestales. La dendroenergía es la energía producida tras la combustión de combustibles de madera como leña, carbón vegetal, pellets, briquetas, etc., y corresponde al poder calorífico neto (PCN) del combustible (FAO, 2001).

- **Fuentes de bioenergía**

Los biocombustibles son combustibles orgánicos primarios y/o secundarios derivados de la biomasa que pueden utilizarse para generar energía térmica por combustión o mediante otra tecnología. Comprenden tanto los cultivos destinados a producir energía o cultivados específicamente como las plantaciones polivalentes y los subproductos (residuos y desechos). El término subproductos incluye los mal llamados residuos y desechos sólidos, líquidos y gaseosos derivados de las actividades de elaboración de la biomasa. Las principales definiciones utilizadas en la UWET incluyen tres tipos de biocombustibles: combustibles de madera, agro combustibles y subproductos de origen municipal (FAO, 2001).

A. Combustibles de madera

En esta categoría se incluyen todos los tipos de biocombustibles derivados directa o indirectamente de los árboles y arbustos que crecen en tierras forestales y no forestales. La definición de bosque utilizada en la evaluación de los recursos forestales de la FAO (2001) es muy amplia e

incluye tierras con una cubierta de copas mínima del 20 por ciento en los países desarrollados y del 10 por ciento en los países en desarrollo. Entre los combustibles de madera se incluye también la biomasa derivada de actividades silvícolas (aclareos, podas, etc.), de extracción y explotación (puntas, raíces, ramas, etc.), así como subproductos industriales derivados de industrias forestales primarias y secundarias que se utilizan como combustible. Se incluyen también los combustibles de madera derivados de plantaciones forestales con fines energéticos.

Con arreglo a su origen, los combustibles de madera se dividen en tres grupos: (a) Combustibles directos, (b) combustibles indirectos y (c) combustibles recuperados.

Por lo que respecta a los productos que se han de considerar al contabilizar la dendroenergía, según la terminología unificada para dendroenergía (UWET) de la FAO (2001), los combustibles de madera se pueden dividir en cuatro tipos de productos: leña, carbón vegetal, licor negro y otros, definidos según se indica a continuación.

- **Leña:** incluye la "madera en bruto" en piezas pequeñas, astillas, pellets y/o polvo derivados de los bosques y árboles aislados, así como los subproductos de la industria de la madera y los productos leñosos recuperados. Conservan la estructura original básica de la madera y se pueden utilizar directamente o después de haber sido transformados en otros combustibles de madera como el carbón vegetal. Cuando es necesario, la leña se puede preparar en productos más adecuados, como astillas y pellets, sin necesidad de realizar transformaciones físico-químicas importantes.

- **Astillas:** madera en bruto que se ha reducido deliberadamente a piezas de tamaño reducido o residuos adecuados para fines energéticos.

- **Pellets de madera:** pueden ser considerados como un combustible derivado del auto aglomeración de material leñoso como resultado de una aplicación combinada de calor y alta presión en una máquina de extrusión.

- **Carbón vegetal:** residuo sólido derivado de la carbonización, destilación, pirolisis y torrefacción de la madera (de troncos y ramas de árboles) y subproductos de la madera, utilizando sistemas continuos o discontinuos (hornos de pozo, ladrillo y metal). Incluye las briquetas de carbón vegetal.

- **Briquetas de carbón vegetal:** producidas con carbón vegetal que, una vez triturado y secado, se moldea (generalmente a alta presión) con la adición de aglutinantes para formar piezas uniformes.

- **Licor negro:** licor alcalino obtenido de los digestores empleados para producir pasta al sulfato o a la soda durante el proceso de producción de papel, en el que el contenido de energía deriva principalmente del contenido de lignina extraído de la madera en el proceso de elaboración de la pasta.

- **Otros combustibles de madera:** esta categoría incluye una amplia gama de combustibles líquidos y gaseosos derivados de la leña y el carbón vegetal en general, mediante procesos pirolíticos o enzimáticos, como gases de pirolisis, etanol,

metanol, productos de interés creciente pero que por el momento no tienen la misma importancia como productos energéticos.

B. Agrocombustibles y cultivos energéticos

Los agrocombustibles, son combustibles obtenidos como producto de la biomasa y subproductos agrícolas. Consisten principalmente en la biomasa derivada directamente de los cultivos destinados a ser utilizados como combustible y de los subproductos agrícolas, agroindustriales y animales.

Los cultivos energéticos, son especies de plantas cultivadas en plantaciones o granjas destinadas a producir materia prima para la producción de biocombustibles. Estos cultivos se pueden producir en granjas terrestres (yuca, caña de azúcar, maíz, colza, cardo, *euphorbia*, etc.), en granjas marinas (*algae*) o en granjas de agua dulce (jacintos de agua). Los cultivos para combustible producidos en tierra se pueden clasificar en: cultivos de azúcar/almidón, cultivos oleaginosos y otros cultivos energéticos.

En el futuro, también se prestará más atención a la definición de diferentes tipos de agrocombustibles a los que hasta ahora se les ha prestado muy escasa atención, no sólo respecto de la terminología utilizada, sino también para elaborar bases de datos mejoradas.

- **Ambiente**

Conjunto de los recursos naturales (renovables y no renovables) que nos rodean, y que están dentro de un territorio (rural o urbano), y las relaciones e interrelaciones entre todos sus componentes (Fernández, 2003).

- **Territorio**

Conjunto de relaciones dinámica entre personas y éstas con el medio donde se desenvuelven y donde existe un sentido de pertenencia (El Peruano, 2001).

- **Cambio climático**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IPCC, 2008), define el cambio climático como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial. Entonces el cambio climático es cualquier cambio significativo en las medidas del clima (tal como la temperatura o precipitación) que dura por un período extenso de tiempo.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco y se hace evidente con un aumento de las temperaturas promedio del aire y los océanos, el derretimiento generalizado de nieve y hielo y el incremento promedio del nivel del mar, escasez de agua, alteración de la producción de alimentos, afectación de la vida silvestre y ecosistemas.

- **Patrimonio cultural**

Conjunto de bienes y riquezas constituidas por los modos de vida, costumbres, conocimientos, desarrollo artístico y, en general,

por las manifestaciones de la forma de vida tradicional de un pueblo, que éste ha heredado de sus antepasados. La cultura es el conjunto de conocimientos, lenguajes, valores, actitudes, habilidades, costumbres, formas de organización social y bienes materiales y naturales que hacen posible que una sociedad exista y se desarrolle; la transmisión y la evolución de esta cultura de una generación a otra, es una condición indispensable para que la sociedad no se extinga (El Peruano, 2000).

- **Áreas naturales protegidas**

Según el Artículo 1º de la Ley N° 26834 Ley de Áreas Naturales Protegidas-ANP (El Peruano, 1997), son espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

- **Asentamientos humanos**

Según la Comisión de Formalización de la Propiedad Privada (COFOPRI, 2002), se les denomina Centros Urbanos Informales (asentamientos humanos) al conjunto de manzanas determinadas y vías trazadas, que no constituyen una habilitación urbana, que cuentan con construcciones parcialmente consolidadas y cuyos lotes de vivienda han sido individual y directamente adquiridos por cada uno de los integrantes del centro urbano informal.

- **Conservación**

Es la utilización humana de la biosfera para que rinda el máximo beneficio sostenible, a la vez que mantiene el potencial necesario para las aspiraciones de futuras generaciones (El Peruano, 2001).

- **Cuenca hidrográfica**

Según el reglamento de la Ley sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica (El Peruano,

2001). Es el área o espacio geográfico delineado por la cima de los cerros y la divisoria de aguas, por el cual escurre el agua proveniente, principalmente de las precipitaciones a un río, lago o mar, constituyéndose en un sistema en el que interactúan factores naturales socioeconómicos y culturales.

- **Desarrollo sostenible**

Es el proceso de mejoramiento sostenido y equitativo de la calidad de vida de las personas, fundado en medidas apropiadas de conservación y protección ambiental, de modo de no sobrepasar su capacidad de recuperación ni de absorción de desechos.

Según la Guía Metodológica de Auditoría de Gestión Ambiental (El Peruano, 2000), es un desarrollo que satisface las necesidades y aspiraciones de la generación actual sin comprometer la capacidad de satisfacer la de las futuras generaciones.

Proceso de mejoramiento equitativo de la calidad de vida de las personas mediante el cual se procura el crecimiento económico social en una relación armónica con la protección del medio

ambiente, de modo tal que se satisfagan las necesidades de las generaciones actuales y de las futuras (Camacho & Ariosa, 2000).

- **Ecosistema**

Es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional, (El Peruano, 2001).

- **Mitigación**

Es el resultado de la aplicación de un conjunto de medidas tendientes a reducir el riesgo y a eliminar la vulnerabilidad física, social y económica (El Peruano, 2000).

- **Zona de amortiguamiento**

Según el Plan Director de la Estrategia Nacional para las Áreas Naturales Protegidas–2003, (El Peruano, 2003), es el espacio definido por su capacidad para minimizar el impacto de las contaminaciones y demás actividades humanas que se realizan de manera natural en el entorno inmediato a las Áreas Naturales

Protegidas (ANP), con la finalidad de proteger la integridad de la misma. Los territorios adyacentes a las áreas naturales protegidas de SINANPE, por su naturaleza y ubicación, requieren un tratamiento especial que garantice la conservación del área protegida.

- **Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un instrumento para valorar los efectos de determinadas actividades humanas, acciones o proyectos sobre el medio ambiente. Son estudios que recaban la información de la que se pueda deducir la capacidad de generar alteraciones por parte de la actividad o proyecto, así como de conocer cuál es la capacidad de acogida del medio sobre el que se pretende actuar, para poder establecer una respuesta adecuada. Esta respuesta puede ser negativa a la realización de la actividad o proyecto e incluir las medidas protectoras correctoras que minimicen las alteraciones previstas a niveles aceptables, y un programa de vigilancia ambiental que garantice su cumplimiento (Gómez, 1994).

El proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo que permite a la administración competente en materia medioambiental realizar la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) sobre el proyecto, obra o actividad que se quiera realizar (Canter, 1998).

La EIA se realiza en varias etapas que se pueden sintetizar de la manera siguiente:

- Descripción de los recursos naturales.
- Valoración de los recursos naturales.
- Determinación de los impactos ambientales que causa las actividades humanas sobre los recursos naturales.
- Valoración de los efectos de los impactos ambientales.
- Propuesta de medidas correctoras para minimizar los efectos de los impactos ambientales.

Incluido dentro del proceso de EIA se encuentra un elemento que es el Estudio de Impacto Ambiental (EslA); es importante no confundir ambos conceptos y tener en cuenta que el EslA es un elemento parcial de la EIA.

El EsIA es el documento técnico que debe presentar el titular del proyecto. Basándose en este documento, se produce la Declaración de Impacto Ambiental. Según el diccionario de términos ambientales de Camacho & Ariosa (2000), consiste en la recopilación y valoración de informes sobre las características físicas, ecológicas, económicas y sociales de un área o región específica, así como de los planes y proyectos que se pretende ejecutar en la misma, de forma tal que se minimicen los impactos negativos sobre el medio ambiente.

El efecto que puede tener una actividad o proyecto se va a reflejar en las dos áreas del medio ambiente: el medio ambiente natural y el medio ambiente social. Como veremos más adelante, algunos autores proponen tres áreas o subsistemas: el medio físico, el subsistema económico y el subsistema de núcleos e infraestructuras. En una EIA, y dentro de cada una de estas dos áreas, habrá que considerar los aspectos siguientes (Gómez, 1994):

- **Medio natural o medio físico**

Este medio a su vez está subdividido en los componentes siguientes:

- **Medio inerte o abiótico**

Que comprende factores ambientales como la contaminación atmosférica, contaminación del agua (continental, marina, subterránea, superficial), utilización racional y eficiente de recursos renovables y no renovables, contaminación por residuos sólidos, contaminación acústica, contaminación de suelos (erosión, desertización, etc.).

- **Medio biótico**

Que comprende factores ambientales como especies amenazadas o en peligro de extinción, ecosistemas especiales, cadenas tróficas y reproductivas, praderas, pastizales, cultivos, rutas de paso o migratorias, etc.

- **Medio perceptual**

Que incluye factores ambientales como por ejemplo, degradación de las unidades de paisaje (valles, vistas, cordilleras, cuencas), incidencia visual, componentes singulares naturales y artificiales.

- **Medio social**

En este caso se pueden considerar los siguientes factores ambientales: Demografía, condiciones histórico-culturales, movimientos migratorios, estructura de la propiedad, renta per cápita, actividades económicas, estructura y condiciones sociales, legislación, educación ambiental, grado de concienciación ciudadana, patrimonio cultural, histórico y artístico.

2.3.1. Elementos adyacentes a la evaluación de impacto ambiental

Son los elementos del medio ambiente que necesitamos precisar y contemplar en el proceso de evaluación. En tal sentido es

importante ampliar algunos conceptos básicos y desarrollar otros que no se han visto anteriormente en este trabajo, entre ellos se han considerado los siguientes:

- **El medio ambiente o ambiente (MA)**

Es el entorno vital, o sea el conjunto de factores físico-naturales, estéticos, culturales, sociales y económicos que interaccionan entre sí, con el individuo y con la comunidad en que vive, determinando su forma, carácter, comportamiento y supervivencia.

El concepto de medio ambiente implica directa e íntimamente al hombre, ya que no sólo se refiere a aquello que rodea al hombre en el ámbito espacial, sino que además incluye el factor tiempo, es decir, el uso que de ese espacio hace la humanidad referido a la herencia cultural e histórica. Si tenemos en cuenta la influencia del hombre, podemos entender el medio ambiente en base a tres subsistemas: como receptor de efluentes y de residuos, como fuente de recursos naturales y como soporte de actividades.

A continuación se describe cada uno de estos subsistemas, según Gómez Orea (1994):

Como receptor de efluentes (emisiones, vertidos y residuos no deseados), se tendrá en cuenta la capacidad de asimilación del medio ambiente (capacidad de dispersión atmosférica, de autodepuración del agua, de filtrado del suelo, etc.), de modo que la emisión de efluentes de una actividad deberá realizarse siempre por debajo de la capacidad de asimilación del medio ambiente.

Como capacidad de asimilación del medio se entiende la que tiene el entorno de procesar los efluentes que a él se incorporan, transformándolos en elementos no perjudiciales o aceptables para éste; por ejemplo, capacidad de autodepuración del agua, de filtrado del suelo, de dispersión atmosférica, de degradación por varios medios, etc.

Como fuente de recursos, el medio ambiente es el que abastece al hombre de las materias primas y energía que necesita para su desarrollo sobre la Tierra. Por otra parte, no

todos los recursos son renovables. De hecho, sólo una parte de estos recursos son renovables, por lo que no se puede considerar al planeta como una fuente ilimitada de recursos.

Los recursos naturales renovables deberían utilizarse por debajo de su tasa de renovación, es decir, siguiendo un ritmo asimilable por el medio ambiente. Los recursos naturales no renovables pueden ser consumibles por el hombre (petróleo, minerales, etc.) y deben utilizarse a un ritmo de consumo asumible por el medio ambiente. No consumibles por el hombre (patrimonio artístico, paisaje, etc.), deben gestionarse con una intensidad de uso asumible y coherente. Se establecerá como intensidad de uso umbral aquella por encima de la cual el recurso empieza a perder su calidad ambiental.

Como soporte de actividades, el medio ambiente presenta una mayor o menor capacidad de acogida para cada actividad que se desarrolla en su seno.

Como capacidad de acogida se entiende la aptitud que presenta un territorio para acoger en él una determinada

actuación o actividad. Cada territorio, ecosistema o sistema socio-cultural, presenta una capacidad de acogida determinada para un número de actividades; por lo tanto, sobre estos territorios sólo deberían desarrollarse actividades que vayan a ser bien acogidas en ese territorio. Del mismo modo, tendrán que rechazarse aquellas actividades para las cuales el territorio no tenga una buena capacidad de acogida.

- **Desarrollo sostenible**

Se ha definido el desarrollo sostenible como aquél que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades. Para alcanzarlo, es necesario que el ahorro en el consumo energético y de materias primas de los procesos productivos sea superior al crecimiento de dicha producción (IPCC, 2008).

Es un proceso de mejoramiento equitativo de la calidad de vida de las personas mediante el cual se procura el crecimiento económico social en una relación armónica con la protección

del medio ambiente, de modo tal que se satisfagan las necesidades de las generaciones actuales y de las futuras (Camacho & Ariosa, 2000). El desarrollo sostenible presenta las siguientes características principales:

- Mantiene la calidad de vida.
- Permite el acceso continuo a los recursos naturales.
- Impide que los daños al medio ambiente perduren.

Los empresarios, fabricantes y ciudadanos en general, están empezando a convencerse de que la ecorresponsabilidad puede resultar rentable; quizás no lo sea siempre, a corto plazo, pero seguro que compensa si se quiere asegurar la supervivencia de una actividad, explotación, proceso productivo, etc. El problema radica en que en la sociedad, esperan demasiadas veces a llegar a una situación que roza la insostenibilidad para que se produzca una reacción y se empiecen a tomar medidas correctivas para revertir la situación de insostenibilidad.

- **Factores ambientales**

Como factores o parámetros ambientales se engloban los diversos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en la tierra. Estos factores son el soporte de toda actividad humana. El hombre es capaz de modificarlos de forma radical, pudiendo ocasionar, a medio o largo plazo, graves problemas de difícil valoración, o pequeños cambios fácilmente soportables. Los factores ambientales que consideran los organismos competentes de la Unión Europea (UE) pertenecen a los siguientes componentes ambientales (Gómez, 1994):

- El aire, el clima, el agua y el suelo.
- El hombre, la flora y la fauna.
- El paisaje.
- Las interacciones entre los anteriores.
- Los bienes materiales, la calidad de vida y el patrimonio cultural.

En la práctica, para cada proyecto de EIA, el medio se caracterizará utilizando los factores ambientales que más claramente definan el impacto ambiental. En los Cuadros 1, 2 y 3 se detalla una posible identificación de los factores ambientales basada en la clasificación propuesta por Gómez Orea (1994), uno de los autores más relevantes en el campo de las EIA. Esta clasificación considera que el medio ambiente se divide en medio físico, el subsistema socioeconómico y el subsistema de núcleos e infraestructuras.

Se considera que la parte del factor ambiental que puede ser explotada por el hombre (desde un punto de vista productivo o como disfrute), es un recurso ambiental, el cual puede sufrir modificaciones cualitativas, cuantitativas o de tiempo de disponibilidad.

Como se verá más adelante, a estos factores ambientales se les puede asignar un peso o índice ponderal. Este peso se expresa en unidades de importancia (UIP). Así se podrá valorar la importancia relativa de cada factor, según su contribución al medio ambiente (valoración cualitativa de un factor ambiental).

Cuadro 1. Descripción de los factores ambientales en el subsistema de núcleos e infraestructuras

Componentes del subsistema de núcleos e infraestructuras	Componente Ambiental	Factor Ambiental
Infraestructuras y servicios	Infraestructura vial	Densidad de la red vial. Accesibilidad de la red vial. Riesgo de accidentes. Vías rurales.
	Infraestructura no vial	Infraestructura hidráulica. Saneamiento y depuración. Infraestructura energética. Infraestructura de telecomunicaciones
	Equipamientos	Servicios comerciales. Equipamientos docentes. Servicios oficiales. Transportes públicos. Vivienda. Equipamiento sanitario.
Estructura espacial de núcleos	Estructura horizontal	Modelo de distribución espacial. Índice de uniformidad.
	Estructura vertical	Jerarquía de los núcleos.
	Interacciones	Interacciones entre los núcleos.
Estructura urbana	Morfología	Trama y escenas urbanas. Disciplina urbanística.
	Planificación urbanística	Alteración de la planificación. Disciplina urbanística.

Fuente: Gómez, (1994)

Cuadro 2. Descripción de los factores ambientales en el medio físico o medio natural

Componentes del subsistema Medio Físico	Componente Ambiental	Factor Ambiental
Medio Físico Inerte	Aire.	Nivel de CO, NO _x , SO _x , hidrocarburos Nivel de otros contaminantes. Ruido.
	Clima.	Temperaturas. Régimen pluviométrico, de vientos y de radiación. Índices de aptitud climática.
	Suelo.	Relieve y carácter topográfico. Recursos culturales. - Nivel de contaminantes en el suelo. Capacidad agrológica. Recursos minerales.
	Agua.	Cantidad y distribución del agua. Régimen hídrico. Parámetros físicos, químicos y biológicos.
	Procesos.	Dinámica de cauces, litoral y de acuíferos. Salinización. Transporte de sólidos. Eutrofización. Deposición: sedimentación, precipitación. Compactación. Estabilidad. Incendios.

Fuente: Gómez, (1994)

Cuadro 3. Componentes del subsistema socio-económico, sus componentes y factores ambientales

Componentes del subsistema socioeconómico	Componente Ambiental	Factor Ambiental
Población	Dinámica poblacional	Movimientos migratorios/inmigratorios.
	Estructura poblacional	Empleo. Ocupación laboral por sector de actividad.
	Características culturales	Ocupación laboral según profesiones. Estilos de vida. Interacciones sociales. Aceptación social del proyecto. Estructura de la propiedad. Tradiciones.
	Densidad de población	Densidad de población.
Economía	Finanzas y sector público	Pago de indemnizaciones. Presión fiscal.
	Renta	Renta per cápita. Valor del suelo. Distribución de la renta.
	Actividades y relaciones económicas	Actividades económicas. Mercados.
Usos del suelo rústico	Recreativo al aire libre	Actividades cinegéticas. Baño. Acampada. Excursiones. Merenderos.
	Productivo	Suelo agrícola. Suelo forestal. Suelo ganadero. Uso industrial. Minería.
	Conservación de la naturaleza	Espacios o áreas protegidos.

Fuente: Gómez, (1994)

2.3.2. Elementos del proceso de evaluación de impacto ambiental

Son elementos que forman parte de la EIA, pero que son apartados con entidad propia. Se pueden agrupar de la manera siguiente:

- **Impacto ambiental**

Un impacto ambiental se produce cuando una acción o actividad implica una alteración, negativa o positiva, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción o actividad puede ser un programa, un proyecto de ingeniería, un plan, una ley o una disposición administrativa con repercusiones ambientales. La palabra impacto no implica necesariamente "impacto negativo", ya que también puede ser un impacto positivo.

El impacto que produce un proyecto se puede definir como una diferencia entre dos situaciones del medio ambiente: la que tendría en un futuro tras haber realizado un determinado

proyecto y la situación que tendría en el futuro si no se hubiese realizado ese proyecto. Es decir, el impacto sería la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) resultante de una actuación en la que también puede apreciarse la variación del impacto en función del tiempo (Conesa, 1997).

- **Calidad ambiental (CA)**

La calidad ambiental del medio indica el estado de conservación de un factor ambiental. Los factores ambientales se miden en unidades muy heterogéneas que dificultan su comparación. La manera de unificar estas medidas es transformarlas en una escala común de puntuación. De este modo, se obtiene una medida uniforme cuyos valores oscilan del 0 al 1, representativa de la calidad ambiental (CA). Por ejemplo, tomemos como factor ambiental las aguas de un río: si su estado de conservación es muy bueno, la CA será cercana a 1, mientras que si su estado de conservación es muy deficiente, será cercana a 0.

- **Fragilidad ambiental**

Indica el grado de vulnerabilidad que tiene el medio frente a la incidencia de determinadas actuaciones susceptibles de deteriorarlo. Por ejemplo, una fragilidad ambiental alta la tendría un río cercano a un polígono industrial, susceptible de recibir vertidos. Un conjunto histórico sometido a restauración y con acceso prohibido a los visitantes, tendría una fragilidad baja.

- **Indicador de impacto ambiental**

El indicador de impacto ambiental sobre un factor ambiental es aquel elemento asociado a ese factor que puede proporcionar una medida de la magnitud del impacto. En ocasiones este indicador es cualitativo pero, siempre que sea posible, se deben determinar indicadores cuantificables. Algunos indicadores pueden ser por ejemplo; para el factor "régimen pluviométrico", los l/m² de agua de lluvia recogidos, para el factor "nivel de CO₂", los ppm de CO₂ medidos.

Para cada indicador de impacto, se debería establecer una función de transformación, de modo que, una vez valorado este indicador, esta función permita conocer el valor de la calidad ambiental (CA) del factor.

- **Extensión de un impacto**

Indica cuál es la superficie afectada por un impacto ambiental. Para cuantificarla se utilizan unidades como los m², km², las hectáreas, etc.

- **Importancia de un impacto (I)**

Este concepto se utiliza para poder valorar el grado de importancia de un impacto sobre un factor ambiental (no debe confundirse con la importancia del factor ambiental, son ambos conceptos diferentes).

Los impactos pueden ser cuantitativos o cualitativos. Los primeros se pueden valorar con relativa facilidad, por ejemplo, el impacto de un vertido de aguas residuales se puede medir

como el aumento de oxígeno disuelto (DBO) que implica ese vertido. Entre los segundos, se engloban impactos como el producido por la introducción de una especie exótica en un ecosistema o el impacto visual que produce la construcción de una carretera en un paisaje. Así, en función de qué tipo de impacto se trate, se podrá valorar su importancia de una forma más o menos directa.

La importancia de un impacto viene representada por un número que se puede deducir mediante modelos que combinan los once símbolos de un impacto. Tal y como se verá más adelante, estos símbolos son: signo, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad.

2.3.3. Elementos intrínsecos a la evaluación de impacto ambiental

Son conceptos que pueden ser o no característicos del medio, pero que deben ser definidos y cuantificados para poderlos incorporar a la evaluación.

- **Evaluación de impacto ambiental (EIA)**

La evaluación de impacto ambiental es un procedimiento jurídico-administrativo que persigue la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales susceptibles de ser producidos por un proyecto o actividad, así como la prevención, corrección y valoración de estos impactos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas administraciones públicas competentes.

Las EIA son técnicas preventivas muy valiosas para la protección del medio ambiente. No son instrumentos de decisión, sino de conocimiento; es decir, permiten al promotor, al asesor ambiental o a la autoridad competente, tomar una decisión.

El estudio de impacto ambiental (EsIA), que incorpora una EIA, permite tomar decisiones objetivas, ya que proporciona un juicio imparcial sobre las consecuencias de los impactos que puede suponer la ejecución de una determinada actividad.

Los logros más importantes que se consiguen con una EIA son:

- Identificar y evaluar los efectos que determinados proyectos de obras públicas e instalaciones industriales pueden tener sobre el medio (carácter preventivo de la EIA al integrar la protección del entorno a nivel de proyecto).
- Facilitar la toma de decisiones a los órganos administrativos públicos competentes en la EIA (régimen de autorizaciones administrativas).
- Prever, si es necesario, las actuaciones a adoptar para minimizar, eliminar o compensar los efectos eventualmente negativos sobre el medio (régimen de vigilancia e inspección).

A modo de resumen, se debe indicar que la EIA es un proceso que atiende a dos acepciones complementarias:

- Establecer el procedimiento jurídico-administrativo para que la administración competente apruebe, modifique o rechace un proyecto, obra o actividad.
- Predecir los impactos que un proyecto, obra o actividad, puede producir en el entorno (mediante el EsIA).

Dependiendo de cuándo se incluye la EIA en el proceso general de toma de decisiones, se definirán tres tipos de enfoque:

- **Enfoque reactivo:** Se denomina así al hecho de realizar una EIA de un proyecto una vez haya sido tomada la decisión de ejecutarlo. En la práctica es una evaluación muy poco eficaz, ya que se realiza sobre algo que ya ha sido decidido con anterioridad, por lo que no se integra la protección del entorno en el proyecto. En la práctica, las tres decisiones posibles que se pueden adoptar (aceptación, modificación, rechazo) quedan reducidas a una: la de aceptación.
- **Enfoque semiadaptativo:** Corresponde al que se daría cuando se decide tomar la decisión sobre el proyecto en

cuestión como paso posterior a la realización del EIA. Actualmente este es el enfoque que se aplica.

- **Enfoque adaptativo:** Implica que el proyecto se incluye dentro de un plan previo que contempla el proceso de EIA. Este plan previo agilizará la EIA, ya que se detectarán y se tratarán mejor los puntos más problemáticos. Se considera que éste es el mejor enfoque posible.

2.3.4. Otras herramientas o procedimientos

Junto al concepto de EIA se han definido otros tipos de procedimientos que muchas veces complementan el proceso de evaluación propiamente dicho y otras veces crean confusión sobre la materia. A continuación se detallan algunos procedimientos afines a la EIA.

- **Evaluación estratégica ambiental (EEA)**

La evaluación de impacto ambiental (EIA) implica el conocimiento del estado del medio ambiente, el proyecto, una

predicción de la evolución del medio ante los impactos y, finalmente, la adopción de medidas correctoras que mitiguen los impactos negativos. Sin embargo, si este proceso de EIA se aplica a las etapas más tempranas en la toma de decisiones, estaremos hablando de una evaluación estratégica ambiental (EEA). La evaluación estratégica ambiental es un complemento y no un sustituto de la evaluación de impacto ambiental.

- **Estudio de impacto ambiental (EIA)**

Según Conesa, (1997) *"[...] es el estudio técnico, de carácter interdisciplinar, que incorporado en el procedimiento de la evaluación del impacto ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno"*.

- **Valoración del impacto ambiental (VIA)**

La valoración del impacto ambiental permite comparar las diferentes alternativas de un proyecto, e incluso entre proyectos

diferentes. Para hacer esta valoración, se utilizan unidades homogéneas de impacto ambiental, de modo que se puedan medir y comparar los diferentes impactos entre sí. Esto implica realizar un cambio de unidades, de modo que cada una de las medidas que se utilizan para evaluar cada impacto, deben ser transformadas en unidades homogéneas de impacto ambiental. La valoración de impacto ambiental se realiza en la última fase del EslA.

- **Declaración de impacto ambiental (DIA)**

Es el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente, en el que se determina, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

2.3.5. Tipología y caracterización de impactos ambientales

Los impactos ambientales se pueden clasificar según varios criterios. Para el estudio realizado, se ha tenido en cuenta el propuesto por CAMDESO-MDCN, (2008) y considera la siguiente tipología:

- **Por la variación de la calidad ambiental (CA)**

En este caso la calidad ambiental se establece a partir de efectos positivos o negativos que se producen sobre el medio en evaluación, en arreglo a esto, pueden ser de dos tipos:

- **Impacto positivo:** Aquél cuyo efecto es admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de los aspectos externos de la actuación contemplada.
- **Impacto negativo:** Aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de

productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la alteración, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

- **Por su persistencia en el tiempo**

Se refiere al tiempo que perdura el impacto sobre el medio después de haberse producido, pueden ser de las siguientes clases:

- **Impacto temporal:** Aquél cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse. Este impacto temporal puede ser: (a) Impacto fugaz, si la duración de su efecto es inferior a 1 año. (b) impacto temporal, propiamente dicho, si su efecto dura entre 1 y 3 años. (c) impacto pertinaz, si su efecto dura entre 4 y 10 años. (d) impacto permanente, es aquél cuyo efecto supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la

función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en un lugar. Su efecto permanece en el tiempo; por permanecer en el tiempo se entiende que sea superior a 10 años.

- **Por la interrelación de acciones que producen el impacto y/o efectos producidos**

En este caso se debe tener en cuenta si los impactos producidos al interrelacionarse con diferentes componentes ambientales, no inducen otros efectos, se acumulan o incrementan, se puede clasificar de tres formas y son las siguientes:

- **Impacto simple:** Cuando el efecto se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia. Por ejemplo, no sería un impacto simple el producido por una fumigación incontrolada de un campo, ya que influiría sobre varios componentes ambientales recreativo al aire libre,

vegetación, fauna, etc. Tampoco lo sería la construcción de una autopista en medio de una zona boscosa, ya que induciría otros efectos (creados por la construcción de gasolineras, áreas de descanso, servicios, etc.).

- **Impacto acumulativo:** Aquél cuyo efecto, al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.
- **Impacto sinérgico:** Si el efecto se produce cuando el impacto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce con el tiempo la aparición de otros nuevos.

- **Por la relación causa del impacto y efecto producido**

Se puede clasificar en dos tipos:

- **Impacto directo:** Aquél cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental. Un ejemplo es la tala de árboles en un paraje natural.

- **Impacto indirecto:** Aquél cuyo efecto supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o, en general, respecto a la relación de un sector medioambiental con otro. Un ejemplo sería la muerte de la fauna después de un vertido tóxico en un río.

- **Por la capacidad de recuperación del medio ambiente frente al impacto**

En la EIA, se debe tener en cuenta la capacidad de recuperación que tiene el medio con respecto al impacto, pueden ser de las siguientes clases:

- **Impacto reversible:** Aquél cuyo efecto provoca una alteración que puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica, y de los mecanismos de autodepuración del medio. El impacto creado por incendios locales en zonas con una capacidad de regeneración alta podría clasificarse como tales, ya que la vegetación volvería a surgir con el tiempo de modo natural.

- **Impacto irreversible:** Aquél cuyo efecto supone la imposibilidad, o la dificultad extrema de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce. Un ejemplo serían las zonas afectadas por desertización, ya que su recuperación es en extremo difícil.

- **Impacto recuperable:** Aquél cuyo efecto provoca una alteración que puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana, y aquél en que la alteración que supone puede ser reemplazable. Un caso sería la reintroducción de una especie en una zona donde se había extinguido, devolviendo al medio su equilibrio natural.

- **Impacto irrecuperable:** Aquél cuyo efecto supone una alteración o pérdida que es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana. Un ejemplo sería la pérdida de especies vegetales y animales por la construcción de un pantano en un valle.
- **Impacto mitigable:** Aquél cuyo efecto implica una alteración que puede paliarse o mitigarse de una manera visible, mediante medidas correctoras.
- **Impacto fugaz o compatible:** Aquél cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas correctoras o protectoras. Un ejemplo es la contaminación acústica producida por una obra; cuando la obra termina también desaparece el ruido.
- **Por la periodicidad de aparición del impacto.**

En este caso se debe tener en consideración si el impacto tiene efectos permanentes o esporádicos en el tiempo, pueden ser los siguientes:

- **Impacto continuo:** Aquél cuyo efecto se manifiesta con una alteración constante en el tiempo, acumulada o no. Un ejemplo sería el vertido de aguas residuales al medio acuático por parte de una industria que genera siempre la misma cantidad y calidad de residuos.

- **Impacto discontinuo:** Aquél cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares o intermitentes en su permanencia. Un ejemplo podrían ser los vertidos ocasionales de compuestos nitrogenados por parte de una industria agroalimentaria que sólo los produce cuando le encargan elaborar un cierto embutido.

- **Impacto periódico:** Aquél cuyo efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente pero que se repite cada cierto tiempo. Un ejemplo sería la generación de residuos por parte de los turistas en determinadas localidades costeras cada verano.

- **Impacto de aparición irregular:** Aquél cuyo efecto se manifiesta de forma imprevisible en el tiempo y cuyas

alteraciones es preciso evaluar en función de una probabilidad de ocurrencia, sobre todo en aquellas circunstancias no periódicas ni continuas, pero de gravedad excepcional. Un ejemplo sería el derrame de petróleo en un río, debido a la rotura del sistema de transporte del crudo a través de un oleoducto.

- **Por la necesidad de aplicación de medidas correctoras**

Los impactos producidos por las actividades humanas pueden ser sometidas o no a medidas que tiendan a recuperar las condiciones anteriores en que se encontraba el medio antes de ser impactado, en tal sentido pueden ser de las siguientes clases:

- **Impacto moderado:** Aquél cuya recuperación no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. En cualquier caso, si el impacto es moderado, el tiempo requerido para que el medio ambiente retorne a su estado inicial no será demasiado largo.

- **Impacto severo:** Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas correctoras o protectoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado. De hecho, serían impactos recuperables.
- **Impacto crítico:** Aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas correctoras o protectoras. De hecho, serían impactos irrecuperables.
- **Por su intensidad (I) o grado de destrucción del medio**

En este caso los impactos se pueden clasificar de la manera siguiente:

- **Impacto total:** Aquél cuyo efecto se manifiesta como una modificación o destrucción total del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento.

- **Impacto notable o muy alto:** Aquél cuyo efecto se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos; se excluyen por tanto los efectos mínimos.

 - **Impacto mínimo o bajo:** Aquél cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

 - **Impacto medio y alto:** Engloba a los impactos cuya intensidad presenta un grado intermedio a los anteriores.
- **Por la extensión del área que sufre el impacto**

Si los efectos se localizan en áreas muy pequeños o muy grandes, pueden ser:

- **Impacto puntual:** Aquél que produce un efecto muy localizado, por ejemplo, la pavimentación e impermeabilización de un área concreta del suelo.

- **Impacto parcial:** Aquél cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.

 - **Impacto extremo:** Aquél cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado.

 - **Impacto de ubicación crítica:** Aquél en que la localización en la que se produce el impacto sea crítica (por ejemplo en una reserva natural).

 - **Impacto total:** Aquél cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.
- **Por el momento en que se manifiestan las consecuencias del impacto.**

Se pueden diferenciar varios tipos de impactos:

- **Impacto latente:** Aquél cuyo efecto se manifiesta después de un cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca. Esto puede pasar como consecuencia de una

aportación progresiva de sustancias o agentes, los cuales estaban inicialmente dentro del umbral permitido, pero que, debido a su acumulación y/o a su sinergia, han sobrepasado este límite, pudiendo ocasionar graves problemas debido a su alto índice de imprevisión.

Un ejemplo sería el vertido continuado de sustancias tóxicas en un suelo; según las características del suelo (capacidad de intercambio catódico, absorción, permeabilidad, etc.) pueden pasar 50 años desde el momento en que se hace el vertido hasta el momento en que se detectan concentraciones tóxicas en el acuífero situado bajo las capas superficiales del suelo.

- **Impacto inmediato:** Aquél cuyo efecto se produce inmediatamente después de iniciarse la acción.

- **Impacto de momento crítico:** Aquél en que el momento en que tiene lugar la acción impactante es crítico, independientemente del plazo de manifestación del impacto. Un ejemplo sería la contaminación acústica provocada por una

obra en las inmediaciones de un auditorio, justo en el momento en que se está representando una ópera.

La clasificación descrita en no es en absoluto excluyente, lo cual significa que un impacto puede ser de varios tipos a la vez.

Para realizar la valoración de los impactos se necesitan definir los ratios que los caracterizan. Estos ratios proporcionan una descripción de los posibles impactos de forma cualitativa, lo que permitirá, fundamentar métodos de valoración cualitativa (matrices de importancia).

En el Cuadro 4 se muestran una serie de ejemplos sobre los diferentes caracteres que definen el impacto.

Cuadro 4. Caracteres cualitativos que definen a los impactos.

CARÁCTER CUALITATIVO QUE DEFINE AL IMPACTO	TIPO DE CARÁCTER	EJEMPLOS
PERSISTENCIA	Temporal	- Ruidos durante la construcción.
	Permanente	- Impacto visual de una estructura vial.
INTERRELACIÓN ACCIONES-EFECTOS	Simple	- Impacto aislado.
	Acumulativo	- Construcción de una autopista en medio de una zona boscosa.
	Sinérgico	- Vertido de sulfamán y de lejía (reaccionan formando otros compuestos tóxicos por inhalación).
Relación CAUSA-EFECTO	Directo	- Pérdida de vegetación por la tala de árboles en un paraje natural.
	Indirecto	- Muerte de la fauna tras un vertido tóxico en un río.
REVERSIBILIDAD	Reversible	- Contaminación moderada de un cauce.
	Irreversible	- Destrucción de un hábitat.
CAP. RECUPERACIÓN	Irrecuperable	- Obras donde interviene hormigón o cemento.
	Recuperable	- Repoblación de una zona deforestada por una acción de construcción viaria.
PERIODICIDAD	Continuo	- Vertido de contaminantes a un cauce de forma continuada y constante.
	Discontinuo	- Vertido ocasional de contaminantes variables a un cauce.
	Periódico	- Incremento/descenso de la generación de residuos en agosto.
	De aparición irregular	- Algunas catástrofes naturales.

Fuente: Gómez, (1994)

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación realizada, de acuerdo con Valdivia, (2009), se puede catalogar como una investigación aplicada, ya que llegó al conocimiento del estado de las relaciones del hombre con su entorno y cómo esta interrelación impacta sobre unos y otros de tal manera que nos permita planificar medidas para contrarrestar y /o minimizar dichos impactos negativos y potenciar los positivos.

3.1.2. Diseño de investigación

Los estudios descriptivos explicativos buscan especificar las propiedades importantes, de personas, grupos o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Valdivia, 2009). Miden con la

mayor precisión posible, de manera independiente los conceptos o variables a los que se refieren. La descripción puede ser más o menos profunda pero en cualquier caso, se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno descrito.

En particular esta investigación terminó como un estudio descriptivo explicativo, pues, se evaluaron los impactos ambientales producidos por el uso de la leña en cocinas tradicionales y también se encontró la relación entre las variables: uso de leña en cocinas tradicionales con la emisión de CO₂ a la atmósfera, asimismo el uso de leña en cocinas tradicionales y los efectos sobre la salud de la población en estudio y la tasa de deforestación de los bosques de queñoa.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población de estudio

La población considerada para este estudio, la constituyó los habitantes de la zona de influencia del proyecto Área de Conservación Regional Vilacota-Maure, ubicado en la jurisdicción

de los distritos de Palca (provincia de Tacna), Susapaya, Ticaco y Tarata (provincia de Tarata) y Candarave (provincia de Candarave) del departamento de Tacna. Comprendió una superficie de 124 313,18 ha y una población de aproximadamente 1006 habitantes, agrupados en 255 familias con un promedio de 4 integrantes por familia incluidos los padres.

El universo estuvo constituido por los pobladores de los centros poblados menores, anexos o estancias ubicados en los distritos antes mencionados. Los elementos muestrales se seleccionaron aleatoriamente, para asegurar que cada elemento tuviera la misma probabilidad de ser elegido.

3.2.2. Muestra de estudio

De acuerdo a Hernández, Fernández & Baptista (1998) e Icart, Fuentelsaz & Pulpón (2006), para establecer una muestra probabilística, cada elemento o unidad de análisis debe tener la misma probabilidad de ser elegido en el diseño de investigación por encuesta. En nuestro caso el universo estuvo constituido por los 1006 habitantes que ocupan el Área de Conservación Regional

propriadamente dicha sin considerar la zona de amortiguamiento; la población la constituyeron las 255 familias; los elementos muestreados fueron las 71 familias que se seleccionaron al azar. Para conformar una muestra que nos asegurase un error estándar menor de 0,01, se ha aplicado la ecuación de Hernández, Fernández & Baptista, (1998). Para el tamaño provisional de la muestra (n') tenemos:

$$n' = S^2/V^2 = \text{varianza de la muestra/varianza de la población}$$

$$p = 0,99; \text{Se} = 0,01; N = 255 \text{ familias}; V^2 = (0,01)^2 = 0,0001$$

$$S^2 = p(1-p); n' = S^2/V^2$$

$$n' = p(1-p)/(0,01)^2 = 0,99(1-0,99)/(0,01)^2 = 0,0099 / 0,0001 = 99$$

Para el tamaño de la muestra (n), tenemos:

$$n = n'/1 + n'/N = 99/1 + 99/255 = 99/1 + 0,3882353 = 99/1,3882353$$

$$n = 99/1,3882353 = 71,31 \approx 71 \text{ elementos muestrales (familias)}.$$

3.3. Operacionalización de las variables de estudio

Las variables de estudio identificadas fueron las siguientes:

- **Variable independiente:** Uso de energía por combustión de leña en cocinas tradicionales
- **Definición conceptual:** Consiste en la utilización de la energía térmica útil que se obtiene por degradación química de la madera llamada pirolisis que conlleva la combinación de carbón e hidrógeno con oxígeno para producir calor con cierta eficiencia. Cuando cesa el flujo de gases el carbón empieza a quemarse y los subproductos de su combustión son principalmente la emisión de bióxido de carbono, vapor de agua y calor (Seifert, 2000).
- **Dimensión:** Energía térmica útil o poder calorífico
- **Indicador:** Es la cantidad de energía que se puede obtener por cada kg de leña quemada.
- **Dimensión:** Dióxido de carbono emitido
- **Indicador:** Es la cantidad de CO₂ que se emite por cada kg de leña quemada.
- **Dimensión:** Eficiencia térmica

- **Indicador:** Es la relación entre la energía usada en la cocción de los alimentos y la energía disponible.
- **Definición operacional:** La energía efectiva de 1 kg de leña es de 0,21 kWh/kg. El poder calorífico de la leña es de 4,17 kWh/kg. El rendimiento del fuego a tres piedras por combustión de leña es 0,05 (Seifert, 1998).
- **Variable dependiente:** Impacto ambiental
- **Definición conceptual:** Un impacto ambiental es el efecto que alguna actividad natural o de origen antrópico causa sobre el medio ambiente natural o artificial. Un impacto puede ser positivo o negativo, dependiendo si produce daño o beneficio sobre el ambiente. Pueden ser determinados cualitativa o cuantitativamente (Conesa, 1997).
- **Dimensión:** Impacto positivo
- **Indicador:** Efecto que en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos, se traduce en una mejora de la calidad ambiental.
- **Dimensión:** Impacto negativo

- **Indicador:** Efecto que se traduce en pérdida de valor paisajístico, cultural, ecológico, social o económico de una zona determinada, derivados de la contaminación.
- **Dimensión:** Impacto directo
- **Indicador:** Efecto que tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental (tala de árboles en zona boscosa).
- **Dimensión:** Impacto indirecto
- **Indicador:** Efecto que supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o en general a la relación de un factor ambiental con otro.
- **Definición operacional:** Llamaremos indicador de impacto ambiental, al elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto en sus aspectos cualitativo y cuantitativo. Algunos indicadores pueden expresarse numéricamente, mientras que otros emplean conceptos de valoración calificativos, tales como excelente, muy bueno, bueno, regular, deficiente, nulo, etc. (Conesa, 1997).

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Con la finalidad de obtener información sobre las formas de recolección, cantidades y usos de leña, tola, bosta y yareta, se realizaron viajes periódicos, principalmente en los meses en que el clima es bueno para viajar y desplazarse a cada uno de los anexos listados al azahar según el mapa del ACRVM.

De esta manera se realizaron viajes en los meses de agosto y noviembre del 2007, agosto y diciembre del 2008, julio, septiembre y diciembre del 2009.

Para recolectar información relacionados con las variables de estudio, específicamente sobre las formas de recolección, cantidades y usos de leña, tola, bosta y yareta, así como las costumbres para cocinar, se aplicaron encuestas tipo cuestionarios elaborados por el autor.

Para establecer la línea de base, determinar los impactos sobre la salud de las personas por exposición al CO₂ en interiores y estimar la tasa de deforestación de los bosques se recurrió a datos secundarios, provenientes de bases ya existentes, que fueron elaborados con una finalidad distinta a los objetivos del presente estudio.

Estas bases fueron muy útiles en nuestro caso, por no contar con equipos o instrumentos para medir directamente la cantidad de CO₂ a la que está expuesta la población objetivo durante la actividad de cocinar sus alimentos. Tampoco contábamos con el tiempo y con un método sencillo o un modelo matemático, para determinar la tasa de deforestación. En consecuencia usamos la estrategia de establecer una o dos preguntas, para luego buscar las respuestas en la base de datos.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En estos viajes se recolectaron datos primarios obtenidos directamente de los habitantes que conforman la muestra de estudio, a través de entrevistas personales con uno o varios miembros de la

familia y al azar (Valdivia, 2009), en muchos casos las entrevistas se realizaron en el campo y no en la vivienda, por encontrarse los entrevistados realizando sus actividades cotidianas, la información obtenida con este instrumento resultó ser de primera mano y de gran valor para los objetivos de la investigación.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se recurrió a la aplicación de ecuaciones matemáticas para el procesamiento de los datos recolectados y de esta manera determinar la cantidad de CO₂ que se emite a la atmósfera, con ayuda de cuadros de datos se determinó las cantidades de leña consumida por familia por semana, mes y año. El análisis descriptivo de impactos ambientales se realizó con ayuda de redes para la evaluación cualitativa y matrices valorativas para la evaluación cuantitativa según la metodología de Leopold (Canter, 1998).

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Resultado del estudio de antecedentes de creación del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure (CRVM)

Mediante resolución ejecutiva N° 516–2003-GRT, de fecha 06 de octubre del 2003, el Gobierno Regional de Tacna (GRT) aprueba la creación del Grupo Técnico de Biodiversidad, integrado por instituciones públicas y privadas de la región Tacna, involucradas en la gestión integrada de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

Dentro de las actividades realizadas por este grupo técnico, destaca la elaboración de un diagnóstico de la diversidad biológica de la región Tacna, como una de las actividades prioritarias en el tema de biodiversidad. La primera etapa de este trabajo estuvo

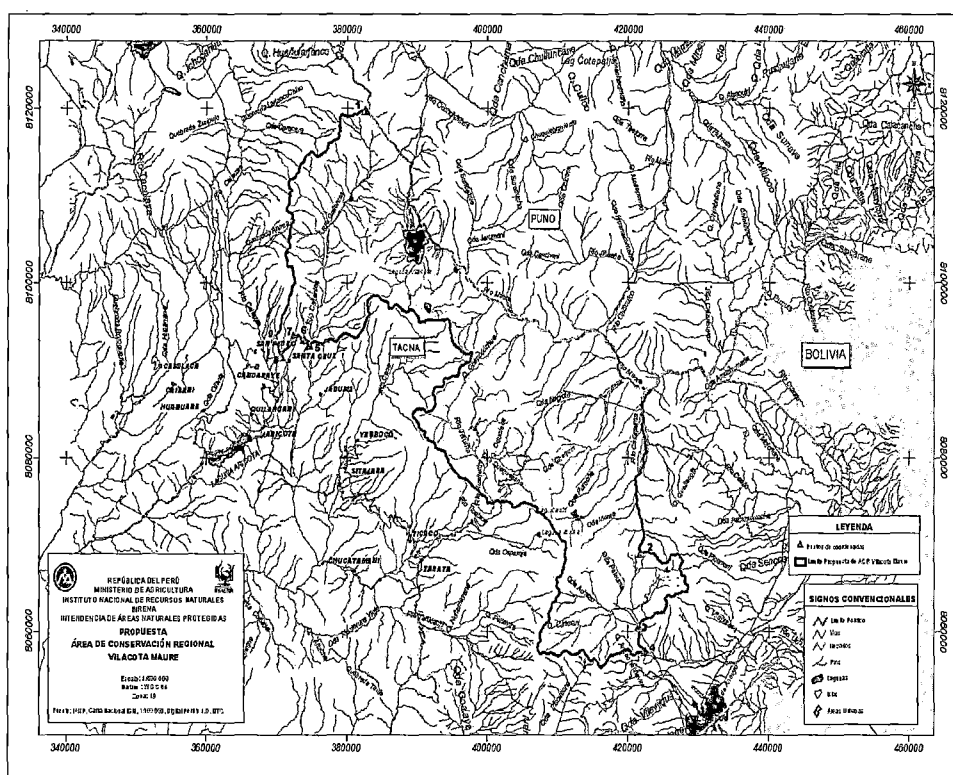
focalizada en la zona altoandina, siendo iniciado el año 2004 y culminado el 2005, bajo la responsabilidad de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Moquegua-Tacna - INRENA, como secretaría técnica encargada del grupo técnico.

El Gobierno Regional de Tacna, a través de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (GRRN), toma la iniciativa para la elaboración de un proyecto de inversión pública, contemplando un programa de recuperación de la biodiversidad en la zona altoandina de Tacna, a través de un área protegida en la cuenca del río Maure; iniciándose de esta manera el proceso de elaboración del expediente para su posterior evaluación y aprobación por el INRENA.

En este contexto, el Gobierno Regional de Tacna, a través de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, inició el proceso de gestión del establecimiento del área protegida, bajo el nombre de Área de Conservación Regional Vilacota Maure (ACRVM), presentando el expediente técnico al INRENA, el cual fue elevado a la Presidencia de Consejo de Ministros, para aprobar oficialmente su creación. Finalmente fue

creada mediante Decreto Supremo 015-2009-MINAM, el 28 de agosto del 2009.

Figura 6. Mapa de ubicación geográfica del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure. Región Tacna.



Fuente: CAMDESO-GRT, (2007).

4.1.2. Base legal que fundamentó la creación del ACRVM

Las Áreas Naturales Protegidas y sus herramientas de planificación se sustentan en los siguientes dispositivos legales:

- **Constitución Política del Perú** (31 de octubre de 1993)

Establece que es el Estado quien determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales. Se establece también que es él quien está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

- **Ley de Áreas Naturales Protegidas.** Ley N° 26834 (30 de junio de 1997) y su reglamento. D. S. N° 038-2001-AG del 26 de junio del 2001 (El Peruano, 1997).

Define a las áreas naturales protegidas como los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad

biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico, científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

- **Ley General del Ambiente.** Ley N° 28611 del 13 de octubre de 2005 (El Peruano, 2005)

Reconoce el derecho de la sociedad civil a participar en la identificación y resguardo de las áreas naturales protegidas y la obligación de colaborar en la consecución de sus fines.

- **Ley Forestal y de Fauna Silvestre.** Ley N° 27308 del 16 de julio de 2000 (El Peruano, 2000)

Norma que regula y supervisa el uso sostenible y la conservación de la flora y fauna silvestre del Perú, compatibilizando su aprovechamiento con la valorización progresiva de los servicios ambientales de los recursos naturales renovables.

- **Ley General del Patrimonio Cultural de la Nación.** Ley N° 28296 del 22 de julio del 2004 (El Peruano, 2004)

Ley que establece políticas nacionales de defensa, protección, promoción, propiedad y régimen legal y el destino de los bienes que constituyen el Patrimonio Cultural de la Nación.

- **Estrategia Nacional para las Áreas Naturales Protegidas por el Estado – Plan Director.** D. S. N° 010-99-AG. del 7 de Abril de 1999 (El Peruano, 1999).

Establece que el Plan Director es un instrumento de planificación y orientación del desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado, que define los lineamientos de política y el planeamiento estratégico de las áreas naturales protegidas.

- **Estrategia Nacional sobre la Diversidad Biológica.** D.S. N° 102-2001-PCM del 4 de septiembre de 2001(El Peruano, 2001)

Estrategia que reafirma como una de las formas de conservación insitu a las áreas naturales protegidas.

4.1.3. Categoría y estatus actual

“Las Áreas de Conservación Regional son espacios naturales destinados a la conservación o recuperación de la biodiversidad, gestionados eficientemente por los gobiernos regionales con la amplia participación de la población y gobiernos locales, que complementan la capacidad de conservación del SINANPE” (El Peruano, 1997)

El ACRVM, se considera como un área de uso directo, en ella se permite el aprovechamiento o extracción de recursos, en zonas, lugares y para aquellos recursos, definidos por el plan de manejo del área. Otros usos deberán ser compatibles con los objetivos del área.

Se permiten los usos científicos y turísticos. Las modificaciones de actividades y prácticas tradicionales, así como al uso de recursos naturales no renovables, requieren autorización específica del Gobierno Regional de Tacna y un monitoreo permanente.

4.1.4. Antecedentes de la planificación y manejo del ACRVM

Según los informes elaborados por el gobierno regional de Tacna (CAMDESO-GRT, 2007), la planificación en el ámbito del ACRVM, como área natural protegida, no se realizó hasta el mes de Abril del 2006. Los procesos de planificación se dieron inicialmente en los anexos de Vilacota y Mamaraya, a través de talleres participativos de primer nivel para recopilación de información de línea base en cada localidad. No se tuvo una buena respuesta por parte de los municipios, lo que dificultó el proceso, esto aunado al periodo electoral de aquel entonces, hizo imposible concretar reuniones para la conformación de la Unidad de Coordinación (UC) y el Comité Multiinstitucional de Apoyo al Proceso (CMAP).

En el 2007, entre los meses de julio a diciembre, la consultora CAMDESO SRL es la encargada de llevar a cabo el proceso de elaboración del Plan Maestro del ACRVM, cuyo informe es el resultado de un proceso participativo de recopilación, levantamiento y sistematización de información y análisis de variables.

Algunos resultados presentados en el Plan Maestro del ACRVM (CAMDESO-GRT, 2007), han sido tomados como datos para elaborar la línea de base del estudio realizado en el presente trabajo de investigación.

4.1.5. Ordenamiento territorial y zonificación ecológica económica (ZEE)

En el ámbito del ACRVM, los primeros intentos de ordenamiento del territorio por parte de los organismos estatales, se trabajó a través de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), clasificando las tierras según la capacidad de uso de los suelos. En la actualidad existe un manejo de áreas de producción o por capacidad de producción a través de las comunidades, definiendo zonas urbanas, áreas de cultivo, pastos naturales y de forestación con especies exóticas.

En mayo del 2006 se inicia el proceso de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de la Región Tacna, este estudio es la base para el ordenamiento territorial de la región, el mismo que contribuye en gran medida a la zonificación del ACRVM.

En el proceso de planificación se ha identificado como uno de los principales problemas del área, la inadecuada ordenación del medio natural para mantener la relación hombre naturaleza, la biodiversidad, la prevención de riesgos ambientales y la sostenibilidad de los recursos naturales.

En el ACRVM existen problemas de pérdida de suelo, que tienen que ver con el inadecuado uso del mismo. La eliminación de la cobertura vegetal debido a un uso inapropiado de los recursos naturales (sobre pastoreo, tala y extracción ilegal de árboles y arbustos, quema de pastos naturales, etc.) deja sin protección el suelo frente al fuerte impacto de precipitaciones torrenciales, aumentando la escorrentía superficial en las pendientes (CAMDESO-GRT, 2007).

El diagnóstico realizado en la zona, también ha puesto de manifiesto la existencia de una actividad ganadera extensiva y no controlada, la explotación irracional de especies forestales, además de la caza furtiva.

Por lo tanto, una adecuada planificación y ordenamiento de los usos del área garantizará la conservación de los recursos naturales, a fin de procurar un aprovechamiento sostenible. Es en este caso que el ordenamiento del territorio, a través de la zonificación, se constituye en una herramienta de la planificación y gestión del área protegida (CAMDESO-GRT, 2007).

4.1.6. Ubicación, extensión y límites.

El ACRVM, se encuentra ubicada en los Andes Meridionales del Perú, conformando parte de la cadena occidental de la Cordillera de los Andes, en la zona altoandina de la región Tacna. Administrativamente abarca territorios de los distritos de Palca, en la provincia de Tacna; Susapaya, Ticaco y Tarata, en la provincia de Tarata; y Candarave en la provincia del mismo nombre. Tiene una extensión superficial de 124 922,97 ha, representando el 7,77 % de la superficie regional.

En el Cuadro 5 se observa que dentro de los límites del ACRVM, se encuentran ubicados 17 anexos y estancias los cuales albergan entre 7 a 26 familias cada uno, haciendo en total de 255

familias. Estas estancias y anexos se encuentran ubicados en alturas sobre el nivel del mar que oscilan entre 4 000 y 4 700 m.

Cuadro 5. Principales asentamientos humanos, ubicados en el ACRVM.

N°	ANEXO/ ESTANCIA	N° Familias	N° Habitantes	Distrito	Categoría	Altitud (m)
01	CANO	11	64	TICACO	Anexo	4 300
02	KALLAPUMA	19	70	TARATA	Anexo	4 250
03	AYCHUTA	16	63	TARATA	Anexo	4 300
04	CONCHACHIRI	12	52	TARATA	Anexo	4 350
05	CHILUYO GRANDE	17	70	TARATA	Anexo	4 320
06	CHILUYO NORTE	16	71	TARATA	Anexo	4 320
07	VILACOTA	26	83	SUSAPAYA	Anexo	4 450
08	QUEULLIRE	20	62	SUSAPAYA	Anexo	4 470
09	TACJATA	8	28	SUSAPAYA	Estancia	4 442
10	KOVIRE	13	51	TICACO	Anexo	4 390
11	MAMARAYA	10	39	TICACO	Anexo	4 520
12	CHALLAPALCA	17	67	TARATA	Anexo	4 365
13	MAMUTA	10	45	TARATA	Estancia	4 278
14	PAUCARANI	13	49	PALCA	Anexo	4 645
15	CORACORANI	20	70	TARATA	Anexo	4 350
16	CHACHACOMANI	20	84	TARATA	Anexo	4 300
17	CHILUYO CHICO	7	38	TARATA	Anexo	4 320

Fuente: CAMDESO-GRT, (2007).

De acuerdo al Decreto Supremo de creación, N° 015-2009-MINAM (ver anexos), del 28 de agosto del 2009, los límites del ACRVM son los siguientes:

- **Noreste:** Partiendo del punto N° 1 ubicado en la cima del nevado Iscaillarjanco, el límite continúa en dirección sureste, por la divisoria de aguas, coincidiendo con el límite suroeste de la Zona Reservada Aymara-Lupaca (D.S. N° 003-2006-AG), hasta la confluencia de los ríos Kallapuma y Maure.

- **Este:** Desde el último punto descrito, el límite continúa por el río Kallapuma aguas arriba hasta una de sus nacientes ubicada en el punto N° 2; desde donde se continúa en dirección este por la divisoria de aguas que separa a la quebrada Palcuma de la quebrada Picanani, hasta la cima del cerro Quiquisana, el límite continúa por divisoria de aguas en dirección sureste, hasta alcanzar las nacientes de una quebrada sin nombre, tributaria del río Uchusuma por su margen izquierda, continuando por esta quebrada aguas abajo hasta su desembocadura en el río Uchusuma, en el punto N° 3, continuando aguas abajo del río antes mencionado hasta el punto N° 4 , ubicado en una quebrada sin nombre, también tributaria al río Uchusuma por su margen derecha.

- **Sur:** Desde el punto N° 4, el límite continúa por esta quebrada sin nombre aguas arriba, hasta sus nacientes en el cerro

Ancochaullane, prosiguiendo por la divisoria de aguas en dirección noroeste, hasta alcanzar la cordillera del Barroso.

- **Suroeste:** Desde el último punto descrito el límite continúa en dirección noreste por la divisoria de aguas de la cordillera del Barroso prosiguiendo por la cima del nevado Chontacollo, en dirección noroeste hasta alcanzar las nacientes de una quebrada sin nombre, tributaria al río Ticalaco en su margen izquierda, continuando por ésta aguas abajo hasta su desembocadura en el río antes mencionado, para luego continuar desde la margen opuesta a la desembocadura, en dirección a la divisoria de aguas hasta la cima del cerro Negro, continuando por la divisoria de aguas en dirección noroeste, hasta alcanzar las cumbres del cerro Yanacachi, continuando por divisoria de aguas en dirección noreste, hasta alcanzar la cima del cerro Iscampu, para luego continuar en dirección noroeste siempre por divisoria de aguas, hasta alcanzar la cima del cerro Señoraca, continuando luego en dirección suroeste por divisoria de aguas, hasta alcanzar las cumbres del cerro Ichicollo, continuando en dirección oeste siempre por divisoria de aguas, hasta alcanzar al río Calientes en el punto N° 5. Se prosigue por la desembocadura de una quebrada sin nombre aguas arriba,

hasta el punto N° 6 ubicado en la intersección en la cota de nivel de los 3 600 m de altitud, continuando luego por esta misma cota en dirección oeste, hasta la intersección de una quebrada sin nombre en el punto N° 7; desde este punto el límite prosigue aguas abajo por una quebrada sin nombre hasta el punto N° 8, para luego continuar en línea recta con dirección noroeste hasta llegar al punto N° 9; desde este punto el límite continua por otra quebrada sin nombre aguas arriba en dirección noreste por divisoria de aguas hasta alcanzar el punto N° 1 (descrita al inicio de esta memoria descriptiva).

En la Figura 7 se muestra un mapa de zonificación del ACRVM, en él se observan las diferentes zonas que conforman esta área y para qué fines se pueden utilizar.

- **Flora**

De acuerdo a las evaluaciones de campo realizadas en los últimos años en el ámbito del ACRVM, se han identificado un total de 114 especies de plantas vasculares comprendidas en 72 géneros y 29 familias. Las familias con mayor diversidad de especies son: Asteraceae (36), Poaceae (19) y Cactaceae (09), (INRENA, 2005). Las características de la vegetación de la zona permiten distinguir seis (06) tipos de formaciones vegetales naturales, basadas en la dominancia de una o más especies. Estas son las siguientes:

- **Matorral mixto:** Como su nombre lo indica, está conformada por una mezcla de arbustos resinosos y espinosos, combinado con algunas cactáceas de pequeños porte y hierbas estacionales. Se ubica en los pisos bajos del ACRVM (Candarave); hasta los 3 800 m de altitud, aproximadamente; destacan como especies representativas: *Fabiana stephanni*, *Parastrephia lepidophylla*, *Diplostephium meyenii*, *Chersodoma jodopappa*, *Baccharis boliviensis*, *Adesmia spinosissima*, *Opuntia soehrensii*, y varias especies de gramíneas.

▪ **Pajonal y pastizal:** Los pajonales conjuntamente con los tolares ocupan la mayor parte del territorio del ACRVM. Se presentan como estepas altoandinas con dominancia de gramíneas o pastos duros de los géneros *Festuca* (*Festuca orthophylla* y *Festuca sp.*) y *Stipa* (*S. rigidiseta*, *S. nardooides* y *S. ichu*) que se encuentran entre los 4 000 y 4 800 m.s.n.m. Estos pastos duros son conocidos comúnmente como “paja brava” o “paja”, del cual deriva el nombre común de esta formación vegetal. Entre los arbustos y hierbas acompañantes destacan las especies de los géneros *Parastrephia*, *Pycnophyllum*, *Cumulopuntia*, *Calamagrostis*, *Werneria* y *Nototriche*. Esta formación vegetal constituye el hábitat preferido de las vicuñas y perdices. Se presenta en planicies, terrenos ondulados y cerros de moderada pendiente. El pastizal o césped de Puna está conformado por gramíneas de porte pequeño. Destacan las especies *Calamagrostis vicunarum* y *Muhlenbergia peruviana*. Estas formaciones vegetales son muy escasas en el ACRVM y se presentan en pequeñas extensiones y de manera aislada en áreas adyacentes a lagunas y bofedales (INRENA, 2005).

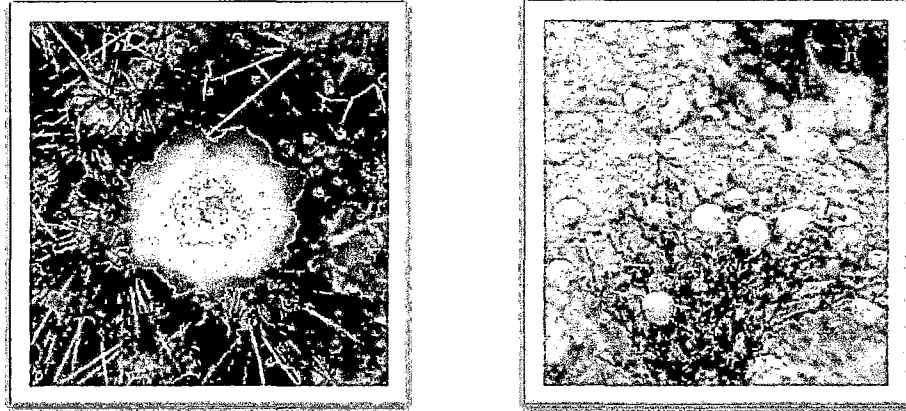


Figura 8. A la izquierda *Cumulopuntia ignescens* “puscalla”, a la derecha *Calceolaria inamoena* “amay zapato”.

Fuente: INRENA, (2005).

- **Tolar:** Conformada por arbustos resinosos de los géneros *Lepidophyllum*, *Parastrephia* y *Baccharis*, conocidos bajo el nombre común de “tola”, utilizadas por los pobladores locales como leña o combustible vegetal. Se extiende entre los 4 200 y 4 500 m de altitud, en planicies y laderas de suave pendiente. La cobertura vegetal alcanza valores máximos de 50% en aquellos sectores en los cuales se superponen arbustos con gramíneas.

La especie dominante es *Parastrephia lucida*, en planicies altoandinas como las pampas de Kovire, Purunpuruni, Chancamoco, Titire y Mamuta; en tanto que *Lepidophyllum*

quadrangulare y las especies del género *Baccharis* predominan en laderas y quebradas.

Fisonómicamente ésta formación vegetal se presenta como una estepa de arbustos bajos, con mayor concentración en zonas de colinas bajas y quebradas pequeñas, en donde mejora el clima; además se presentan otros arbustos acompañantes menos densos, generalmente achaparrados y espinosos tales como: las canllas (*Tetraglochin cristatum* y *Senecio spinosus*), especies indeseables indicadoras de suelos deforestados; y la puscalla o pulla pulla (*Cumulopuntia ignescens*). Entre las hierbas destacan especies de los géneros *Festuca*, *Stipa*, *Eragrostis* y *Astragalus* (INRENA, 2005).

- **Bofedal:** Los bofedales son humedales ubicados en depresiones de las planicies altoandinas, sobre los 4 200 m.s.n.m.; son zonas con suelos sobresaturados de agua, con vegetación hidrófita y semihidrófita con pequeños espejos de agua.

Predominan especies almohadilladas como la tiña (*Distichia muscoides*), paco (*Oxychloe andina*), *Plantago rigida* y plantas acuáticas como *Hypsela reniformis*, *Ranunculus limoselloides*, *Alchemilla diplophylla*, *Myriophyllum elatinoides* y *Elodea potamogeton* (INRENA, 2005).

Son formaciones vegetales que constituyen el sustento de los camélidos sudamericanos como la llama, alpaca, vicuña, e innumerables aves silvestres. El sobrepastoreo conlleva al deterioro inminente del bofedal, eliminación de especies valiosas, invasión de especies indeseables, poco desarrollo y vigor de la vegetación forrajera. Son ecosistemas representativos del ACRVM, los bofedales de Vilacota, Ancoaque, Mamuta, Mamaraya y Kovire.

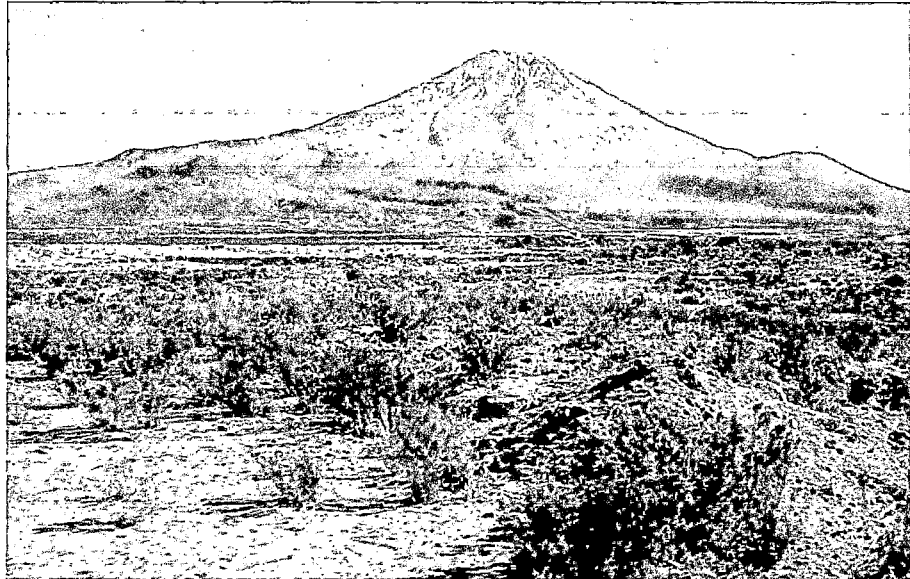


Figura 9. Tolar de Purunpuruni, en la cuenca media del río Maure
Fuente: Elaboración propia, (2007).

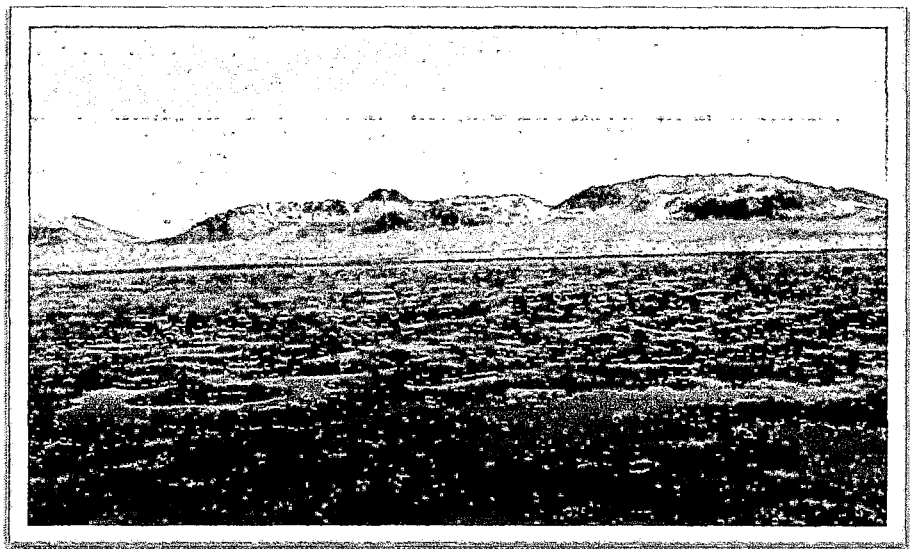


Figura 10. Bofedal de Mamaraya
Fuente: INRENA, (2005).

▪ **Yaretal:** Se extiende sobre los 4200 m.s.n.m. y en ambientes particulares de laderas rocosas con suelos de baja fertilidad, areno-arcillosos, pedregosos y/o rocosos, Esta formación vegetal está conformada por la *Azorella compacta*, conocida vernacularmente con el nombre de “yareta”, y caracterizada por su forma almohadillada, (INRENA, 2005). Entre los arbustos acompañantes se encuentran: *Lepidophyllum quadrangulare*, *Parastrephia lucida*, *Pycnophyllum molle*, *Senecio nutans* y *Ephedra breana*; hierbas como *Valeriana nivalis*, *Calamagrostis sp*, *Belloa piptolepis*, *Lupinus sp.*; y cactáceas como *Cumulopuntia ignescens* (INRENA, 2005).



Figura 11. Yaretal de Quequesani

Fuente: INRENA, 2005.

La yareta es una planta resinosa que crece formando grupos compactos de hasta un metro de alto y que tiene un crecimiento muy lento, debido a las condiciones adversas de la zona; dicho crecimiento es de alrededor de 1mm por año. Esta especie ha sido y actualmente continúa siendo presionada por la extracción para ser utilizada como combustible.

- **Queñoal:** Constituye el único bosque relictivo que existe en la Región Tacna. Se encuentran sobre los 3 800 m de altitud y en ambientes particulares de los cerros adyacentes a las planicies tales como laderas rocosas, quebradas y taludes con escombros volcánicos.

La especie dominante es *Polylepis besseri*, en el flanco occidental de la cordillera del Barroso (3 800 a 4 300 m.s.n.m), la cuenca alta del río Sama y el volcán Yucamani; y *Polylepis tomentella*, en el flanco oriental de esta cadena montañosa, correspondiente a la cuenca de los ríos Uchusuma y Maure, en la frontera con Chile y Bolivia; a diferencia de la especie anterior, se desarrolla a mayores altitudes (4 250 a 4 800 m.s.n.m.)

El queñoal más representativo del ACRVM se ubica en las faldas del volcán Yucamani, en el centro poblado menor Santa Cruz del distrito de Candarave; es un bosque altoandino fraccionado, siempre verde y abierto (no hay intersección de copas); los árboles son de porte bajo (menos de 6 m de altura) y se encuentran dispersos, cuyo follaje es de consistencia coriácea y de corteza (ritidoma) papirácea. Tiene una extensión aproximada de 660 ha y una cobertura vegetal entre 50 y 100 árboles/ha (INRENA, 2005).



Figura 12. Queñoal en las faldas del volcán Yucamani.

Fuente: Elaboración propia, (2008)

La flora acompañante está conformada por arbustos como: *Chuquiraga rotundifolia*, *Chersodoma jodopappa*, *Bacharis tricuneata*, *Adesmia spinosissima*, *Tetraglochin cristatum* y *Senecio culcitioides*; entre las hierbas: *Bartsia peruviana*, *Festuca orthophylla*, *Tagetes multiflora*, *Bidens andicola*, *Urtica echinata*, *Valeriana nivalis*, *Lupinus sp.* y algunas cactáceas como *Cumulopuntia ignescens* y *Neowerdermania sp.* Es el hábitat de numerosas aves como el mielerito de los tamarugales (*Conirostrum tamarugense*) y *Metallura phoebe* (INRENA, 2005).



Figura 13. A la izquierda *Polylepis tormentella* “queñoa”, a la derecha el investigador junto a un árbol *Polylepis besseri*

Fuente: Elaboración propia, (208)

- **Fauna**

La fauna del ACRVM es muy variada, sin embargo, su conocimiento es todavía incompleto, existiendo algunos trabajos aislados. En el grupo de los vertebrados, las aves y mamíferos presentan mayor información; menos reportes se tienen para los reptiles, anfibios, y peces de aguas continentales; mientras que para el caso de los invertebrados los reportes son aún más escasos. Hasta el año 2005 se registraron un total de 98 especies de vertebrados, que incluyen 15 especies de mamíferos silvestres, 81 aves, 01 anfibios y 01 pez de aguas continentales.

- **Aves**

Constituye un grupo taxonómico que presenta mayor diversidad de especies (81), y el que mejor se ha estudiado y documentado. En las partes más bajas del ACRVM se pueden encontrar especies representativas como el mielerito de los tamarugales (*Conirostrum tamarugense*), que habita en los queñoales; el águila (*Buteo polyosoma*), el cernícalo (*Falco*

sparverius), el halcón perdiguero (*Falco femoralis*), el periquito cordillerano (*Bolborhynchus aurifrons*), varias especies de jilgueros (*Carduelis spp.*) y tórtolas (*Metriopelia aymara* y *M. ceciliae*), (INRENA, 2005).

En lagunas altoandinas como Vilacota, Tacjata y Paucarani se observa una diversidad de especies muy conspicuas, entre ellas la choca o gallareta gigante (*Fulica gigantea*), especie que presenta las poblaciones más numerosas en estos cuerpos de agua, el flamenco chileno o parihuana (*Phoenicopterus chilensis*), el zambullidor blanquillo (*Podiceps occipitalis*), el patillo o ungaylla (*Anas flavirrostris*) y el pato cordillerano (*Anas specularioides*), entre las más comunes. Menos frecuentes son: el flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), el pato puna (*Anas puna*) y la avoceta andina (*Recurvirostra andina*).



Figura 14. A la izquierda *Rhea pennata* "suri", especie emblemática del ACRVM. A la derecha *Vanellus resplendens* "leque leque", especie característica de los bofedales.

Fuente: INRENA, (2005)

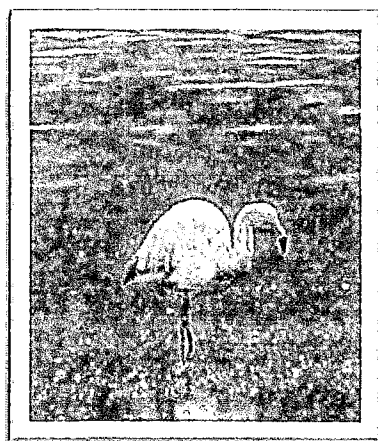


Figura 15. A la izquierda *Larus serranus* "keulla" o gaviota andina. A la derecha *Phoenicopterus chilensis* "parihuana", especie característica de lagunas altoandinas.

Fuente: INRENA, (2005)

En bofedales altoandinos como Vilacota, Mamuta y Maure, se encuentra el ganso andino o huallata (*Chloephaga melanoptera*), el pato cordillerano (*Anas specularioides*), el patillo (*Anas flavirostris*), el yanavico (*Plegadis ridwayi*), el leque-leque (*Vanellus resplendens*), el pucu-pucu (*Thinocorus orbygnyanus*), la gaviota andina (*Larus serranus*), la diuca de ala blanca (*Diuca specularifera*), el chorlito cordillerano (*Phegornis mitchellii*), etc.

- **Mamíferos:** Los mamíferos en el ACRVM son un grupo importante, por ser indicadores del estado de conservación de los ecosistemas, sin embargo la información disponible correspondiente a este grupo taxonómico es escasa, la mayor parte de los registros corresponden a las especies más conspicuas. Aún falta inventariar roedores pequeños.

Hasta la fecha se tienen registrados quince especies de mamíferos silvestres incluidas en igual número de géneros y nueve familias, entre los cuales desatacan: vicuña (*Vicugna vicugna*), gato andino o titi (*Oreailurus jacobita*), gato montés (*Lynchailurus pajeros*), zorro andino (*Pseudalopex culpaeus*),

puma (*Puma concolor*), taruca (*Hippocamelus antisensis*), entre otros.

Entre las especies nativas domesticadas se encuentra la llama (*Lama glama*) y alpaca (*Lama pacos*), mientras que las especies exóticas domesticas están representadas por la ovejas, vacunos, caprinos y equinos.

En las planicies alto andinas de vegetación herbácea (pajonales) como Coracorani, Kallapuma, y Kovire se observan pequeñas tropillas de vicuñas, cada vez menos frecuentes. Durante el censo del año 2000, la cantidad de vicuñas estimada para la Región Tacna fue de 1212 individuos (INRENA, 2005).

En las estepas arbustivas y herbáceas se observan innumerables roedores como el tocoro (*Ctenomys sp.*), especie que habita bajo el suelo, el gato montés (*Lynchailurus pajeros*), el zorro andino (*Pseudalopex culpaeus*) y el zorrillo (*Conepatus chinga*); mientras que la vizcacha (*Lagidium peruanum*), prefiere las zonas rocosas en las cuales encuentra refugio.

- **Reptiles:** Dos especies de lagartijas pertenecientes al género *Liolaemus*.



Figura 16. La *Vicugna vicugna*, "vicuña", especie típica de las planicies altoandinas.

Fuente: INRENA, (2005).

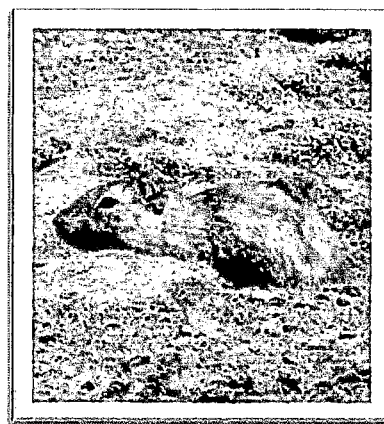


Figura 17. A la izquierda *Lagidium peruanum* "vizcacha". A la derecha, *Cavia tschudii* "cuy cimarrón".

Fuente: INRENA, (2005)

- **Anfibios:** Sólo una especie de rana identificada hasta la fecha (*Telmatobius sp.*) conocida vernacularmente como kayra.
- **Peces:** Sólo una especie nativa (*Trichomycterus sp.*) se reporta para los ríos del ACRVM, mientras que la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es una especie introducida que constituye una fuente de proteína para los pobladores locales.
- **Ecología (zonas de vida)**

El área propuesta contiene una muestra representativa de ecosistemas y paisajes altoandinos que son un fuerte respaldo y sirven de cobertura a todo el sistema natural, así como el antropogénico.

De acuerdo al Sistema de Clasificación de las formaciones vegetales del mundo de Holdridge, aplicado al Perú por Joseph A. Tosi (INRENA 1995), en el ámbito del ACRVM están comprendidas 05 zonas de vida, cuyas características son las siguientes:

- **Matorral desértico - subalpino templado cálido (md – SaTc):** Geográficamente se extiende a lo largo de la vertiente occidental de los andes, entre los 4 000 hasta 4 400 m de altitud, ocupando la cuenca alta de los ríos Locumba, Sama, Caplina y el Maure. Presenta un clima subhúmedo - frío, con temperatura media anual, entre 5 °C y 6 °C, y precipitación total promedio anual entre 200 y 250 mm.

El relieve topográfico es quebrado variando a colinado, típico del borde occidental andino con presencia de gramíneas perennes como el ichu, (*Festuca orthophylla*); acompañando a estas especies se presentan también algunas cactáceas como la puscalla (*Opuntia ignescens*) y plantas almohadilladas como la huaricuca, (*Pycnophyllum molle*). Sobre los suelos rocosos se observan queñoas (*Polylepis besseri* y *Polylepis tomentella*), formando pequeños bosques. En el piso superior de esta zona de vida se desarrolla la yareta (*Azorella compacta*).

Las áreas que mantienen gramíneas perennes son utilizadas para pastoreo temporal, durante las lluvias de verano. Es considerada una zona de vida de muy escaso valor, tanto

para actividad pecuaria como para la forestal. Algunas, localidades ubicadas en esta zona de vida y en el ACRVM son Kovire, Mamuta y Kallapuma. (INRENA, 2005).

▪ ***Páramo húmedo – subalpino subtropical (ph – SaS):***

Se extiende sobre el matorral desértico - subalpino templado cálido, en la región de la sierra, desde los 4000 y 4600 m.s.n.m. Presenta un clima húmedo-frío, con una temperatura media anual entre 4 °C y 6 °C; el promedio de precipitación total anual oscila entre los 450 y 550 mm. La configuración topográfica está caracterizada por laderas inclinadas así como por áreas de colinas y algunas veces de relieve suave hasta plano.

La vegetación natural está constituida por gramíneas de los géneros *Calamagrostis*, *Stipa* y *Festuca*, es característico de éste piso ecológico la queñoa que se encuentra formando bosques naturales, tolares, yaretales, área muy depredada por el hombre por la leña que es utilizada como combustible, con presencia de algunas cactáceas el género *Cumulopuntia*, así como arbustos resinosos del género *Parastrephia* (tolas), y plantas almohadilladas.

Esta zona de vida es apta para el desarrollo de la actividad ganadera, como crianza de camélidos sudamericanos y ovinos. Algunas localidades ubicadas en esta zona de vida, y en el interior del ACRVM son las lagunas de Vilacota y Ancocota, en las nacientes del río Maure; y la cuenca alta del río Calientes, en la provincia de Candarave.

▪ ***Tundra húmeda – alpino templado cálido (th – ATc):***

Geográficamente se distribuye a lo largo del flanco occidental andino, bordeando a los nevados, entre los 4 300 y 5 000 m de altitud. El clima es húmedo-muy frío, con una temperatura media anual entre 1,5 °C y 3 °C; y precipitación pluvial total, promedio anual, entre 150 y 250 mililitros. El relieve topográfico es predominantemente accidentado a colinado, alternando con áreas de topografía relativamente suave. Los suelos son en gran parte dominados por materiales piroclásticos pertenecientes a los andosoles vítricos y páramo andosoles seguido de litosoles, éstos últimos en aquellos lugares donde predomina el suelo delgado, rocoso o peñascoso.

La vegetación es bastante escasa, y destacan especies de los géneros *Stipa*, *Calamagrostis* y *Festuca*, así como también plantas arrosetadas (*Werneria* y *Nototriche*), almohadilladas (*Azorella* y *Pycnophyllum*) y relictos de *Polylepis* (queñoales), constituyendo comunidades muy abiertas y dispersas, dominando extensas áreas con suelos desnudos y pedregosos, con afloramientos rocosos. Existen también potencialmente los suelos que son de muy limitada capacidad para practicar la ganadería extensiva.

Algunas localidades comprendidas dentro de esta zona de vida y el ACRVM son el las lagunas de Casiri, Condorpico y Ñeque, en la provincia de Tarata. (INRENA, 2005).

▪ ***Tundra muy húmeda – alpino subtropical (tmh – AS):***

Se ubica sobre el páramo húmedo – Subalpino Subtropical, entre los 4 500 y 5 000 m.s.n.m. en la región de la sierra, a lo largo de la porción meridional de la cordillera occidental andina. Presenta un clima perhúmedo muy frío, con temperatura media anual entre 1,5 °C y 3 °C, y con una precipitación pluvial, promedio anual, entre 300 y 500 mm. La topografía varía entre

accidentada a colinada u ondulada, éstas últimas formadas por el modelamiento glacial y volcánico durante épocas pasadas. El promedio de precipitación total anual es de 360 mm.

La vegetación es escasa, quedando gran porcentaje con áreas desnudas, se mantiene una actividad ganadera de camélidos sudamericanos con una crianza nómada. Existen también especies arrosetadas y almohadillas de los géneros *Werneria*, *Nototriche*, *Azorella* y *Pycnophyllum*, además de gramíneas dispersas la composición florística y la abundancia son algo mayor que en la tundra húmeda. El extremo norte del ACRVM, correspondiente a las áreas adyacentes a los nevados Cancave e Iscaillarjanco se ubican en esta zona de vida.

- **Nival - subtropical (NS):** Se extiende a lo largo de las crestas frías de los andes, generalmente por encima de los 5 000 m de altitud. El promedio de precipitación total anual entre 500 y 1 000 mm. El clima es superhúmedo-frío, con temperaturas extremas por debajo de los 0 °C y una precipitación pluvial total, promedio anual, desde los 500 hasta los 700 mm.

La importancia de ésta zona de vida radica desde el punto de vista del régimen hidrológico de los ríos y de las lagunas, además tiene un potencial para el desarrollo del ecoturismo.

La configuración toposiográfica es abrupta y constituida por suelos netamente líticos, de peñascos rocosos; prácticamente no existe cubierta edáfica, salvo en áreas muy reducidas y de escaso interés.

En los niveles bajos de la zona de vida, inmediatamente a continuación de la tundra, entre los 5 000 y 5 200 m más o menos, aún se puede encontrar formas vegetales en los oasis de calor constituido por rocas y pedregales que se calientan con el sol durante el día y van desprendiéndose durante la noche favoreciendo la vida vegetal no solo en forma directa, sino también indirectamente porque derrite la nieve cercana mucho más rápido.

- **Nival templado cálido (NTc):** Al igual que la zona de vida nival subtropical, se ubica en la cúspide de la pirámide montañosa de la Cordillera de los Andes. Estos glaciares se

extienden a lo largo de la Cordillera del Barroso, nevados el Fraile, la Monja, la cima del cerro Jucure, etc., se encuentran por encima de los 5 000 m de altitud. El clima es superhúmedo-frígido, con precipitación media anual variable, desde 500 hasta 700 mm.

La configuración toposiográfica es abrupta y constituida por suelos netamente líticos. La flora está conformada por musgos y líquenes que crecen sobre las rocas en los pisos más bajos. Son áreas no productivas porque o pueden ser utilizadas siguiendo los métodos corriente de uso de la tierra. Potencialmente deben ser consideradas como áreas destinadas al turismo ecológico (INRENA, 2005).

- **Características climáticas**

El clima del ACRVM es muy riguroso, característico de las grandes altitudes. Muestra una gran amplitud térmica, prevaleciendo las bajas temperaturas, con fuertes vientos dominantes desde el oeste, con nevadas durante los meses de otoño e invierno.

Según los registros de la estación meteorológica de Vilacota, ubicada a 390 m.s.n.m., la temperatura máxima es entre 9,8 °C y 14,4 °C y la mínima, entre -15,0 y -3,6 °C. Los datos más altos de temperatura máxima se presentan en los meses de noviembre y diciembre, favorecidos por cielos despejados, y de menor magnitud en los meses de invierno y verano; éstos últimos acompañados de cielos nubosos con lluvia que humedecen los suelos, lo que permite registrar temperaturas mínimas de mayor magnitud en esos meses del año, que oscilan entre -3,6 y -4,4 °C.

Las precipitaciones fluctúan entre 300 y 400 mm., mostrando una alta estacionalidad con períodos húmedos y secos. La época de lluvias se inicia en condiciones normales durante el mes de diciembre y se prolonga hasta marzo, registrándose un acumulado de 463 mm por año. Un gran porcentaje de éstas cae en estado sólido (nieve y granizo), impidiendo así el desarrollo de la agricultura. La estación seca en el altiplano se caracteriza por días tibios con noches muy frías, alcanzando variaciones de 20 °C y más, en algunos

lugares. La humedad relativa oscila entre un 50%, durante el mes de noviembre hasta un 75%, en el mes de febrero.

- **Formaciones geológicas y paisajes**

Geológicamente, la cuenca alta y media del Maure, está conformada por material rocoso de origen volcánico. En colinas de poca elevación se nota la presencia de aglomerados en mantos clásticos y superficiales. Bajo esta cobertura superficial yace una roca clástica, al parecer son tufos volcánicos procedentes de cenizas de volcanes depositados por densidad porosa y de débil cimentación, esta roca presenta un buzamiento casi horizontal extendiéndose por gran parte de la cuenca.

Debido a la porosidad del tufo volcánico, la cuenca muestra un fuerte índice de infiltración y gran receptividad de las aguas procedentes de las precipitaciones, constituyendo así un reservorio natural, lo que explica el caudal casi constante que presenta el río Maure pese al largo período seco (abril – noviembre).

En toda esta área se encuentran vestigios de formaciones de la era Mesozoica, del Cretáceo Inferior como la formación Hualhuani (Ki-hu), violácea y gris oscura a carbonosa (INRENA, 2005).

De la era Cenozoica del Paleógeno, se encuentran: la formación Tarata Inferior (P-tai) con piroclásticos, toba de ceniza blanquecina laminar con biotita, cuarzo, pómez, brecha de volcánicos porfíricos en capas gruesas; la formación Tarata Superior (P-ta-s), con piroclastos de grano fino, polvo fino de laminación rítmica y centimétrica, limolitas laminadas, limolitas y areniscas de grano fino débilmente calcárea. Del Neógeno, tenemos: la formación Huaylillas (Nm-hu), con piroclastos de bloques y clastos, toba riolítica y andesitas porfíricas; la formación Huilacollo (Nm-hl), con flujo de bloques y clastos de andesita porfírica, dacitas porfíricas, cuarzo de primera y segunda generación, escasas biotitas diseminadas y cloritizadas, tobas litocristalinas de abdesitas africanas y porfíricas (INRENA, 2005).

De finales del Neógeno del Plioceno y principios del cuaternario en el Pleistoceno, se presenta el grupo Barroso (NQ-ba), constituido por aparatos volcánicos tipo estrato volcán, domático con tendencia fisural y/o migración focal, constituidos por flujos de bloques y clastos, piroclásticos de arena y/o pómez, flujos lávicos, estos últimos de quimismo predominantemente básico. También Morrenas (Qp-mo), con depósitos caóticos de rocas volcánicas angulosas a subangulosas en matriz areno arcillosas.

Del período cuaternario, se encuentra vestigios de la serie Holoceno depósito aluvial (Qh-al), constituido de arenas, arcillas, clastos y bloques de rocas volcánicas angulosas a subangulosas in situ, gravas polimícticas y arenas transportadas que forman terrazas y lechos de ríos y quebradas. También se encuentran los Bofedales (Qh-bo), que son estacionales y se forman en superficies arenoarcillosos, cubiertos de gramíneas, saturados de agua y vegetación acuática. Finalmente, se encuentran depósitos eólicos (Qh-e), constituidos por acumulaciones de arena de grano medio a fino.

Las unidades geomorfológicas más importantes de la cuenca del río Maure son:

- **Altiplano:** Se encuentra delimitado por las cadenas occidental y oriental de la Cordillera de los Andes, diferenciándose dos geoformas topográficas: (a) Las planicies y pampas, que son llanuras aluviales, producidas por rellenos parciales de cuencas relativamente cerradas. En las nacientes de los ríos y quebradas que dan origen a estas pampas se aprecia la acción de erosión fluvial con un proceso de encauzamiento. Los ríos y riachuelos que discurren por éstas, forman bofedales que le dan un matiz especial al paisaje de los valles que surcan estas planicies. (b) Las lomadas que son una sucesión de colinas bajas y ligeramente convexas. Están constituidas por morrenas o materiales fluvioglaciares que conforman pequeñas colinas y en algunos casos tienen en la cima bloques de composición diferente asociados al Volcánico Barroso; se desarrollan sobre depósitos lacustres de compactación moderada y de posición horizontal con suave inclinación.

- **Arco volcánico del barroso:** Comprende la Cordillera del Barroso en las nacientes de las cuencas y las cadenas y conos volcánicos que circundan las lomadas y pampas. Estas geoformas están íntegramente relacionadas con el volcanismo que dio origen a los conos del Grupo Barroso. Tienen elevaciones hasta de 5 400 m de altitud.

También se aprecia en esta unidad a las rocas volcánicas de poca inclinación que circundan a los conos formando colinas cortadas por gran número de quebradas.

En los grandes volcanes el drenaje es radial, adquiriendo forma dendrítica cuando continúan por las pampas. Dentro del aspecto geomorfológico, las cuencas altas del Maure están conformadas por altiplanicies con relieve plano ondulado. En la parte alta presenta ambientes montañosos, caracterizados por laderas empinadas y valles encañonados; a nivel medio y bajo se presentan ambientes de colinas y planicies fluvio-aluviales.

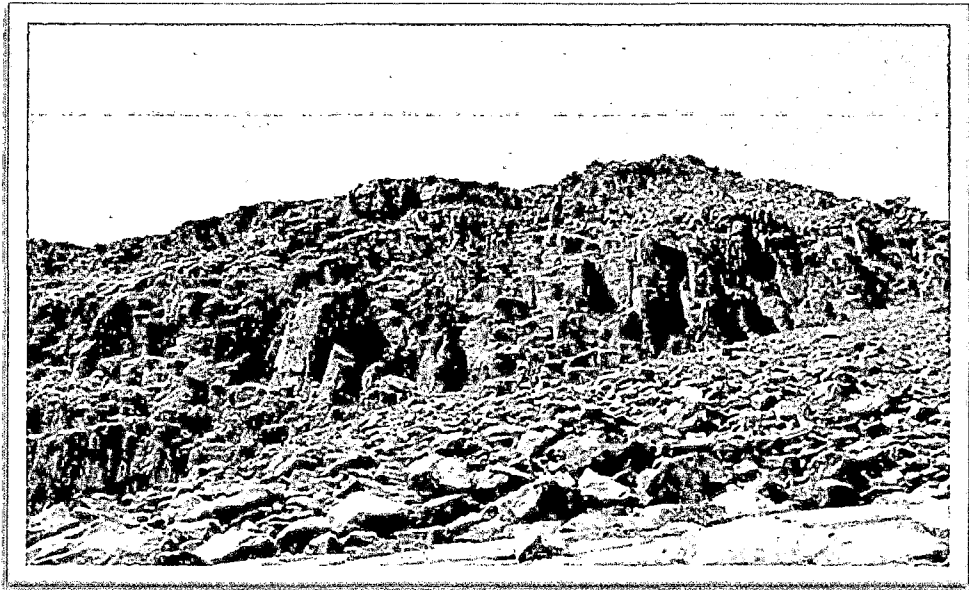


Figura 18. Formaciones geológicas características del ACRVM.

Fuente: INRENA, (2005).

- **Hidrografía, recursos hídricos, hidrología**

La cuenca hidrográfica más importante en el ámbito del ACRVM es el Maure-Uchusuma, seguido de las cuencas altas de los ríos Sama y Locumba.

- **Cuenca del Maure – Uchusuma:** El río Uchusuma en la estación hidrológica Puente Uchusuma, presenta una serie que data del año 1991 al 2000, con una descarga media de 1,01

m³/s, máximas de 2,4 m³/s y mínimas de 0,23 m³/s. Las descargas medias del río Maure en la estación hidrológica La Frontera, presentan valores de 3,0 m³/s (período 1964 a 1971 y de 1991 al 2000) y en la estación hidrológica Caño se tiene un caudal medio de 0,30 m³/s. Los valores mínimos son del orden de los 1,4 m³/s y los máximos de 3,3 m³/s. De esta manera la cuenca presenta un rendimiento específico o producción media de 1,40 l/s/km² (INRENA, 2005).

- **Cuenca del río Sama:** En la cuenca del río Sama, la precipitación media anual de 101,5 mm. El río Sama es el más irregular de los ríos costeros de la región de Tacna, presentando un caudal mínimo de 0,013 m³/s, medios de 2,24 m³/s y máximos de 115,4 m³/s, situación que origina la imperiosa necesidad de construir una estructura almacenamiento capaz de laminar sus avenidas y disponer de aguas reguladas para mejorar el riego del área agrícola existente e incorporar nuevas tierras de cultivo en las Lomas de Sama.

La disponibilidad histórica del recurso hídrico del río Sama, en el año 2003 al 2004, fue de 20,7 Mm³, la demanda histórica agraria en el mismo año fue 21,74 Mm³ y otras demandas de 0,0022 Mm³; por lo tanto existió en el correspondiente año, un déficit de 1,03 Mm³ del recurso hídrico.

- **Cuenca del Locumba:** Los ríos que alimentan a las laguna de Aricota son los ríos el Salado y el Callazas, por consiguiente el río Salado en la estación hidrológica Yesera, tiene una descarga máxima de 14,85 m³/s, media de 0,902 m³/s y una mínima de 0,050 m³/s. El río Callazas en la estación hidrológica Pallata, tiene una descarga máxima de 18,35 m³/s, media de 0,92 m³/s y una mínima de 0,120 m³/s.

Las aguas del río Callazas en sus nacientes poseen buena características químicas, las mismas que son alteradas conforme se van incrementando con los aportes de los tributarios, llegando al vaso regulador de Aricota con rangos de no potabilidad por las concentraciones altas de los elementos tóxicos boro y arsénico.

La disponibilidad histórica del recurso hídrico del río Locumba, en el año 2003 al 2004 fue de 59,88 Mm³, la demanda histórica agrario en el mismo año de 30,11 Mm³ y otras demandas de 1,29 Mm³; por lo tanto existió un 28,48 Mm³ del recurso hídrico disponible (INRENA, 2005).

- **Ríos del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure**

Destaca por su longitud y caudal el río Maure, que se origina con el nombre de río Ancoaque, el cual en gran parte es considerado como límite con el departamento de Puno. Toma el nombre de Maure a la altura de los cerros Chimingo y Ancocollo. Su recorrido avanza por las formaciones volcánicas Capilluni–Barroso, pampas de Chillicoipa, pampas de Samuta, Llaitiri, Titire y Maure. Recibe la afluencia de los ríos Capazo, Kallapuma, Kaño y Uchusuma.

En sus 78 km hasta los límites con Bolivia, el río Maure tiene una cuenca colectora de 2 311 km², con una descarga media anual de 3,0 m³/s. aproximadamente. Su caudal mensual y anual es variable dependiendo de las características

climáticas así como de la temporada de lluvias, incrementándose en los meses de enero y febrero.

En la cuenca del río Maure se ha identificado un foco principal de contaminación natural, ya que los afloramientos termales forman unos tributarios cuyas aguas tiene una concentración elevada de boro y arsénico, siendo más marcado este efecto desde las denominadas borateras (afloramientos) y aproximadamente hasta la zona de los baños de Calachaca (INRENA, 2005).

Otros ríos de importancia son: El río Kallapuma, afluente del Maure y constituye a la vez de límite este del ACRVM (límite Tacna – Puno). El río Calientes, tiene su origen en los nevados Cancave e Iscaillarjanco, en el extremo norte del ACRVM y es el principal afluente del río Salado. El río Quillvire, principal afluente de la laguna de Vilacota.

- **Lagunas**

La más importante en el ámbito del ACRVM es la laguna Vilacota, que se ubica en la frontera con Puno, en el distrito Susapaya, provincia de Candarave a 4 422 m.s.n.m., hacia el este de la cadena volcánica. Es una laguna con cierta amplitud y cierta profundidad, cuyas aguas provenientes del río Quilvire se extinguen por evaporación y filtración. Hacia el sureste se observa la proyección de una comunicación entre esta laguna y las lagunas de Ancococota y Tacjata. Tiene un espejo de 216 km², una capacidad de almacenamiento de 9,0 Mm³ y una descarga promedio anual de 0,71m³/s (INRENA, 2005).

Otras lagunas de importancia son: Tacjata, Ancococota, Ñeque, Laycaccota, Pajotane, Iñuma, Condorpico, Paracota, etc.; todas ellas ubicadas sobre los 4 200 m de altitud. Además existen algunas represas como Jarumas, Paucarani y Casiri, que abastecen de agua a los valles costeros, principalmente en épocas de estiaje.



Figura 19. Laguna de Vilacota en una tarde nublada.

Fuente: INRENA, (2005).

- **Patrimonio arqueológico**

De acuerdo a la información proporcionada por investigadores en la materia y archivos del Área de Arqueología del Instituto Nacional de Cultura (INC) sede Tacna (CAMDESO-GRT, 2007), en el ámbito del ACRVM existen los siguientes sitios de importancia arqueológica:

- **Zona de caza de las pampas de Mamuta:** Ubicado al noreste de la quebrada de Mamuta. El área se caracteriza por

una extensa planicie con presencia de humedales y animales silvestres (vicuñas, suris y otras especies de aves silvestres), cuyo escenario fue utilizado por los cazadores y recolectores del período lítico, para sus actividades de caza. En la superficie se han encontrado puntas de flecha y otros artefactos líticos utilizados por dichos grupos humanos.

- **Arquitectura incamoqo:** Conjunto arquitectónico de un posible tambo, ubicado al noroeste de la comunidad alpaquera de Mamuta, cerca al cruce de la trocha carrozable rumbo a Calachaca con la carretera Tarata-llave. Se trata de un tambo asociado al camino inca que baja por la quebrada de Caparaja.

- **Camino inca de Vilacota:** Tramo que se desprende desde la cuenca occidental del Lago Titicaca a la altura de llave. El camino se desplaza por el norte de las lagunas de Loriscota y Vilacota, se bifurca en su rumbo a los valles occidentales: hacia la cabecera de las cuencas de Locumba (Candarave) y del río Sama (Susapaya-Tarata).

Estos sitios arqueológicos aún no han sido georeferenciados y delimitados por el INC, salvo el tramo Camino Inca de Vilacota que fuera registrado por el proyecto QHAPAQ ÑAN el 2004 (CAMDESO-GRT, 2007).

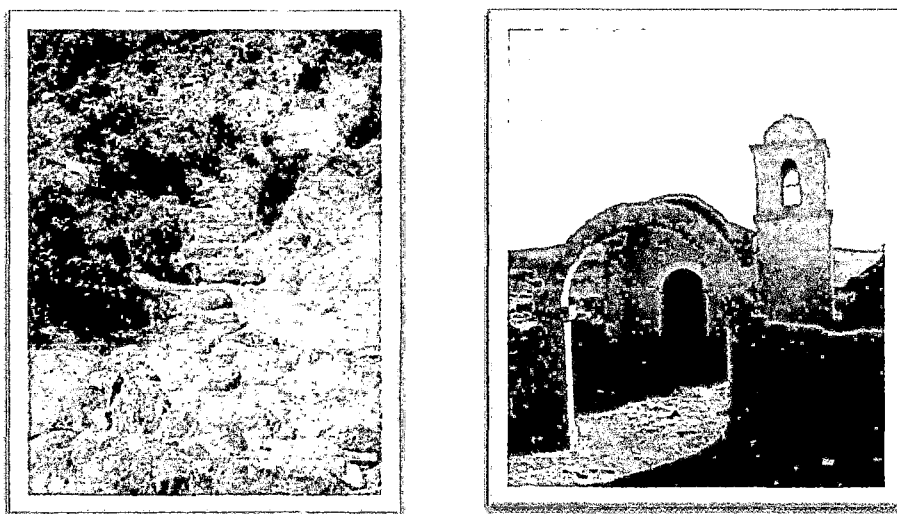


Figura 20. A la izquierda, camino inca a Vilacota, hacia el sur de la laguna del mismo nombre. A la derecha, la iglesia de Mamuta.

Fuente: INRENA, (2005).

4.1.8. Descripción de las variables socioeconómicas de las poblaciones del ACRVM

- **Población**

El ACRVM comprende jurisdicción de cinco distritos: Tarata, Candarave, Ticaco, Susapaya y Palca, los mismos que tienen una población total de 9 619 habitantes, estos distritos están conformados por 263 asentamientos humanos (entre centros poblados menores, anexos y caseríos).

Al interior del ACRVM los asentamientos humanos suman en conjunto 75 caseríos y 5 anexos, correspondientes a 265 viviendas; lo que hace un estimado de 1 006 habitantes. Entonces la densidad poblacional de ésta área protegida es de 0,66 habitantes /km², lo que significa una baja densidad poblacional (Franco Díaz, 2007).

Cuadro 6. Población estimada de los distritos que comprenden el ACRVM.

Distrito	Población	Porcentaje	Anexos y Caseríos	Anexos y Caseríos (ACRVM)	Densidad vivienda	Población estimada en el ACRVM
Susapaya	747	0,18	45	34	2,95	173
Tarata	3 605	6,55	79	19	3,54	630
Ticaco	731	1,6	20	13	2,9	154
Palca	1 106	0,51	70	4	3,22	49
Total	9 619	8,84	263	80	0,66	1 006

Fuente: GRT, (2005)

Las familias asentadas en las zonas andinas y altoandinas, fundamentalmente tienden a ser pequeñas en número, nucleares en torno a parejas mayores con escasa presencia de hijos menores, en cuyo caso la permanencia en su lugar de origen sólo se remonta a los primeros años de vida; esto se refleja claramente en la baja densidad poblacional en el ámbito del ACRVM (Franco Díaz, 2007).

El escaso apoyo asistencial y de inversión en infraestructura tanto social como económica en estos lugares contrasta con el nivel de emergencia que se vive en estos. La situación se agrava si se tiene en cuenta el continuo trasvase del recurso hídrico disponible subterráneo y superficial de la zona altoandina, con el lógico efecto negativo sobre los ecosistemas, lo que genera el desecamiento de bofedales, en las que se desarrolla la actividad pecuaria (crianza de camélidos sudamericanos); única fuente de ingreso para su población (Franco Díaz, 2007).

4.1.9. Infraestructura económica

- **Salud**

La población asentada en el ACRVM, a nivel de salud se encuentra atendida por los establecimientos de salud de la microred Altoandina y microred de Frontera, aunque en su área de influencia abarca las microrredes de Tarata y Candarave.

Uno de los principales problemas de la población del ACVRM, es la desnutrición en sus diferentes formas. Las microrredes con mayores indicadores de desnutrición crónica en niños menores de 5 años son Alto Andino, Tarata y Candarave, situación que ha sufrido una ligera disminución en el año 2007, pero aun continúa un indicador alto. Cabe mencionar que si bien el número de casos en la región es bajo comparado a otras regiones, están focalizados en las zonas más alejadas y desatendidas, como es la zona altoandina (Franco Díaz, 2007).

Los niños menores de 5 años, ya presentan riesgo de desnutrición crónica, con indicadores altos en las microrredes Tarata, Altoandina y Candarave, hecho que debiera ser considerada como una alerta por el sector salud, y así evitar que más adelante estos niños terminen con un cuadro de desnutrición crónica, que es teóricamente irreversible. Otro indicador, que es importante considerar es lo referente al déficit de peso de las gestantes, el mismo que las microrredes de Tarata y Altoandina, presentan altos porcentajes, que nos indican que en la zona los pobladores no tienen una adecuada

alimentación, lo que repercute en el binomio madre – niño. En cuanto a morbilidad, tenemos que las principales causas con mayor porcentaje de ocurrencia son las enfermedades respiratorias y los problemas de desnutrición en sus diferentes formas, el número de casos no han disminuido más bien se mantienen (Franco Díaz, 2007).

- **Educación**

La población estudiantil en los anexos al interior del ACRVM corresponde a los niveles de inicial y primaria, llegando a un total de 132 alumnos en ambos niveles, una cantidad bastante escasa de población estudiantil, a diferencia de la existente en los distritos de Tarata y Candarave.

Los estudios secundarios son realizados en su mayoría en los distritos interandinos de Tarata y Candarave, salvo escasos estudiantes que realizan su secundaria en las instituciones educativas de Kallapuma y Chiluyo.

Finalmente podemos manifestar que la zona del ACRVM, cuenta con una débil presencia de parte de instituciones públicas y privadas, con una escasa población escolar debido a la migración en busca de mejores condiciones educativas (Franco Díaz, 2007).

Cuadro 7. Población estudiantil nivel inicial en el ámbito del ACRVM.

Institución educativa	centro poblado	Total de alumnos	Sección	Aulas	Personal
I.E. 417	Coracorani	07 alumnos (2H) (5M)	4	1	01 docente
I.E. 386	Chachacomani	14 alumnos (6H) (8M)	4	1	01 docente
	TOTAL	21	8	2	2

Fuente: GRT, (2005)

- **Desarrollo económico local**

El ámbito del ACRVM, está caracterizada por contar con una zona mayormente rural y por encontrarse sobre los 3 800 m.s.n.m., ha determinado la práctica de actividades

económicas principalmente en base a la actividad ganadera (camélidos sudamericanos: alpacas y llamas), sumada a una débil actividad comercial informal. La mayor parte de la población realiza estas actividades solo con fines de subsistencia. Presenta actividades y procesos productivos desarticulados, básicamente orientados a la producción primaria sin mayor grado de procesamiento. Esto entorpece el crecimiento sostenido y el estancamiento relativo de su aparato productivo (Franco Díaz, 2007).

- **Actividad pecuaria**

La actividad pecuaria es la principal actividad económica en la zona altoandina, la población de alpacas en el ACRVM alcanza los 41 013 ejemplares y 16 189 ejemplares de llamas. El manejo de los rebaños en general es bastante deficiente, siendo común el sobrepastoreo, consanguinidad, hibridación, alto grado de parasitosis (sarna, sarcosporidiosis, hidatidosis) y consecuentemente mala calidad de productos, precios bajos, sujetos además a graves deficiencias en los sistemas de comercialización.

Cuadro 8. Población estudiantil de nivel primaria en el ámbito del ACRVM.

IE	Centro poblado	Total de alumnos	Sección	Aulas	Personal
I.E. 42104	Coracorani	13 alumnos (9H) (4M)	5	2	04 docentes
I.E. 42234	Mamuta	08 alumnos (4H) (4M)	5	1	01 docente
I.E. 42232	Aychuta	07 alumnos (3H) (4M)	5	2	01 docente
I.E. 42212	Chachacomani	19 alumnos (10H) (9M)	6	2	02 docentes
I.E. 43010	Kallapuma	06 alumnos (4H) (2M)	3	8	01 docente
I.E. 42103	Conchachiri	08 alumnos (5H) (3M)	6	4	02 docentes
I.E. 42230	Challapalca	13 alumnos (9H) (4M)	5	2	01 docente
I.E. 42130	Vilacota	05 alumnos (2H) (3M)	3	2	01 docente
I.E. 42249	Mamaraya	03 alumnos (0H) (3M)	3	1	01 docente
TOTAL		111 alumnos	54	30	18

Fuente: GRT, (2005).

Entre los beneficios que se obtienen, tenemos la producción de fibra, el beneficio para carne y la obtención de cueros. Estas actividades no tienen fecha fija para la esquila ni el beneficio, y se realizan cada vez que el productor tiene

necesidades económicas. El precio de la fibra en el 2005 fue de 3,50 nuevos soles por libra en promedio y de 3,00 nuevos soles por kg para la carne. Según el Proyecto de Emergencia-Friaje 2007, plasmado en el Cuadro 9 de la población de camélidos en el ámbito del ACRVM, se tiene que del total de camélidos el 72% serían alpacas, con un aproximado de 233 productores (Franco Díaz, 2007).

Cuadro 9. Población de camélidos en el ámbito del ACRVM

DISTRITO	COMUNIDAD O ANEXO	ALPACAS	LLAMAS	PRODUCTORES
PALCA	Paucarani	644	850	7
TARATA	Aychuta	1 934	551	8
TARATA	Challapalca	1 792	805	12
TARATA	Conchachiri	2 017	1 472	15
TARATA	Coracorani	4 664	2 207	20
TARATA	Kallapuma	957	735	8
TICACO	Mamaraya	3 109	1 103	10
TARATA	Mamuta	2 926	2 141	20
TICACO	Kovire	1 248	1 535	11
SUSAPAYA	Queullire	4 557	754	31
SUSAPAYA	Tacjata	2 400	647	8
SUSAPAYA	Vilacota	5 278	829	29
CANDARAVE	Calientes	3 047	953	54
TOTAL		41 013	16 189	233

Fuente: GRT, (2005).



Figura 21. A la izquierda, *Lama pacos* “alpaca”. A la derecha, esquila de alpacas en el anexo de Vilacota

Fuente: INRENA, (2005).

- **Actividad pesquera**

Se desarrolla principalmente mediante acciones de siembra, capacitación en crianza de truchas. Se cuenta para ello, con recursos hídricos lóticos y lénticos con posibilidades piscícolas, según como se muestra en el Cuadro 10. El objetivo de la crianza de truchas está orientado a la alimentación familiar (proteínas) y la comercialización en los centros poblados cercanos. En el año 2005, la Dirección Regional de Producción de Tacna ha apoyado la siembra de alevinos de

trucha en lugares al interior y fuera del ACRVM (Franco Díaz, 2007).

Cuadro 10. Posibilidades de desarrollo acuícola en la provincia de Tarata

Recurso hídrico		Recurso Hidrobiológico	Posibilidades Acuícolas
Ríos	Río Maure	trucha	Crianza o repoblamiento
Lagunas	Laguna Paucarani	trucha	posibilidades
	Represa Jarumas	trucha	crianza

Fuente: CAMDESO, (2009)

Cuadro 11. Siembra de alevinos de trucha en el ACRVM y

Lugar de siembra	Cantidad de alevinos	Ubicación respecto al ACRVM
Río Maure Sector Challapalca	20 800	Dentro
Río Kallapuma	20 800	Dentro
Laguna de Condorpico	5 200	Dentro
Río Uchusuma-Alto Perú	36 400	Límites

Fuente: GRT, (2005).

- **Historia y cultura**

El nombre de la provincia de Candarave derivada de dos voces aymaras: *Cundir* (cóndor) y *Hahui* (lugar), ello implica un significado común aproximado de “lugar de cóndores”, esto en referencia clara a la elevada altitud que observa esta provincia andina. Los primeros pobladores de Candarave fueron esencialmente nativos aymaras provenientes del altiplano. Posteriormente, durante la época de dominación Inca, los fértiles y hermosos valles interandinos de la zona fueron ocupados por las tropas de este imperio y Candarave se convirtió en un gran emporio proveedor de alimentos para la región sur del Tahuantinsuyo.

En el caso de Tarata se observa un antiguo origen aymara, desde siempre abocado a la actividad ganadera y agrícola. Posteriormente el avance arrollador del imperio inca, determinó la conquista quechua o keswua de esta zona, la que se configuraba como valiosa despensa militar para avances posteriores hacia la desértica zona del Atacama; por lo que se

genera el enraizamiento de colonos o mitimaes en torno a la ribera de los ríos andinos (CAMDESO-GRT, 2007).

De esta manera se produce el primer proceso de mestizaje cultural, el mismo que implicó incluso la formación de la denominación del poblado. Y es que sobre la denominación etimológica de Tarata, existen varias interpretaciones todas ellas enraizadas en el proceso reseñado.

Esta interpretación deduce que en el lugar existían muchos “tarales”, o sea bosques de tara, árbol indígena, cuyos frutos se utilizaron en curtiembres. Se dice igualmente que Tarata proviene de *Tarayata*, palabra aymara que significa “lugar frígido o helado”, también se afirma que se trata de una palabra quechua, fundamentando el aserto de que en la vecina republica de Bolivia; a pocos kilómetros de la populosa ciudad de Cochabamba, existe la villa de Tarata, lugar pintoresco, de clima suave y agradable, circundada de huertas y jardines, y que fue fundada por los mitimaes Keswas, durante el incanato (CAMDESO, 2009).

Finalmente se concluye la siguiente interpretación: Tarata se deriva de las voces aymaras *tha* bifurcado, *ahra* desatar, *ta* lugar, o sea “lugar de bifurcación de un camino”. Y es que desde Tarata nacen dos caminos desde tiempos antiguos; uno hacia el valle de Tacna, atravesando la cima o abra de Bilabial o Vila- Apacheta; y el que conduce a la Quebrada.

Los rasgos culturales que se pueden apreciar en la zona altoandina de la región Tacna son de un claro origen aymara y muy influenciada por la cultura occidental; principalmente la española. Esto se aprecia en la forma de su crecimiento y desarrollo urbano, en sus fiestas costumbristas producto de la religiosidad cristiana y el paganismo nativo, sus comidas, bailes, música, etc. Sus comidas son a base de carne y menudencia de alpacas, llamas y ovinos, parte de los cuales se comercializa e intercambia en la zona de los valles, con productos que allí se cultivan como el maíz, verduras y algunos cereales. Las bebidas principales son la chicha de maíz fermentada y la cerveza que mayormente proviene del comercio boliviano (INRENA, 2005).



Figura 22. A la izquierda poblador aymara del ACRVM. A la derecha exposición de plato típico *Huarjata* en el anexo de Vilacota.

Fuente: Elaboración propia (2009).

- **Prioridades de conservación**

Una de las prioridades de conservación la tiene la red hidrográfica del Maure y la cuenca alta de los ríos Locumba, Sama y Uchusuma, como fuentes de agua dentro del ACRVM; estos ríos se forman a partir de los deshielos de nevados existentes en el área y por las lluvias veraniegas. Además existen dentro del ACRVM un gran número de lagunas de diferente tamaño destacando entre ellas la laguna de Vilacota,

por su extensión y belleza escénica; también se han considerado los bofedales por su gran capacidad de retención del agua (INRENA, 2005).

Las amenazas que enfrenta el recurso hídrico son de origen natural y antrópicos. El primero se deriva de los cambios climáticos que viene provocando el retroceso de los glaciares, dejando sin protección a los suelos de origen glaciar. El segundo se debe al uso inapropiado del recurso y constituye una de las amenazas de mayor importancia, que hace necesario racionalizar su manejo (INRENA, 2005).

- **Comunidades vegetales**

Una de las características del ACRVM es la existencia de comunidades vegetales de alta montaña, en buen estado de conservación. Destacan entre ellos los bosques altoandinos de *Polylepis* (queñoales), sobre laderas rocosas en la cuenca alta de los ríos. Además existen extensas formaciones vegetales de arbustos resinosos del género *Parastrephia* denominadas comúnmente tolares, en planicies como las pampas de

Chancamoco, Titire, Llaitire y Purupuruñi; comunidades de *Azorella* (yaretales), sobre colinas y laderas escarpadas; comunidades de *Festuca* (pajonales) y bofedales altoandinos. Estas comunidades en la actualidad vienen siendo afectadas en su cobertura vegetal, debido al incremento de su uso como leña por las poblaciones aledañas, la introducción de especies exóticas (ganado), la apertura de nuevas vías de acceso a los campamentos mineros y el incumplimiento de las normas legales vigentes (INRENA, 2005).

- **Diversidad genética**

En el ámbito del ACRVM existe una gran variedad de plantas silvestres con potencial medicinal y forrajero. Esta diversidad podría considerarse amenazada por la fragilidad de los ecosistemas altoandinos, así como por su fragmentación y por la presión que ejercen las poblaciones aledañas (INRENA, 2005).

- **Fauna silvestre**

Las aves constituyen el grupo taxonómico más diverso dentro del ACRVM, y están representadas por especies emblemáticas como el suri (*Rhea pennata*), el cóndor andino (*Vultur gryphus*,) y los flamencos (*Phoenicopterus spp.*), como las especies en mayor situación de amenaza, además existen otras especies típicas aunque en menor situación de amenaza como la choca (*Fulica gigantea*), el zambullidor blanquillo (*Podiceps occipitalis*) y el mielerito de los tamarugales (*Conirostrum tamarugense*), entre otros. Los mamíferos están representados por la taruca (*Hippocamelus antisensis*), el gato andino (*Oreailurus jacobita*), el puma (*Lynchailurus pajeros*) y el zorro andino (*Pseudalopex culpaeus*), como las especies más conspicuas, muchas de las cuales se encuentran en algún grado de amenaza a nivel nacional e internacional.

Entre las principales fuentes que amenazan su existencia están la fragmentación del hábitat, por el desarrollo incontrolado de la minería y la ejecución de proyectos hídricos para derivar las aguas desde la zona altoandina hacia los

valles costeros, además de la caza furtiva, la captura ilegal de animales silvestres y la recolección de huevos durante la época reproductiva (INRENA, 2005).



Figura 23. Flamencos en la laguna de Vilacota

Fuente: INRENA, (2005).

- **Sitios arqueológicos y manifestaciones culturales vivas**

El ámbito del ACRVM fue una zona de intervención por parte de las sociedades prehispánicas, evidencia de ello es la existencia de sitios arqueológicos como caminos, petroglifos, cementerios e instrumentos líticos (puntas de flecha); éstos

últimos en las pampas de Mamuta. También existen algunos monumentos que datan del siglo pasado (iglesia de Mamuta). Todo éste patrimonio cultural corre el riesgo de desaparecer si es que no se implementan medidas de protección y restauración. Asimismo la arquitectura tradicional se ha perdido en gran magnitud, predominando actualmente los techos de calamina y estructuras de cemento, en los centros poblados. Aún existen manifestaciones culturales ancestrales como el *markachu* (marcaje del ganado) y el pago a la tierra, otras sencillamente han desaparecido (INRENA, 2005).

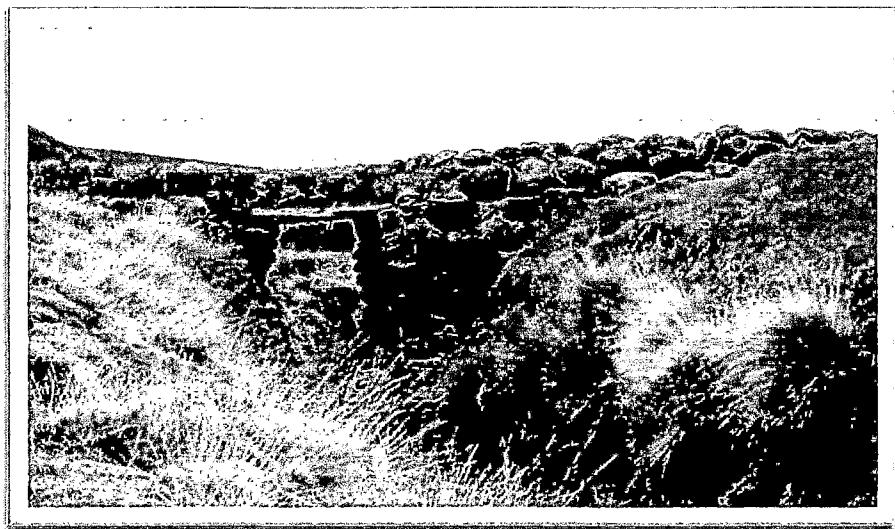


Figura 24. Puente trapezoidal sobre el río Calientes, probablemente de origen inca.

Fuente: INRENA, (2005).

- **Formaciones geomorfológicas**

El ACRVM presenta una diversidad de formaciones geomorfológicas que la hacen muy singular, entre estas destacan las cascadas de Calachaca, en el río Maure, los roquedales de Livini y Quequesane, en Tarata; los nevados Barroso y Achacollo, en Palca; el volcàn Yucamani, en Candarave; los cerros López Extraña, Calientes, Purunpuruni, Kere y Titire, en el distrito de Tarata, que en realidad son volcanes; las fuentes termales de Calientes (valle de los géiseres), Calachaca, Putina, Paucarani, las borateras de Kovire, entre otros (INRENA, 2005).

- **Calidad del paisaje**

Éste es el principal atractivo del ACRVM, expresión de la calidad y estado de salud de los ecosistemas y de la relación armoniosa hombre - naturaleza. Las principales amenazas están centradas en los hechos actuales donde las acciones del hombre sobre este medio ponen en riesgo los elementos que conforman el paisaje (INRENA, 2005).

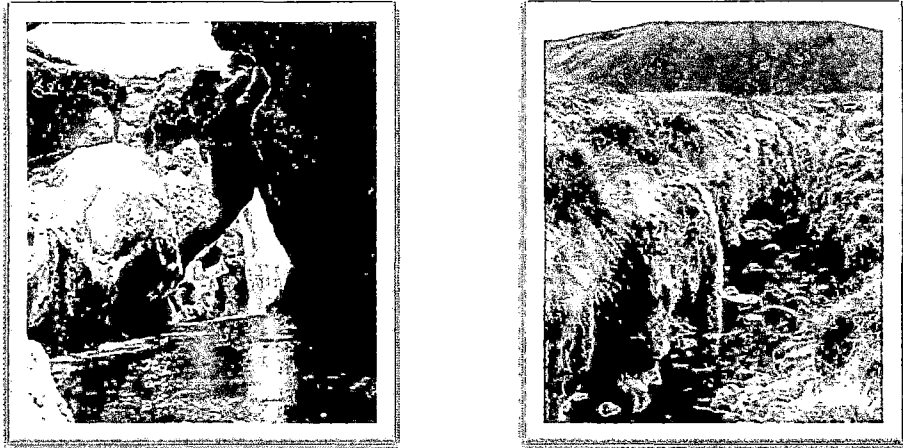


Figura 25. A la izquierda, cascadas de Calachaca, en el curso del río Maure. A la derecha la “cabeza de elefante”, formación geológica singular en el río Calientes.

Fuente: Elaboración propia, (2009).

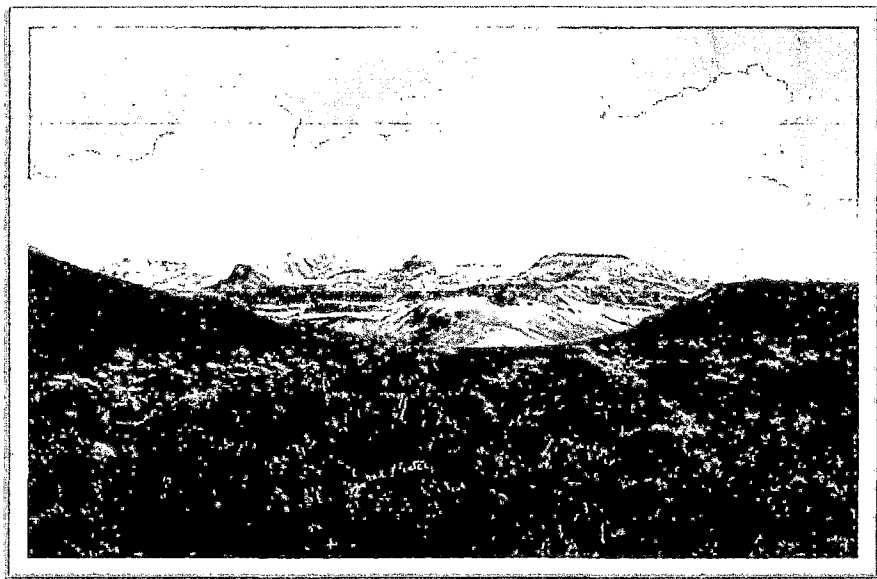


Figura 26. La belleza escénica de los paisajes del ACRVM es un importante atractivo para el turismo.

Fuente: Elaboración propia, (2009).

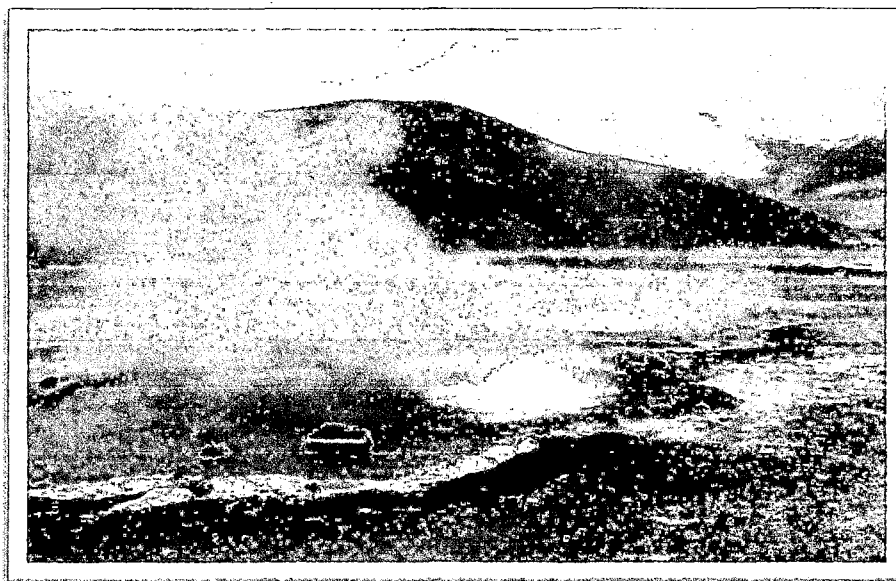


Figura 27. "Valle de los géiseres" en Candarave

Fuente: Elaboración propia (2009).

4.1.10. Resultados de la encuestas realizadas

La información obtenida en las encuestas realizadas en los diferentes viajes de estudio, se agruparon y sistematizaron para elaborar tablas de datos y obtener promedios de las magnitudes medidas en forma directa o indirecta.

Para determinar la población en estudio se consideró los reportes de los trabajos realizados por el Gobierno Regional de Tacna (Plan Maestro del Área de Conservación Vilacota Maure

(CAMDESO-GRT, 2007), pues aun no existían resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda realizado por el INEI en el año 2007.

Según estos datos, sin considerar los anexos de Calientes y Santa Cruz, pertenecientes a la Provincia de Candarave, la población que ocupa el territorio delimitado para el ACRVM es de 1006 habitantes, conformando 255 familias con un promedio de 4 integrantes por familia.

Es necesario indicar que también se realizaron encuestas en Calientes y Santa Cruz, pero no se han incluido en el estudio final, lo cual no tiene una influencia significativa en los resultados puesto que de acuerdo a dichas encuestas las costumbres y prácticas para cocinar son las mismas.

En el Cuadro 12, se ha considerado el número de familias encuestadas en cada anexo, estancia o centro poblado menor, la cantidad de leña y tola, yareta y bosta en kilogramos consumida por semana y por mes respectivamente. Cuando se trata de leña nos referimos principalmente a la Queñoa (*polylepis*).

Cuadro 12. Se muestran los resultados de la encuesta realizada en el ACRVM, para determinar la cantidad de leña que se consume en kg/semana

N°	Anexo	Distrito	Provincia	Habitantes	N° Familias	Familias Encuestadas	Uso de leña kg/sem	Uso de tola, bosta, yareta kg/sem
1	CANO	Ticaco	Tarata	64	11	2	95	45
2	KALLAPUMA	Tarata	Tarata	70	19	4	205	55
3	AYCHUTA	Tarata	Tarata	63	16	4	125	75
4	CONCHACHIRI	Tarata	Tarata	52	12	5	300	175
5	CHILUYO GRANDE	Tarata	Tarata	70	17	5	235	110
6	CHILUYO NORTE	Tarata	Tarata	71	16	5	225	125
7	VILACOTA	Susapaya	Tarata	83	26	8	298	85
8	QUEULLIRE	Susapaya	Tarata	62	20	6	230	145
9	TACJATA	Susapaya	Tarata	28	8	3	150	90
10	KOVIRE	Ticaco	Tarata	51	13	3	120	70
11	MAMARAYA	Ticaco	Tarata	39	10	4	130	73
12	CHALLAPALCA	Tarata	Tarata	67	17	5	185	130
13	MAMUTA	Tarata	Tarata	45	10	4	165	110
14	PAUCARANI	Palca	Tacna	49	13	5	185	140
15	CORACORANI	Tarata	Tarata	70	20	4	130	125
16	CHACHACOMANI	Tarata	Tarata	84	20	3	155	80
17	CHILUYO CHICO	Tarata	Tarata	38	7	1	20	20
	TOTALES			1 006	255	71	2 953	1 653

Fuente: Elaboración propia, (2009)

En el Cuadro 13, se muestran respectivamente los valores totales de la cantidad de leña por un lado y la cantidad de tola, bosta y yareta por otro lado, que consumen todas las familias encuestadas, valores calculados para cada semana, cada mes y cada año. De igual manera se consideran los valores promedios de consumo de leña por un lado y tola, bosta y yareta en kilogramos por semana, por mes y por año que consume cada familia encuestada.

Finalmente se presentan los resultados de los valores promedios de consumo biomasa vegetal (leña, tola, bosta y yareta) en kilogramos por semana, por mes y por año que consume cada familia encuestada.

Con el valor promedio del consumo de biomasa total por año y teniendo en cuenta a Seifert (2000), Seifert (1998) y Creus (2004), la combustión de un kilogramo de leña emite 1,83 kg de CO₂; esto se debe a que en la leña la mitad de su masa es carbón (C) y si la relación entre el peso molecular del CO₂ y el C es de 44/12 entonces; 1 kg leña produce: $0,5(44/12) = 1,83$ kg de CO₂.

Cuadro 13. Valores promedios de uso de leña, tola, yareta y bosta en el ACRVM

	Uso de leña	Uso de tola, bosta, yareta	Uso de leña	Uso de tola, bosta, yareta	Uso de leña	Uso de tola, bosta, yareta
	kg/sem	Kg/sem	kg/mes	kg/mes	kg/año	kg/año
	95	45	380	180	4 560	2 160
	205	55	820	220	9 840	2 640
	125	75	500	300	6 000	3 600
	300	175	1200	700	14 400	8 400
	235	110	940	440	11 280	5 280
	225	125	900	500	10 800	6 000
	298	85	1 192	340	14 304	4 080
	230	145	920	580	11 040	6 970
	150	90	600	360	7 200	4 320
	120	70	480	280	5 760	3 360
	130	73	520	292	6 240	3 504
	185	130	740	520	8 880	6 240
	165	110	660	440	7 920	6 240
	185	140	740	560	8 880	6 720
	130	125	520	500	6 240	6 000
	155	80	620	320	7 440	3 840
	20	20	80	80	960	960
	2 953	1 653	11 812	6 612	141 744	80 314
		4 606		18 424		222 058
PROMEDIOS POR FAMILIA	41,59	23,28	166,37	93,13	1 996,40	1 131,18
PROMEDIOS POR FAMILIA		64,87		259,49		3 127,58

Fuente: Elaboración propia, (2009)

4.1.11. Estimación de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera

Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las emisiones se establecen en toneladas equivalentes de CO₂ según el Panel Intergubernamental de expertos para el Cambio Climático (IPCC) y los Potenciales de Aviso Globales (Global Warning Potential, GWP). Los valores para algunos gases figuran en la Tabla 3.

Tabla 3. Potenciales de Avisos Globales de Gases

Gas de Efecto Invernadero	GWP (Potencial de Aviso Global)	Peso Molecular
Dióxido de carbono (CO ₂)	1	44
Metano (CH ₄)	21	16
Óxido Nitrroso (N ₂ O)	310	44
Hidrofluorocarbonos (HFC)	10 – 6 300	66 – 152
Perfluorcarbonos (CF)	6 500 – 9 200	88 – 138
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	23 900	146

Fuente: Creus, (2004)

En Estados Unidos la referencia es el carbono y las emisiones de gases se convierten en emisiones equivalentes de carbono. La equivalencia entre el carbono y el CO₂ es:

$$\frac{\text{Peso molecular del CO}_2}{\text{Peso molecular del C}} = \frac{44 \text{ (para el CO}_2\text{)}}{12 \text{ (para el C)}} = 3,667$$

Entonces si en cada kilogramo de leña el 50 % de la composición química de la madera, (Camps, 2001) es carbono (C), entonces la razón será de $3,667 \times 0,5 = 1,83$ Kg de CO₂/ kg de leña.

Considerando los resultados del cuadro 13, en promedio una familia de 4 personas que habita en el ACRVM consume 3 127,58 kg de leña al año entonces la cantidad de CO₂ que emite dicha familia es de:

$$M_{\text{co}_2} = 3\ 127,58 \times 1,83 = 5\ 723,47 \text{ kg/año}$$

$$M_{\text{co}_2} = 5,7 \text{ t/año}$$

Con este resultado determinamos la masa total M_T de CO₂ que emiten las 255 familias que ocupan el ACRVM será:

$$M_{T\text{co}_2} = 5,7 \times 255 = 1\ 453,5 \text{ t/año}$$

4.1.12. Identificación de impactos ambientales (IIA)

Para la identificación de los impactos ambientales se utilizará las matrices de causa y efecto.

- **Aspectos ambientales potencialmente afectados**

En base a los datos secundarios obtenidos para el estudio de línea de base ambiental, se identificaron los componentes ambientales que potencialmente están siendo afectados y son los siguientes:

- **Medio físico:** Se identificaron aquellos que potencialmente se ven afectados por las actividades de extracción de leña y cocción de alimentos en cocinas tradicionales o rústicamente mejoradas, sin tener en consideración el área de amortiguamiento. Los factores identificados en el medio físico son la calidad del suelo, el paisaje, el aire en interiores, la atmósfera.

- **Medio biológico:** Se identificaron los factores ambientales del medio biológico, que potencialmente son afectados por las actividades de extracción de leña y cocción de alimentos desarrolladas en el ACRVM que están dentro del área de su influencia directa. Los factores identificados son: deforestación, extinción y migración de especies.

- **Medio socioeconómico y cultural:** Al igual que en el medio físico, los factores ambientales del medio socioeconómico y cultural, se identifican del análisis de aquellos que potencialmente se ven afectados por las actividades antes mencionadas desarrolladas en el ACRVM; sin considerar la zona de amortiguamiento.

De ello se desprenden los siguientes factores ambientales del medio socioeconómico y cultural: Conflicto ambiente-sociedad, empleo, prestación de servicios, migración, salud, calidad de vida. En el Cuadro 14 se muestra los componentes ambientales susceptibles de ser impactados. En el Cuadro 15 la matriz de impactos potenciales por componente.

Cuadro 14. Identificación de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos

Componentes Impactantes	Categoría Ambiental	Componente Ambiental	Aspecto Ambiental
1. Extracción de leña	Medio físico	Aire	Partículas en suspensión y gases de combustión en interiores
			Compuestos volátiles
Captura de CO ₂			
Emisiones de CO ₂ a la atmósfera			
2. Búsqueda, recolección y traslado de leña		Suelo	Paisaje
			Calidad del suelo
3. Uso de leña en cocción de alimentos en cocinas tradicionales	Medio biológico	Flora	Deforestación
		Fauna	Extinción y migración de especies
4. Exposición a gases emitidos en el proceso de combustión en cocinas tradicionales	Medio socio económico y cultural	Social	Salud y seguridad alimentaria
			Conflictos socio ambientales
		Económico	Creación de empleo
			Prestación de servicios
		Interés humano	Migración
			Alteración del paisaje

Fuente: Elaboración propia, 2009

- **Evaluación de impactos ambientales (EIA)**

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales, se logra con el análisis de los aspectos ambientales identificados y su interacción con los componentes ambientales que podrían verse afectados.

- **Evaluación cualitativa:** La escala de evaluación cualitativa de los impactos ambientales, se refiere al grado de incidencia de la actividad sobre un determinado componente ambiental. El Cuadro 16 muestra la escala de evaluación considerada.

La variación de la calidad ambiental establece si el cambio producido por las actividades en relación al estado inicial del componente ambiental es beneficioso o reduce la calidad ambiental. Es positivo (+) si mejora la calidad de un componente ambiental y es negativo (-) si reduce la calidad del mismo.

Cuadro 15. Matriz de de impactos potenciales por componente ambiental

	MEDIO FÍSICO						MEDIO BIOLÓGICO		MEDIO SOCIECONOMICO Y CULTURAL				
	Aire				Suelo		Flora	Fauna	Social	Económico		Interés Humano	
	Partículas en suspensión y gases en interiores	Emisión de CO2 a la atmósfera	Compuestos volátiles	Captura de CO2	Calidad del suelo	Paisaje	Deforestación	Extinción y migración de Especies	Salud y seguridad alimentaria	Creación empleo	Prestación de servicios	Migración	Calidad de vida
1. Extracción de leña				X	X	X	X	X		X	X	X	X
2. Uso de leña en cocción de alimentos en cocinas tradicionales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3. Búsqueda, recolección y traslado de leña						X	X	X		X	X		X
4. Exposición a gases emitidos en el proceso de combustión en cocinas tradicionales									X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia, 2009

Cuadro 16. Escala de evaluación cualitativa de la magnitud del impacto

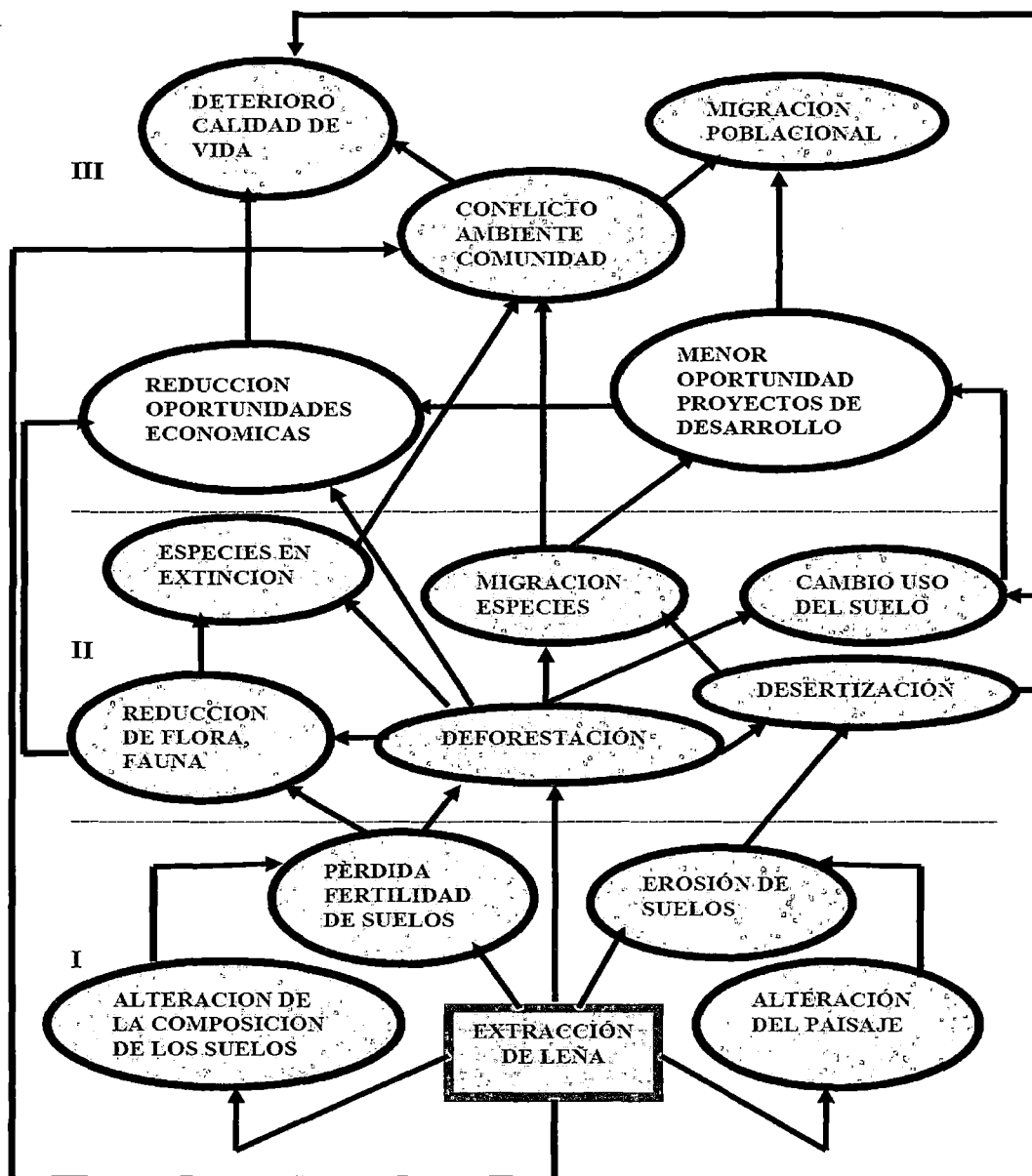
Escala	Explicación	Color
Alto (+)	Cuando el impacto puede hacer cambiar la condición inicial pero en forma beneficiosa	Verde
Moderado (+)	Cuando el impacto produce cambios notorios pero beneficiosos	Celeste
Baja (-)	Cuando la condición inicial del componente se mantiene o casi no varía	amarillo
Moderada (-)	Cuando el impacto produce cambios notorios pero no genera una desviación importante de las condiciones de línea de base.	Naranja
Alta (-)	Cuando el impacto supera los niveles aceptables, pudiendo perderse su condición inicial.	Rojo

Fuente: CAMDESO-GRT, (2007)

En las Figuras 28 y 29 respectivamente, los números romanos que aparecen en los diagramas de redes indican lo siguiente: I alteraciones en el medio físico; II alteraciones en el medio biótico o biológico y III alteraciones en el medio socio económico y cultural.

Figura 28. Evaluación cualitativa de impactos ambientales debido a la extracción de leña en el ACRVM

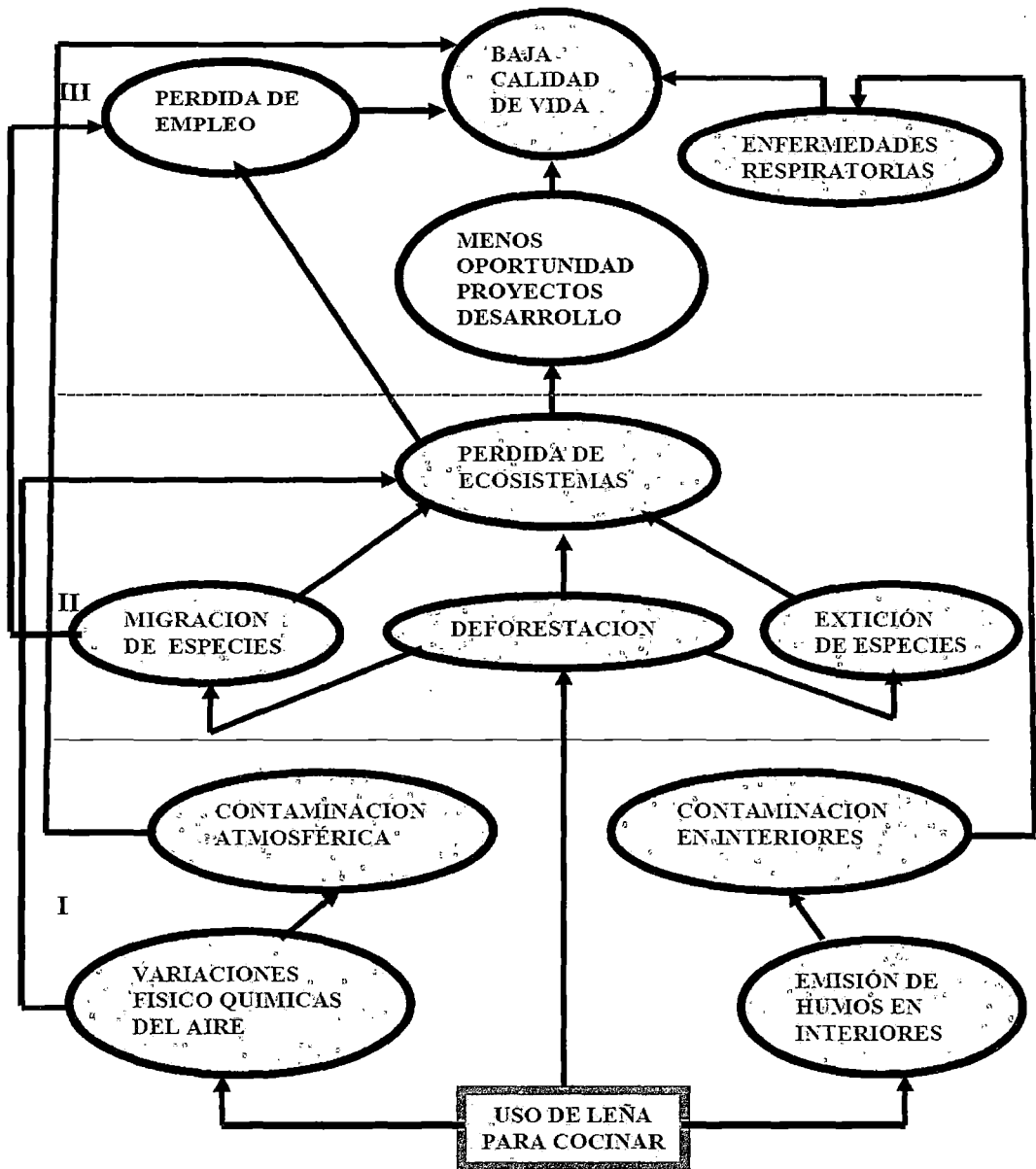
DIAGRAMA DE REDES DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA EXTRACCION DE LEÑA EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN VM



Fuente: Elaboración propia, (2009)

Figura 29. Evaluación cualitativa de impactos ambientales debido al uso de leña en cocinas tradicionales en el ACRVM

DIAGRAMA DE REDES DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL USO DE LA LEÑA PARA COCINAR EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN VM



Fuente: Elaboración propia, (2009)

- **Evaluación cuantitativa:** Luego de identificar los impactos ambientales potenciales en cada actividad realizada en el ACRVM, se procedió a evaluar dichos impactos, con la finalidad de determinar su significancia y establecer cuáles son los que producen mayor impacto y por lo tanto requerirán de mayor atención.

Para la evaluación cuantitativa de impactos ambientales se ha aplicado la metodología de Leopold modificada de acuerdo a las características de las actividades involucradas en el estudio de investigación. Se consideraron los siguientes criterios de evaluación:

- › **Variación de la calidad ambiental (Vca):** Establece si el cambio producido por la ejecución de las actividades dentro del ACRVM en relación al estado inicial del componente ambiental mejora o se afectan; es decir, es la característica relacionada con la mejora o reducción de la calidad ambiental. Es positivo (+) si mejora la calidad de un componente ambiental y es negativo (-) si reduce la calidad del mismo.

- › **Magnitud (Mg):** Esta característica se refiere al grado de incidencia de la actividad sobre un determinado componente ambiental, en el ámbito de extensión específica en que actúa. Establece la intensidad con que se manifiesta el impacto sobre el medio por las acciones realizadas. La magnitud del impacto se califica de acuerdo al Cuadro 17.

Cuadro 17. Escala de evaluación de la magnitud de los impactos

Escala	Explicación	Valor
Baja	Cuando la condición inicial del componente se mantiene o casi no varia	1
Moderada	Cuando el impacto produce cambios notorios pero no genera una desviación importante de las condiciones de línea de base.	2
Alta	Cuando el impacto supera los niveles aceptables, pudiendo perderse su condición inicial.	3

Fuente: CAMDESO-GRT, (2007).

- › **Extensión (Ex):** Se refiere a las áreas o superficies afectadas, calificando el impacto de acuerdo al ámbito de

influencia de su efecto, Siendo la extensión del impacto calificada como se muestra en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Escala de evaluación de la extensión de los impactos

Escala	Explicación	Valor
Puntual	Los efectos del impacto se presentan dentro del área directamente perturbada por la fuente del impacto.	1
Local	Los efectos del impacto se presentan fuera del área directamente perturbada por la actividad impactante, pero dentro del área de estudio.	2
Regional	Los efectos del impacto superan el área del proyecto.	3

Fuente: CAMDESO-GRT, (2007).

› **Persistencia (Per):** Establece el período de tiempo durante el cual las actividades realizadas involucran cambios ambientales, es decir, determina la persistencia del impacto en el tiempo. Siendo la duración del impacto calificada como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Escala de evaluación de la persistencia de los impactos

Escala	Explicación	Valor
Corta	El efecto generado por el impacto permanece activo en un periodo inmediato	1
Temporal	Son los que permanecen por un periodo de tiempo regular que está en función de la actividad generadora y desaparecen cuando termina dicha actividad	2
Permanente	Son aquellos que se dan en forma continua durante la operación del proyecto y persisten aun cuando cesa la actividad que lo generó.	3

Fuente: CAMDESO-GRT, (2007).

- › **Capacidad de recuperación (Rec):** Este indicador para los impactos negativos, establece la capacidad de recuperación del componente ambiental impactado, ya sea debido a agentes naturales o por intermedio de acciones de corrección o mitigación que se tengan que efectuar con el objetivo de mitigar el posible impacto. Es decir, mide la capacidad del ambiente de retornar a una situación similar o equivalente a la inicial. Siendo la recuperabilidad del impacto calificada según el Cuadro 20.

- › **Sinergia (Si):** Establece si la manifestación conjunta de dos o más impactos resultaría en un impacto mayor al que se obtendría si cada uno actuase por separado. La escala de valoración es la siguiente: si el impacto es sinérgico se le asigna un valor de tres (3), por el contrario, si el impacto no es sinérgico se le asigna el valor cero (0).

Cuadro 20. Escala de evaluación de la capacidad de recuperación de los impactos

Escala	Explicación	Valor
Fugaz	El ambiente puede retornar rápidamente a su estado inicial o equivalente al inicial sin aplicar medidas preventivas y/o de mitigación, es decir de forma natural.	1
Recuperable	El ambiente puede retornar a su estado inicial o equivalente al inicial mediante la aplicación de acciones naturales o medidas preventivas, mitigación y/o remediación,	2
Irrecuperable	El ambiente no puede retornar a su estado inicial o equivalente al inicial a pesar de la aplicación de medidas preventivas, mitigación y/o remediación.	3

Fuente: CAMDESO-GRT, (2007).

› **Significancia (Sg):** La significancia define la relevancia o importancia de cada impacto ambiental identificado para la actividad. La significancia se calcula de la siguiente manera:

$$Sg = Vca (2 Mg + Ex + Per + Rec + Si)$$

Debido a que la magnitud, es el criterio que tiene mayor injerencia al momento de definir la significancia del impacto analizado, se ha determinado asignarle una doble ponderación con la finalidad de que refleje dicha propiedad. La escala de valoración para la significancia se indica en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Escala de evaluación de la significancia de los impactos

Impacto	Rango	Significancia
Positivo	12 a 15	Altamente positivo
	8 a 11	Moderadamente positivo
	4 a 7	Baja significancia
Negativo	5 a 8	Baja significancia
	9 a 12	Moderadamente negativo
	13 a 18	Altamente negativo

Fuente: CAMDESO-GRT, (2007).

De acuerdo a la escala utilizada para los criterios de evaluación, no se obtendrán valores en el rango de 0 a 4 para impactos negativos; ni tampoco valores en el rango de 0 a 3 para impactos positivos.

- **Evaluación y descripción de impactos:** En esta parte se presenta la matriz de evaluación y valoración de impactos producidos por las actividades que conllevan a la obtención de leña para cocinar en el ACRVM de la Región Tacna. Luego se hace una descripción sucinta de cada impacto ambiental, tratando de explicar la forma en que se produce el impacto y la calificación o valoración que se le ha dado. En el Cuadro 22 se muestra el resultado de la valoración de impactos de acuerdo a los indicadores descritos previamente.

Cuadro 22. Valoración de impactos ambientales producidos por el uso de leña en cocinas tradicionales en el área de Conservación Regional Vilacota Maure.

Componente Ambiental	Impacto	Parámetro de valoración								Calificación de Impacto
		Var. Calidad ambiental	Magnitud	Extensión	Persistencia	Recuperación	Sinergia	Significancia		
Medio Biótico	Flora	Deforestación	Negativo	3	2	3	2	3	-17	Altamente Negativo
	Fauna	Migración y extinción de especies	Negativo	3	2	3	3	3	-17	Altamente Negativo
Medio Abiótico	Calidad de aire	Contaminación del aire por partículas en suspensión y gases de combustión	Negativo	3	1	2	1	3	-13	Altamente Negativo
		Contaminación del aire por compuestos volátiles	Negativo	2	1	2	1	3	-11	Moderadamente Negativo
		Emisión de CO2 a la Atmósfera	Negativo	1	1	2	1	0	-6	Baja Significancia
		Captura de CO2	Negativo	3	2	3	2	3	-17	Altamente Negativo
	Calidad del suelo	Paisaje	Negativo	3	2	2	2	0	-12	Moderadamente Negativo
		Alteración de las características del suelo	Negativo	3	1	3	2	3	-15	Altamente Negativo
Medio Socioeconómico y cultural	Salud y seguridad	Riesgo de enfermedades y quemaduras	Negativo	2	1	2	2	3	-12	Moderadamente Negativo
	Empleo	Generación de empleo directo e indirecto	Negativo	2	2	2	2	0	-10	Moderadamente Negativo
	Alteración de paisaje	Alteración de la percepción visual	Negativo	3	2	3	3	0	-14	Altamente Negativo
	Migración	Abandono de tierras y centros poblados	Negativo	2	2	2	2	0	-10	Moderadamente Negativo
	Conflictos socio ambientales	Desequilibrio del medio por el hombre	Negativo	1	3	2	2	0	-9	Moderadamente Negativo
	Prestación de servicios	Pérdida de oportunidades para brindar servicios ambientales	Negativo	3	2	2	2	0	-12	Moderadamente Negativo

Fuente: Elaboración propia, (2009)

4.1.13. Determinación de los impactos que produce el uso de leña en cocinas tradicionales sobre la salud de los usuarios.

Se estima que la mitad de la población del mundo, la mayoría ubicada en los países en vías de desarrollo, utiliza biomasa para cocinar alimentos, así como para calefacción y para calentamiento de agua. En la gran mayoría de los casos, la biomasa se quema en fogones abiertos. En estos dispositivos la combustión se da de manera incompleta, lo que provoca grandes emisiones de partículas y gases contaminantes, que a su vez pueden provocar problemas de salud en la población expuesta (PNUMA, 2005).

Se estima que la contaminación de interiores causa el 4% del total de enfermedades a nivel mundial y excede un millón de muertes prematuras al año (OPS/OMS-MINSA, 2006). En México, se calcula que alrededor del 25% de la población utiliza biomasa como fuente de energía para uso residencial, principalmente en zonas rurales. Este porcentaje es muy similar a la situación de la población rural en el Perú.

- **Contaminación en el interior**

La combustión de la biomasa en fogones abiertos se da de manera incompleta e incontrolada y genera, por ello, una gran cantidad de partículas y gases contaminantes. De acuerdo con el GIRA, (2002) la quema de biomasa en fogones abiertos genera: (a) Diecisiete sustancias consideradas "contaminantes prioritarios" por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), para las cuales existe evidencia de toxicidad; (b) más de catorce compuestos carcinógenos; seis tóxicos para los cilios y agentes muco-coagulantes; y (c) cuatro precursores del cáncer.

En el interior de las viviendas, particularmente en las cocinas, ocurre la mayor exposición a estos contaminantes, siendo las mujeres y los niños las poblaciones mayormente expuestas por pasar la mayor parte del tiempo en la cocina. La población que utiliza combustibles tradicionales de biomasa para cocinar está expuesta durante periodos de tres a seis horas diarios a niveles muy altos de contaminantes durante muchos años (GIRA, 2002).

Según un estudio llevado a cabo en el estado de México, las mujeres pasan más del 60% (entre 37% hasta 92%) de su tiempo durante el día (12 horas) en el interior de la cocina. Incorporando el tiempo nocturno, estos resultados se traducen a aproximadamente 31% del día (24 horas) en la cocina. Esto es muy similar a resultados de estudios realizados en la India y Kenia, en donde se encontró que las mujeres pasan el 28 y 32%, respectivamente, de su día (24 horas) en la cocina (GIRA, 2004) .

En las cocinas tradicionales de los países en desarrollo las concentraciones de partículas superan ampliamente las concentraciones consideradas como permisibles de acuerdo con normas internacionales establecidas para la calidad del aire en ambientes exteriores. Por ejemplo, concentraciones típicas de partículas suspendidas inhalables, conocidas como PM_{10} (por tener un diámetro aerodinámico menor a 10 μm), en cocinas que usan biocombustibles van de 300 a 3000 $\mu g/m^3$ en 24 horas; estos niveles son aún superiores en casas que utilizan fogones abiertos, ya que las concentraciones pueden llegar a niveles por arriba de 20 000 $\mu g/m^3$ (GIRA, 2002). Para

este contaminante, tanto en México como en Estados Unidos, la norma federal establece un valor máximo permisible en ambientes exteriores de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas una vez al año (GIRA 2002).

La fluctuación de las concentraciones de contaminantes durante el día afecta significativamente la exposición personal integrada a tales contaminantes. Así, en un estudio en Kenia se encontró que entre 30 y 60% de la exposición personal integrada proviene de episodios cortos de muy altas concentraciones de contaminantes (PNUD-BUN-CA, GEF, 2002).

Existen tres estudios previos que evaluaron concentraciones de contaminantes en casas que usan biomasa para cocinar en México. Estos estudios han analizado las concentraciones de partículas suspendidas en casas en Chiapas, el estado de México y la región Purépecha de Michoacán (GIRA, 2004). En el estudio de Chiapas, se analizaron las concentraciones en las cocinas cerca de la estufa y micro-ambientales al interior de la cocina, por períodos

de 16 horas. En este estudio se encontró que en casas que usan fogones abiertos los niveles promedio de PM_{10} eran de alrededor de $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cerca de la estufa y de $220 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en las mediciones micro-ambientales en la cocina.

En el estudio de Michoacán se midió la exposición personal a PM_{10} de las mujeres, durante el tiempo de cocinar y utilizando fogones abiertos. Se encontraron niveles elevados de este contaminante, con exposiciones entre 600 y 1 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Finalmente, en el estado de México se midieron concentraciones de $PM_{2.5}$ (éstas son partículas con diámetro menor a 2.5 micras y se conocen como fracción respirable o fina) y PM_{10} en cocinas que usaron diferentes combustibles y, también, en el patio de la casa por períodos de aproximadamente 9 horas. En casas en donde se utilizó biomasa exclusivamente, las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ fueron de 768 y 555 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. En cambio, las concentraciones en el exterior de las casas fueron de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para $PM_{2.5}$ y 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para PM_{10} .

- **Impactos sobre la salud**

La exposición a contaminantes emitidos por fogones abiertos pueden producir efectos adversos a la salud. La mayor cantidad de contaminantes se concentran en el interior de las viviendas y sus efectos a la salud dependen de factores como (PNUMA, 2005):

- **Emisión:** Depende de la cantidad y tipo del combustible empleado y características de la combustión y estufa.
- **Concentración:** Determinada por la cantidad de emisiones, por las condiciones interiores de ventilación y por la temperatura interior y exterior.
- **Exposición:** Función directa del tiempo de permanencia en el ambiente contaminado y de la concentración en el mismo.
- **Dosis:** Depende del tiempo de exposición, de las condiciones de respiración y características del contaminante.

- **Vulnerabilidad:** La edad, sexo, estado socio-económico, historia clínica y estilo de vida son algunos factores determinantes que influyen en la vulnerabilidad de una persona.

Existe evidencia consistente de que la contaminación intramuros debida a la utilización de biomasa al interior de la vivienda aumenta significativamente el riesgo de infecciones respiratorias agudas en niños y de enfermedades pulmonares obstructivas crónicas en adultos (GIRA, 2004). Además hay evidencia de la relación entre la exposición a contaminantes y la incidencia de infecciones en las vías respiratorias superiores, otitis media, asma, cáncer de tracto nasofaríngeo y de la laringe, tuberculosis pulmonar, insuficiencia ponderal del recién nacido y mortalidad de lactantes, así como de cataratas e infecciones oculares (GIRA, 2004). Una de las limitaciones principales de los estudios en salud humana es la falta de información sistemática y detallada de contaminación interior y de exposición personal.

4.1.14. Estimación de la tasa de deforestación

La actualización de la cobertura se puede realizar mediante la interpretación visual de las imágenes satelitales, a una escala aproximada de 1:50 000 siendo la unidad mínima de mapeo igual a 10 hectáreas. A su vez, es posible calcular la superficie de las diferentes clases en su faja correspondiente.

Por último, la tasa anual de deforestación según Franco León, (2004), es un indicador de la magnitud del proceso de deforestación anual que permite que los resultados de distintos estudios sean comparables. El algoritmo de cálculo de esta tasa se presenta a continuación:

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \times \ln \frac{A_2}{A_1}$$

Donde r es la tasa de deforestación, t_2 y t_1 son los años al final y al principio del período de estudio respectivamente, A_2 y A_1 son las superficies de bosque al final y al principio del período de estudio respectivamente. Para el cálculo de dicha tasa no se consideran

otros tipos de cambio en la cobertura forestal como la regeneración o la degradación de bosques.

En los queñoales es predominante el género *Polylepis* conocido como queñoal, quinual, quenual, representado por árboles tortuosos de porte bajo (menos de 8 m de altura). En lugares con fuertes limitaciones climáticas o edáficas, estos bosquecillos se reducen a matorrales, menores de 3 m.

Están presentes especies como *Polylepis besseri*, en la zona sur (Puno, Tacna, Moquegua, Arequipa y Cuzco); *P. incana*, en la zonas centro y sur (Ancash, Huánuco, Pasco, Lima, Ayacucho y Puno); *P. racemosa*, en las zonas norte y central (La Libertad, Ancash, Huánuco, Lima y Junín); *P. subsericans*, en las zonas central y sur (Lima, Ayacucho, Huancavelica y Puno); *P. sericea*, en la zonas central y sur-este (Ancash, Junín y Cuzco); *P. tomentella*, en la zona sur (Tacna, Puno, Cuzco, y Ayacucho) y *P. weberbaueri*, en la zona central (Ancash y Junín). En los queñoales, acompañan a las especies de *Polylepis* algunos arbustos como Cotoquisuar (*Gynoxis* sp.), Chocho (*Lupinus* sp.) y herbáceas mayormente de

tipo graminal que tapizan el suelo; ocasionalmente se presentan en los montes desarrollados, algunos ejemplares del género *Escallonia*.

En base a criterios obtenidos de Franco León, (2004)

$$TD = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \%$$

Donde: TD = tasa de deforestación anual, C_0 = cobertura al tiempo inicial, C_t = cobertura al tiempo t, y t = tiempo transcurrido entre 0 y t. Se emplean los criterios de Pauchard para la interpretación de las métricas de paisaje.

De acuerdo al patrón tradicional de deforestación y teniendo en cuenta que las comunidades no han cambiado o variado sus costumbres de usar la leña como combustible para cocinar, podemos afirmar según Franco León, (2004), que la tasa de deforestación es del 2,56 m³/familia/año.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Resultado del Estudio de Antecedentes de Creación del ACRVM.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de datos nos muestran que el ACRVM, a pesar de su reciente creación, todavía no está debidamente planificada, para su real conservación y gestión ambiental, de manera que a mediano plazo se pueda resolver los principales problemas que afronta en la actualidad, entre ellos determinar el área de amortiguamiento, efectuar programas de reforestación, incentivar el uso de tecnologías limpias y renovables como fuentes de energías, desarrollar programas de educación ambiental y establecer mecanismos de desarrollo sostenible para esta zona.

4.2.2. Base legal que fundamentó la creación del ACRVM

El estudio realizado en estos tres últimos años ha permitido observar y verificar que a pesar de existir las bases y normas legales, que permiten la creación y manejo o gestión ambiental de

un área de conservación, éstas no se aplican en toda su magnitud, ni tampoco se implementan las medidas establecidas para su desarrollo, de tal manera que algunos problemas como la extracción de leña persisten, así como la caza furtiva y la sobreexplotación del recurso hídrico, perjudicando notablemente, las funciones ambientales, sociales y económicas que tienen los bosques y matorrales, en cuanto a su relación con el ecosistema que alberga y que por ello se encuentra en circunstancias de peligro que amenaza su conservación en el futuro.

4.2.3. Categoría y estatus actual

Si bien es cierto que en el proceso de planificación de la Zona Ecológica Económica se ha identificado como uno de los principales problemas del área, la inadecuada ordenación del medio natural para mantener la relación hombre naturaleza, la biodiversidad, la prevención de riesgos ambientales y la sostenibilidad de los recursos naturales.

En la actualidad no existe una propuesta de este proyecto para llevar a otro nivel el estatus actual en que se encuentra el

ACRVM, que le permita por lo menos instalar los diferentes niveles de organización de la población para llevar a cabo el manejo sostenible del área, contrarrestando o mitigando los efectos del uso irracional de los suelos y su degradación, así como el sobrepastoreo, la caza furtiva y la sobreexplotación de los bosque y matorrales. Es de vital necesidad que el Plan de Ordenamiento Territorial sea aplicado lo más pronto posible pues es una buena herramienta para el manejo sostenible del área.

4.2.4. Estudio de la línea de base

Del estudio de flora y fauna realizada por el INRENA, y CAMDESO a petición del Gobierno Regional y la Gerencia de Recursos Naturales y Medio Ambiente, podemos decir que esta zona alberga una abundante cantidad de especies y que algunas de ellas se encuentran catalogadas como vulnerables o en peligro de extinción, como el suri y la queñoa, además los bofedales han sido impactados de tal manera que en pocos años éstos desaparecerán por completo, conjuntamente con los ecosistemas que albergan.

4.2.5. Encuestas realizadas

Los resultados obtenidos a partir de las encuestas realizadas en un intervalo de tiempo de tres años nos indica que la extracción de leña si bien es cierto no se ha incrementado de sus valores tradicionales, por su escasez; ahora se está recurriendo a utilizar los matorrales como la tola, y también la bosta y la yareta, como alternativas a la crisis de la leña que se está sufriendo en esta zona, lo cual también impacta negativamente en el medio ambiente de esta zona. Las especies más explotadas son, la queñoa, la tola, la yareta y en último lugar la bosta.

Según los cuadros elaborados, una familia de cuatro a cinco personas en promedio utiliza 3,1 toneladas métricas de leña al año, incluidas la tola, yareta y bosta; esto nos indica que estamos por debajo del promedio mundial, lo cual no significa que esta actividad deje de producir impactos negativos sobre el medio ambiente.

4.2.6. Estimación de la cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera

Según los cálculos realizados la cantidad de CO₂ que se está emitiendo en el ACRVM es de 1 453,5 toneladas métricas por año, lo cual desde el punto de vista global no representa un gran porcentaje pero a nivel local es de consideración, además de las consecuencias colaterales que esto trae para el medio ambiente.

4.2.7. Identificación y evaluación de impactos ambientales

Las actividades que producen impactos ambientales identificados, nos permite reforzar la hipótesis de trabajo, entre ellos los más importantes por los efectos que conllevan son: extracción de leña, búsqueda, recolección y traslado de leña, uso de leña en cocinas tradicionales, exposición a gases contaminantes durante la cocción de alimentos en cocinas tradicionales.

Estas actividades están impactando negativamente en el medio físico, en el medio biótico y en el medio socioeconómico, específicamente, en el aire, suelo, flora, fauna, social y económico y de interés humano.

La evaluación de impactos ambientales se realizó desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Los resultados obtenidos nos demuestran que la hipótesis de trabajo es correcta ya que en todos los casos se ha logrado establecer que estos impactos son negativos, en algunos de ellos moderadamente negativos y en otros altamente negativos y sólo en el caso de la emisión de CO₂ a la atmósfera es negativo pero de baja significancia.

4.2.8. Impactos sobre la salud de la población

El uso de la leña, la bosta y la yareta como combustible para aplicaciones domésticas tiene un impacto negativo sobre la salud de la población especialmente de mujeres, niños y ancianos, que viven expuestos a la contaminación por partículas provenientes de la combustión de estos materiales, lo cual incrementa los riesgos potenciales de enfermedades respiratorias.

Varios estudios han encontrado concentraciones muy elevadas de partículas suspendidas en casas en las que se utiliza biomasa como el combustible principal. Además, estos estudios han identificado que mujeres en zonas rurales pasan la mayoría de su

tiempo en el interior de la vivienda, con más del 50% de su tiempo en la cocina. Estas situaciones resultan en exposiciones elevadas de éstos contaminantes en mujeres de todas las edades, en particular, aquellas en edad reproductiva, y también en niños pequeños.

CONCLUSIONES

- ♦ En el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure de la Región Tacna, la demanda de leña por familia, es de 3 127,58 kg/año, y la cantidad de CO₂ emitido a la atmósfera por el uso de leña en cocinas tradicionales es de 5,7 t/a, por lo cual se puede afirmar que el consumo de leña y la emisión de CO₂ están dentro del rango internacional para los países en vías de desarrollo.
- ♦ La demanda de leña y su uso en cocinas tradicionales para preparar alimentos, está causando impactos ambientales, en el medio biótico, abiótico y socio-económico. En el medio biótico son altamente

En el medio socio-económico y cultural los impactos son moderadamente negativos con significancias entre - 9 y -12, salvo en el caso de la alteración al paisaje que es altamente negativo con una significancia de -14. Esto nos permite concluir que las prácticas ancestrales en este caso contribuyen a sustentar bajos niveles de calidad de vida de la población dentro del ACRVM.

- ♦ El estudio realizado permite concluir que las personas que habitan el ACRV pasan hasta seis horas diarias expuestas a la emisión de contaminantes, producto de la combustión incompleta de la leña, por lo cual, el uso de leña en cocinas tradicionales, están causando impactos negativos importantes en la salud de la población, sobre todo en aquellas personas que se encuentran la mayor parte del tiempo en la cocina, como son las mujeres, niños y ancianos,
- ♦ En cuanto a la tasa de deforestación, se puede concluir que al no haber cambiado sustancialmente las costumbres de la población en relación a la utilización de la leña para la cocción de alimentos, la tasa de deforestación histórica se sigue manteniendo en el promedio que es de 2,56 m³/familia/año.

RECOMENDACIONES

- ♦ Se debe realizar un estudio de investigación epidemiológica de los impactos negativos directos sobre la salud de las personas, que el uso de la leña trae como consecuencia, al ser usado para la cocción de alimentos en cocinas tradicionales en el ACRVM, principalmente sobre las vías respiratorias y el sentido de la vista.
- ♦ Es necesario realizar un estudio detallado de impactos producidos por la extracción de la leña, sobre las especies de flora y fauna, particularmente de la queñoa, el suri, la tola, la yareta y otras especies que son vulnerables, así como en el suelo y el recurso hídrico subterráneo.
- ♦ La introducción de cocinas mejoradas y cocinas solares parabólicas SK12, SK14 o SK98 pueden ser una alternativa de solución para solucionar la crisis de la leña que está ocurriendo en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure, esto permitirá revertir la situación actual y además causará impactos positivos considerables, como la reducción de la deforestación, reducción de la migración y

extinción de especies, reducción de enfermedades respiratorias, reducción de la degradación de los suelos, mejoras en la calidad de la dieta alimenticia y por lo tanto una mejor calidad de vida de la población.

- ♦ Es necesario que las municipalidades y los gobiernos regionales consideren en sus planes estratégicos de desarrollo la implementación de un programa de capacitación y difusión para el uso masivo de las cocinas mejoradas y solares en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure de Tacna, no sólo de las cocinas parabólicas SK sino también de las cocinas solares tipo caja, de acuerdo a la aceptación que este tipo de tecnología tenga en dichas comunidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. (1982), *Cocinando con energía solar para cuidar la tierra*, México: Ediciones GEA.
- Aranda, J., Briz, S., Meléndez, J. & López, F. (2003), *Análisis espectral infrarrojo de llamas para la obtención de parámetros característicos de incendios forestales*. Cáceres, España: Memorias VIII Congreso Nacional de Teledetección.151-154. Recuperado de <http://www.aet.org.es/congresos/x/cac35.pdf>
- Aranda Gallego, J. (2002), *Espectrometría de imagen en el infrarrojo: Una contribución al estudio de la combustión y a la teledetección de incendios forestales*. (Tesis de doctorado, Universidad Carlos III, Madrid). Recuperado de http://lir.uc3m.es/images/lir/descargables/tesis_jm_aranda.pdf
- Botta, R. (2010), *El fuego*, (1ra edición). Rosario: Versión Red Proteger. Recuperado de <http://www.redproteger.com.ar>
- Brizuela, E. & Romero, S. (2005), *Principios de combustión: Unidad I*. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Recuperado de <http://materias.fi.uba.ar/6730/Tomo1Unidad1.pdf>
- Canter, L. (1998), *Manual de evaluación de impacto ambiental*, (2da. Edición). Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana de España SAU

- Camacho, A. & Ariosa, L. (2000), *Diccionario de términos ambientales. [Versión electrónica]*. La Habana: Publicaciones Acuario. Recuperado de <http://www.cfvarela.org>
- CAMDESO-GRT, (2007), *Plan maestro del área de conservación regional Vilacota-Maure*. Tacna, Perú: GRRN-GRT.
- CAMDESO-MDCN, (2008), *Estudio de impacto ambiental del proyecto: Reubicación de la antena ubicada en la zona auxiliar del parque industrial de Ciudad Nueva*. Tacna: Municipalidad Distrital de Ciudad Nueva.
- Camps, M. & Marcos F. (2001), *Energías renovables: Los biocombustibles*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa
- Carzo, (2006), *Cifras básicas de la relación madera-fijación de carbono-CO₂ atmosférico*. Aranjuez: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de <http://www.enersilva.org/areasubir/articulos%20montes%20Madera-co2.pdf>
- COFOPRI, (2002), *Glosario de términos*, Lima: Organismo de Formalización de la Propiedad Informal. Recuperado de <http://www.cofopri.gob.pe/glosario/glosario.html>
- Conesa F. & Vitoria, V. (1997), *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*, (3ra edición). Madrid: Ediciones Mundi - Prensa.

- Convalan, R. Horn, M., Román, R., Saravia, L., (1992), *Ingeniería del secado solar*. Lima: CYTED Editores, Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Creus Solé, A., (2004), *Energías renovables*. Barcelona: Cano Pina, S. L.- Ediciones Ceysa.
- Dutt, G., Navia J., & Sheinbaum, C. (1989). Cheranátzicurin: tecnología apropiada para cocinar con leña. *Revista Ciencias*, N° 15.
- El Peruano, (1997), *Ley de áreas naturales protegidas, Ley N° 26834*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (1999), *Plan director de las áreas naturales protegidas, D. S. N° 010-99-AG*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (1999), *Ley forestal y de fauna silvestre, Ley N°27308*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (1999), *Estrategia nacional para las Áreas Naturales protegidas por el estado-Plan director*. D. S. N° 010-99-AG Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>

- El Peruano, (2000), *Guía metodológica de auditoría de gestión ambiental: Resolución de Contraloría 112-2000-CG*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (2001), *Reglamento de la ley de áreas naturales Protegidas, D. S. N° 038-2001-AG*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (2001), *Reglamento de la ley sobre conservación y aprovechamiento sostenible de la Diversidad Biológica, D. S. N° 068-2001-PCM*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (2001), *Estrategia nacional de la Diversidad Biológica del Perú, D. S. N° 102-2001-PCM*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (2004), *Ley general del patrimonio cultural de la nación, Ley N° 28296*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- El Peruano, (2005), *Ley General del Ambiente. Ley N° 28611*. Lima: Editora Perú. Recuperado de <http://www.editoraperu.com.pe>
- FAO, (2001), *Terminología unificada sobre dendroenergía*, Departamento forestal de la FAO. Recuperado de <http://www.termportal-fao.org/faocc/main/start.do>

- FAO, (2009), *Glosario sobre el cambio climático y bioenergía*. Roma: ONU-FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/climatechange/es>
- Fernández, M., (2003), *Glosario de términos minero-energéticos y ambientales de la legislación peruana*, Lima: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía. Recuperado de http://www.snmpe.org.pe/repositorioaps/0/0/ger/inf_glosar/GlosarioTerminos.pdf
- Fishbane P., Gaciorowics, S. & Thornton, S., (1994), *Física para ciencias e ingeniería*, (Vol I), México: Ed. Prentice Hall.
- FONCODES, (2009), *Guía de evaluación de impacto ambiental: Procedimiento interno*, Lima: Ministerio de la mujer y desarrollo social. Recuperado de <http://www.foncodes.gob.pe>
- Franco Díaz, J.M., (2007), *Diagnóstico Socioeconómico del Área de Conservación Regional Vilacota Maure*, Tacna: GRT - Gerencia Regional del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Franco, J., (2004), *Los bosques de queñoales y su importancia en el desarrollo sostenible de las comunidades de la provincia de Candarave – Departamento de Tacna*, (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann). Tacna.
- Galiano Sánchez, W., (2000), *Situación ecológica-ambiental del Santuario Histórico de Machu Picchu: Una aproximación*. Lima: PROFONANPE-Programa Machu Picchu

- García, R., (2001), *Combustión y combustibles: Teoría de la combustión*. Recuperado de <http://www.energia.inf.cu/ieemep/SyT/CDG/Taller1BURE/COMBUSTION.PDF>

- GATE-GTZ, (1985), *Estufas para ahorrar combustible*. Eschborn, Federal Republic of Germany: Vieweg & Sohn.

- GATE-GTZ, (1986), *Energy from biomass*, Eschborn, Federal Republic of Germany: Vieweg & Sohn.

- GIRA, (2002), *Uso de biomasa para preparación de alimentos y calentamiento de hogares y su impacto al ambiente y a la salud de la población expuesta a los productos de la combustión*. Michoacán: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable. Recuperado de <http://www.gira.org.mx>

- GIRA, (2003), *El uso de biomasa como fuente de energía en los hogares, efectos en el ambiente y la salud, y posibles soluciones*. Morelia: Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada. Recuperado de <http://www.gira.org.mx>

- GIRA, (2004), *El uso de estufas mejoradas de leña en los hogares: evaluación de reducciones en la exposición personal*. Morelia: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable. Recuperado de <http://www.gira.org.mx>

- Gómez Orea, D., (1994), *Evaluación de impacto ambiental*, (2da edición). Madrid: Editorial agrícola española S. A.
- GRRN-GRT, (2009), *Proyecto de ordenamiento territorial y zonificación económica-ecológica de la Región Tacna*. Tacna, Perú.
- GRT, (2005), *Compendio estadístico 2005*, Tacna: DRET, Dirección de Gestión Institucional.
- GTZ, CEPIS, OPS/OMS, MINSA, (2005) *La Implementación de Cocinas Saludables como intervención clave en el mejoramiento de la Salud Ambiental en los Andes*. Lima.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P., (1998), *Metodología de la investigación*. (2da Edición). Bogotá: Editorial MC Graw Hill.
- Icart, M. T., Fuentelsaz, C., & Pulpón, A. M., (2006), *Elaboración y Presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. Barcelona: Publicaciones i ediciones de la Universitat de Barcelona.
- IDMA, (1998), *Estudio de demanda de leña y su impacto ambiental en el Santuario Nacional de Ampay*. Abancay, Perú: Programa de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <http://www.idma.org.pe>

- INEI, (2000), *Guía Automatizada Departamental: Conociendo Tacna*. Lima.
- INRENA, (1995), *Mapa ecológico del Perú*. Lima: INRENA-Grupo Técnico Biodiversidad.
- INRENA, (2005), *Diagnóstico de la diversidad biológica de la zona altoandina de la Región Tacna*. Tacna: INRENA-Grupo Técnico Biodiversidad
- IPCC, (2008), *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Ginebra: OMM-PNUMA. Recuperado de http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- LIR-UC3M, (2001), *Teledetección infrarroja de incendios forestales*. Madrid: Universidad Carlos III. Recuperado de http://bacterio.uc3m.es/investigacion/sensores/temas/ftir/incendios/princ_fis.html
- Mayorga, E. & Sánchez, T. (1998), *Programa de Energía*. Lima: ITDG del Perú.
- Meinel, A. y Meinel M., (1976), *Applied Solar Energy*., Massachusetts: Addison Wesley Publishing Company.
- OPS/OMS-MINSA, (2006), *Seminario Polución del Aire Doméstico (PAD) por Fogones Tradicionales en el Perú: Sistematización*. Lima.

- PNUMA, (2005), *Emisión de dioxinas y furanos por quema incontrolada de biomasa*, Ginebra: Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. Recuperado de <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/cpf/Informe%20Biomasa.pdf>
- PNUD, BUN-CA, GEF, (2002), *Manuales sobre Energía Renovables: Biomasa*. (1ra Edición), San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.bun-ca.org>
- Quino Villanueva, G., (2005); *Evaluación comparativa de una cocina tradicional y una cocina mejorada para ahorrar leña*. Tacna: CERT-FACI, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Quino Villanueva, G., (2007), *Diseño, construcción y evaluación de una cocina mejorada con intercambiador de calor*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann), Tacna: CERT-UNJBG.
- Seifert D., (1998), *Propuesta para la financiación de un proyecto global de cocinas solares mediante joint implementation*, Köln, Alemania: 11º Foro Solar Internacional.
- Seifert, D., (2000), *Pasos a un programa global de la cocina solar*, Benicarló: Encuentro Solar 2000.
- Torres Muro, H., & Polo Bravo, C., (2002), *Energía y desarrollo sostenible. Memorias del X Simposio peruano de energía solar*. Arequipa: APES-UNSA. 126-130

- Torres Muro, H., Polo Bravo C. & López Cornejo O., (2003), *Impacto de las cocinas solares sobre la demanda de leña y la emisión de dióxido de carbono en la zona altoandina de Tacna*. Tacna: COIN-CERT-UNJBG.
- Torres Muro, H., Polo Bravo C. & Milla, B., (2004), Perspectiva ambiental de las cocinas solares en la zona altoandina de Tacna, *Ciencia & Desarrollo*, N° 08, 31-35.
- Toscano F., (2009), *Análisis de los parámetros y relaciones de hornos para la combustión de biomasa*, (Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral). Recuperado de [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10768/2/ TESIS%20BIOMASA.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10768/2/TESIS%20BIOMASA.pdf)
- Tosi, J., (1995), *Zonas de vida en el Perú*, Lima: ONU - INRENA, Lima, Perú
- Valdivia, D., (2009), *Elaborando la Tesis: Una propuesta*, (Tomos I y II), Tacna: Fondo Editorial UPT.
- Whitfield, D., (2003), *Ecological Cookers: An Essential Element in Bettering Household Health*, La Paz: Centro de desarrollo de la energía solar (CEDESOL). Recuperado de <http://www.solarcooking.org/media/broadcast/whitfield htm>.

ANEXOS

Anexo A: Instrumento de recolección de datos

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

ESCUELA DE POSGRADO - MAESTRIA EN GESTION AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

PROYECTO DE TESIS: "Evaluación de Impacto Ambiental Producido por el Uso de Cocinas Tradicionales en el Área de Conservación Regional Vilacota-Maure"

ENCUESTA SOBRE EXTRACCIÓN Y USO DE LEÑA EN EL AREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL VILACOTA – MAURE DE LA REGIÓN TACNA

Provincia:.....Distrito.....Estancia.....Anexo.....

NOMBRE.....Fecha.....

1. Producto que consume: Leña () Yareta () Bosta (), Otro.....

2. ¿De qué zona o lugar extrae la leña.....

Especifique el lugar: Distrito..... Comunidad.....

3. ¿Qué especies de árboles/arbustos consumen?.....

4. Cuantas cargas de: Leña (), bosta o yareta () consume a la semana () o al mes ()

5. Cuantos kilos de: Leña (), bosta o yareta () consume a la semana () o al mes ()

6. Cuantos kilos de: Leña (), bosta o yareta () vendes a la semana () o al mes ()

7. A qué precio compras/vendes la carga o kilogramo de leña?

8. ¿Existen intermediario? Si () No ()

9. ¿A qué distancia traen la leña? 1 – 5 km (), 5 – 10 km (), +10 km ()

10. ¿Cuántas horas te lleva recolectar la leña y cuantas veces al mes? .() horas, () veces/m

11. Para que usas la leña: Cocinar (), Calefacción (), Aseo (), Otro:

12. ¿Qué tipo de cocina usas? Tradicional (), Mejorada (), Barro (), Metal mejorada (), Otra ()

13. ¿Cuántas veces al día y cuantas horas usas la cocina a leña? .() veces, () horas cada vez.

14. ¿Quién cocina los alimentos? Madre sola (), Madre y otro familiar. (), padre (), otro familiar ()

15. La cocina está: Dentro de la casa (), al aire libre (), en habitación sola (), en dormitorio ()

16. ¿La cocina tiene chimenea, agujero, ventana u otra salida para el humo? Si (), No ()

17. ¿Tienen problemas de salud por el uso de leña para cocinar? Si (), no (), No sabe ()

18. ¿Qué problema de salud es más frecuente en su familia? Ojos (), IRA (), Otro.....

19. Observaciones

.....
.....

Fuente: Elaboración propia, (2007)

Anexo B: Decreto Supremo de Creación del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure

Fecha : 28-08-2009
Sección : Normas Legales
Página : 606-609 Hoja : 1 de 4

Costo :
Medida : 108 mod/col.

El Peruano

401606

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, viernes 28 de agosto de 2009



Decreto Supremo que establece el Área de Conservación Regional Vilacota Maure y desafecta la Zona Reservada Aymara Lupaca

DECRETO SUPREMO
N° 015-2009-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con lo establecido en los literales h) e i) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, modificado por el Decreto Legislativo N° 1039, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente – MINAM, esta entidad dirige el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SINANPE, evalúa las propuestas de establecimiento de Áreas Naturales Protegidas y las propone al Consejo de Ministros para su aprobación;

Que, mediante el numeral 2) de la Segunda Disposición Complementaria Final del citado Decreto Legislativo, se creó el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP, como organismo público técnico especializado con personería jurídica de derecho público interno, constituyéndose en pliego presupuestal adscrito al Ministerio del Ambiente;

Que, el numeral 2 de la Tercera Disposición Complementaria Final del Decreto Legislativo N° 1013, aprueba la fusión de la Intendencia de Áreas Naturales Protegidas del Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA con el SERNANP, este último en calidad de ente absorbente;

Que, literal b) del artículo 3° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, y el artículo 5° de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 038-2001-AG, establecen que las Áreas Naturales Protegidas de Administración Regional, denominadas Áreas de Conservación Regional, complementan el SINANPE;

Que, el artículo 7° de la precitada ley concordada con el Decreto Legislativo N° 1013, establece que la creación de las Áreas Naturales Protegidas del SINANPE y de las Áreas de Conservación Regional se realiza por Decreto Supremo, aprobado en Consejo de Ministros, refrendado por el Ministerio del Ambiente;

Que, el numeral 68.2 del artículo 68° del Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas, aprobado por Decreto Supremo N° 038-2001-AG, señala que las Áreas de Conservación Regional forman parte del patrimonio de la nación y su establecimiento respeta los derechos adquiridos con anterioridad al establecimiento de las mismas;

Que, el artículo 11° de la Ley N° 26834 prevé que los Gobiernos Regionales podrán gestionar ante el SERNANP la creación de un Área de Conservación Regional en su jurisdicción; en mérito a ello, el Gobierno Regional de Tacna mediante Ordenanza Regional N° 010-2008-CR/GOB.REG.TACNA declaró de interés regional y de alta prioridad la creación del Área de Conservación Regional Vilacota Maure en la zona alto andina de la región Tacna, así como ha remitido el Expediente Técnico respectivo para el efecto;

Que, conforme con el numeral 43.1 del artículo 43° del referido Reglamento, el establecimiento de un

Área Natural Protegida se deberá realizar en base a procesos transparentes de consulta a la población local, incluyéndose a las comunidades campesinas o nativas de acuerdo a lo establecido en el Convenio N° 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes de la Organización Internacional del Trabajo; - OIT, a través de sus organizaciones;

Que, la propuesta Área de Conservación Regional Vilacota Maure, ubicada en el ámbito geográfico de los Distritos de Palca (Provincia de Tarma), Susapaya, Ticaco, Tarata (Provincia de Tarata) y Candarave (Provincia de Candarave) del Departamento de Tacna, con una superficie de ciento veinticuatro mil trescientas trece hectáreas y mil ochocientos metros cuadrados (124 313,18 has.), alberga una significativa presencia de diversidad biológica en muy buen estado de conservación, conforme se observa del Expediente respectivo;

Que, de otro lado, las Zonas Reservadas, conforme con el artículo 13° de la Ley N° 26834, y el artículo 59° de su Reglamento, constituyen áreas que si bien tienen las condiciones para ser consideradas como Áreas Naturales Protegidas requieren la realización de estudios complementarios, pudiendo ser establecidas transitoriamente en tanto se realizan los mismos, entre ellos la evaluación de la presencia en la zona de comunidades campesinas o nativas, quienes podrían oponerse a la creación del Área Natural Protegida definitiva en vía de consulta;

Que, mediante el Decreto Supremo N° 002-96-AG, se estableció la Zona Reservada Aymara Lupaca, la misma que fuera redimensionada por el Decreto Supremo N° 003-2006-AG, sobre una superficie de doscientos cincuenta y ocho mil cuatrocientas cincuenta y dos hectáreas con tres mil setecientos metros cuadrados (258 452,37 has.), ubicada en los distritos de Santa Rosa y Capaso de la provincia de El Collao, departamento de Puno, con el objetivo general de conservar la diversidad biológica del área mediante el uso sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de las poblaciones asentadas en ella;

Que, mediante sendos Memorandos de fechas 21 de abril, 20 de junio y 21 de setiembre del 2006, las autoridades y sociedad civil de los distritos de Capaso y Santa Rosa de la provincia del Collao, departamento de Puno, se oponen a la Categorización de la Zona Reservada Aymara Lupaca como Reserva Nacional, al no haber sido consultados oportunamente y por considerar que se está atentando contra sus derechos de propiedad;

Que, la desafectación de la Zona Reservada Aymara Lupaca se incluye en el mismo proyecto normativo en el que se establece el Área de Conservación Regional Vilacota Maure, por encontrarse ambas áreas en el mismo corredor biológico que abarca la Zona Prioritaria para la Conservación Moquegua - Mazo Cruz - Maure, conforme con el Mapa 2 que en Anexo forma parte del presente Decreto Supremo;

Que, conforme con lo antes indicado, a efectos de dar debido cumplimiento al mandato del artículo 68° de la Constitución Política del Perú que establece que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las Áreas Naturales Protegidas, resulta conveniente establecer el Área de Conservación Regional Vilacota Maure así como desafectar la Zona Reservada Aymara Lupaca;

En uso de las facultades conferidas por el numeral, 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú; y,

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1°.- Establecimiento del Área de Conservación Regional Vilacota Maure

Establézcase el Área de Conservación Regional Vilacota Maure, sobre la superficie de ciento veinticuatro mil trescientas trece hectáreas y mil ochocientos metros cuadrados (124 313,18 has.), ubicada en los distritos de Palca (provincia de Tarma), Susapaya, Ticaco, Tarata (provincia de Tarata) y Candarave (provincia de Candarave) del departamento de Tacna, delimitada de

acuerdo a lo señalado en la Memoria Descriptiva, Listado de Puntos y Mapa 1 que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2°.- Objetivos del Área de Conservación Regional Vilacota Maure
Son objetivos del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, los siguientes:

2.1 Objetivo General:

Conservar los recursos naturales, culturales y la diversidad biológica del ecosistema anexo del departamento de Tacna, asegurando la continuidad de los procesos ecológicos a través de una gestión integrada y participativa.

2.2 Objetivos Específicos:

a) Conservar la diversidad biológica en base a la utilización sostenible de los recursos de flora y fauna silvestre.

b) Contribuir a la conservación de las poblaciones de Suri (*Rhea pennata*).

c) Proteger los suelos y la vegetación como reguladores del régimen hidrológico en la cuenca del Río Maure, para asegurar el aprovisionamiento de agua y otros servicios ambientales en beneficio de la población involucrada.

d) Evitar la degradación y pérdida de los recursos naturales por destrucción de los ecosistemas frágiles.

e) Crear las condiciones necesarias para la realización de actividades de ecoturismo, recreativas, educativas, científicas y culturales.

Artículo 3°.- Administración y financiamiento

El Área de Conservación Regional Vilacota Maure será administrada e íntegramente financiada por el Gobierno Regional Tacna, constituyendo labor del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SERNANP la supervisión y asesoría técnica, así como la capacitación del personal designado por el Gobierno Regional Tacna para la administración de la citada Área de Conservación Regional.

Artículo 4°.- Derechos adquiridos

Los derechos de propiedad y otros derechos adquiridos con anterioridad al establecimiento del Área de Conservación Regional Vilacota Maure serán respetados, regulándose su ejercicio en armonía con los objetivos y fines de creación del área, así como en mérito a lo normado por la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 038-2001-AG, el Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobado por Decreto Supremo N° 010-99-AG, y todas aquellas normas vinculadas a la materia.

Artículo 5°.- Aprovechamiento de los Recursos Naturales

Toda acción de aprovechamiento de recursos naturales en el Área de Conservación Regional Vilacota Maure y en su zona de amortiguamiento, debe asegurar la conservación de dichos recursos y los servicios ambientales que puedan brindar. La realización de actividades de aprovechamiento de recursos naturales dentro de esta Área de Conservación Regional requiere de la evaluación de su impacto ambiental por la autoridad competente.

Artículo 6°.- Aprovechamiento de los Recursos Naturales Renovables

Preclíbase que al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure se permite el uso directo de los recursos naturales renovables, prioritariamente por la población local, bajo planes de manejo y planes específicos, aprobados, supervisados y controlados por la autoridad competente con excepción del aprovechamiento forestal maderable. Las opciones de uso y aprovechamiento de estos recursos serán definidos por los objetivos de manejo, la Zonificación y Plan Maestro y de Uso de los Recursos del área.

401608

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, viernes 28 de agosto de 2009

Artículo 7°.- Aprovechamiento de los Recursos Naturales No Renovables

El aprovechamiento de recursos naturales no renovables al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure se permite de acuerdo a su Plan Maestro, estando sujeto a las normas de protección ambiental y a las limitaciones y restricciones previstas en los objetivos de creación del área y su zonificación. Dicho Plan Maestro se aprobará en un plazo no mayor de noventa (90) días, contados a partir de la vigencia del presente Decreto Supremo.

Artículo 8°.- Desarrollo de actividades al interior del área

El establecimiento del Área de Conservación Regional Vilacota Maure no limitará la ejecución de obras de infraestructura vial o de servicios, así como el desarrollo de actividades o proyectos al interior de la misma, sea en predios de propiedad pública o privada que sean aprobados por la autoridad competente en el marco de sus atribuciones. Dichas actividades estarán sujetas, a los objetivos de creación y zonificación y a las normas de protección ambiental.

El desarrollo de estas actividades será definido por el Plan Maestro del Área Natural Protegida y requerirán de la evaluación de su impacto ambiental. La aprobación de las evaluaciones del impacto ambiental de las actividades en mención, deberá contar con la opinión previa favorable del SERNANP.

Artículo 9°.- Desafectación de la Zona Reservada Aymara Lupaca

Desafectese la totalidad del área de la Zona Reservada Aymara Lupaca y, en consecuencia, deróguense y/o déjense sin efecto los Decretos Supremos N°s. 002-96-AG y 003-2006-AG.

Artículo 10°.- Refrendo y vigencia

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintiséis días del mes de agosto del año dos mil nueve.

ALAN GARCÍA PÉREZ,
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

**MEMORIA DESCRIPTIVA
ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL
VILACOTA MAURE**

La presente memoria descriptiva tiene la finalidad de delimitar el Área de Conservación Regional Vilacota Maure.

Base Cartográfica

Carta Nacional IGN escala 1/100 000

Código	Nombre	Datum	Zona
35-v	Tarata	WGS 84	19
35-x	Río Maure	WGS 84	19
36-x	Palca	WGS 84	19

Superficie:

Ciento veinticuatro mil trescientas trece hectáreas y mil ochocientos metros cuadrados (124 313,18 has.).

Noreste

Partiendo del punto N° 1 ubicado en la cima del nevado Iscallarjanco el límite continúa en dirección sureste por la divisoria de aguas coincidiendo con el límite suroeste de la Zona Reservada Aymara Lupaca (Decreto Supremo N° 003-2006-AG), hasta la confluencia de río Callapuma con el Río Maure.

Este

Desde el último punto descrito el límite continúa por el río Callapuma aguas arriba hasta una de sus nacientes ubicada en el punto N° 2 desde donde se continúa en dirección este por divisoria de aguas que separa a la quebrada Palcumá de la quebrada Picananí, hasta la cima del cerro Quiquisana; el límite continúa por divisoria de aguas en dirección sureste hasta alcanzar las nacientes de una quebrada sin nombre, tributaria del río Uchusuma por su margen izquierda, continuando por esta quebrada aguas abajo hasta su desembocadura en el río Uchusuma en el punto N° 3, continuando aguas abajo del río antes mencionado hasta el punto N° 4 ubicado en una quebrada sin nombre tributaria al río Uchusuma por su margen derecha.

Sur

Desde este punto, el límite continúa por esta quebrada sin nombre aguas arriba hasta sus nacientes en el cerro Ancochaullane, prosiguiendo por la divisoria de aguas en dirección noroeste hasta alcanzar la cordillera El Barroso.

Suroeste

Desde el último punto descrito, el límite continúa en dirección noroeste por la divisoria de aguas de la cordillera El Barroso, prosiguiendo por la cima del nevado Chontacollo en dirección noroeste hasta alcanzar las nacientes de una quebrada sin nombre tributaria al río Ticalaco en su margen izquierda, continuando por esta aguas abajo hasta su desembocadura en el río antes mencionado, para luego continuar desde la margen opuesta a la desembocadura en dirección a la divisoria de aguas hasta la cima del cerro Negro, continuando por la divisoria de aguas en dirección noroeste hasta alcanzar las cumbres del cerro Yanacachi, continuando por divisoria de aguas en dirección noreste hasta alcanzar la cima del cerro Iscampu para luego continuar en dirección noroeste siempre por divisoria de aguas hasta alcanzar la cima del cerro Señoraca, continuando luego en dirección suroeste por divisoria de aguas hasta alcanzar las cumbres del cerro Ichocollo continuando en dirección oeste siempre por divisoria de aguas hasta alcanzar al río Calientes en el punto N° 5, se prosigue por la desembocadura de una quebrada sin nombre aguas arriba hasta el punto N° 6 ubicado en la intersección en la cota de nivel de los 3600 de altitud, continuando luego por esta misma cota en dirección oeste hasta la intersección de una quebrada sin nombre en el punto N° 7, desde este punto el límite prosigue aguas abajo por una quebrada sin nombre hasta el punto N° 8, para luego continuar en línea recta con dirección noroeste hasta llegar al punto N° 9, desde este punto el límite continúa por otra quebrada sin nombre aguas arriba en dirección noreste por divisoria de aguas hasta alcanzar el punto N° 1 inicio de la presente memoria descriptiva.

**LISTA DE PUNTOS DE GEOREFERENCIA
ÁREA DE CONSERVACIÓN
REGIONAL VILACOTA MAURE**

Puntos	Este	Norte
1	362615	8119824
2	421873	8069094
3	421540	8060564
4	422563	8057771
5	374659	8092887
6	373946	8093558
7	372451	8093987
8	370466	8091597
9	369739	8093682

La versión digital oficial de los límites se encuentra en el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SERNANP y constituye en lo sucesivo el único documento al que deberá recurrirse en materia de ordenamiento territorial a todo nivel.

