

Fundación **ECOANDINA**

Los Arces 195

4400 Salta

TX.: 088-222874

USO DE
COMBUSTIBLE VEGETAL
Y SU DIMINUCIÓN
MEDIANTE APROVECHAMIENTO DE
ENERGÍA SOLAR

**Caso ejemplar de MISA RUMI,
PUNA JUJEÑA, NW - ARGENTINA**



Jujuy, Noviembre de 1998

Autores:

Cand. Ing. Christoph Mueller
Téc. Liliana del V. Bustamante

Resumen:

Misa Rumi es un pueblo compuesto por quince familias, cada una de ellas está formada por un promedio de nueve integrantes.

Tanto Misa Rumi como otros PUEBLOS ANDINOS utilizan la leña de la zona como material combustible en gran medida, esto se debe al bajo costo de la leña, que la mayoría de las veces es nulo, y a que es la forma más tradicional de cocinar sus alimentos. Cabe aclarar que cuentan con la posibilidad de utilizar gas pero por una cuestión de ahorro no lo hacen en gran medida.

El trabajo realizado consta de dos etapas, estando la primera destinada a medir y a conocer el consumo real de leña por familia. La segunda etapa consistió en promover la utilización del Horno Solar y la Parabólica. Estas dos etapas contaban a su vez con tres visitas diarias a cada familia para realizar las mediciones correspondientes y para enseñar el uso de los nuevos artefactos a la gente.

Como resultado de la primera etapa de estudio, podemos afirmar que existe un consumo promedio de leña por persona de 1,88 kg. En instituciones como el comedor vecinal, el consumo por persona es de 0,67 kg de leña, único combustible, utilizado solo en la elaboración de el almuerzo de lunes a viernes. Para la escuela albergue, el consumo de leña por persona es de 1,78 kg consumidos en cuatro comidas diarias.

En la segunda etapa de estudio se propone a la ENERGIA SOLAR como una posibilidad en el ahorro de leña. Continuando o iniciando para tal fin experiencias con cocinas SOLARES en familias del lugar y escuela. Para su concreción participaron seis familias y la escuela primaria. Los datos obtenidos en esta etapa de uso de energías no convencionales, dan como resultado un consumo promedio por persona de 1,16 kg de leña al día. Esto implica un ahorro promedio de 38 % en la utilización de leña como combustible.

Cuando se agrega la cocina solar parabólica, la reducción promedio es de 1,70 kg por persona en el uso leña, evidenciando un ahorro diario del 89 % en el consumo de leña.

La experiencia en la escuela con cocinas solares denota una merma del 35,42 % del consumo de leña, siendo el gasto de combustible leñoso por persona de 1,15 kg.

La cocción de pan en horno de barro es de gran incidencia en el consumo total de leña, mostrando en la realidad que un poblador necesita para elaborar 1 kg de harina aproximadamente 2 kg de tola, su principal combustible.

Finalmente, la investigación señala que en el pueblo de Misa Rumi, tienen un consumo total aproximado de 1700 kg por semana, el cual se reduciría a 400 kg de leña si todos los pobladores utilizaran cocinas solares y en menor medida combustibles convencionales en la preparación diaria de sus alimentos.

1. INTRODUCCION.....	4
2. EL PUEBLO MISA RUMI.....	5
CONDICIONES CLIMÁTICAS EN EL ALTIPLANO.....	6
DEMOGRAFÍA DE MISA RUMI.....	8
RECURSOS ECONÓMICOS.....	9
3. CARACTERISTICAS DE LA LEÑA AUTÓCTONA.....	10
4. CARACTERISTICAS DE LEÑA DE OTRAS REGIONES.....	13
5. COSTUMBRES PARA LA RECOLECCIÓN DE LEÑA.....	14
6. TIPOS DE COCINAS SOLARES UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO.....	15
COCINA SOLAR COMUNITARIA.....	15
COCINA PARABÓLICA PARA FAMILIAS:.....	16
HORNO SOLAR PARA LA FAMILIA:.....	17
7. ACEPTACIÓN DE LAS COCINAS SOLARES.....	18
8. RESULTADOS DE MEDICIONES.....	20
9. CONCLUSIONES.....	24
10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	26

1. INTRODUCCION

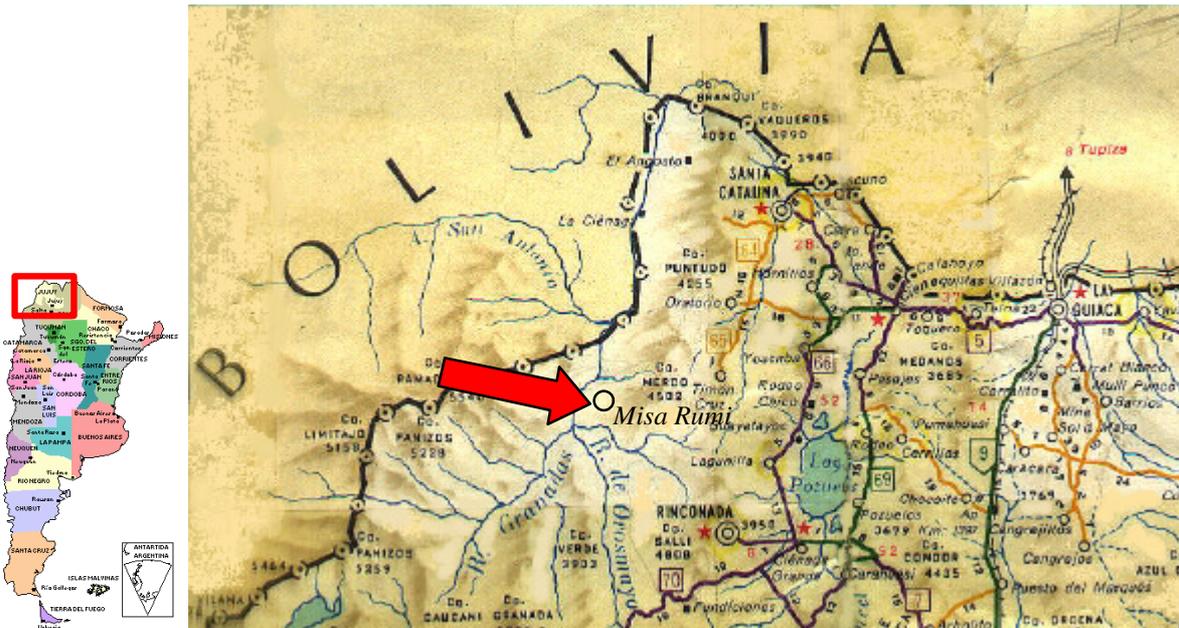
USO de LEÑA con experiencias en COCINAS SOLARES, es un trabajo de investigación científica que propone el uso diversificado de combustibles convencionales y no convencionales. En la concreción de este estudio participaron seis familias, la escuela primaria y el Comedor Vecinal.

El objetivo central de este estudio fue la utilización habitual de leña en Misa Rumi y sus formas de consumo . El estudio constó también de experiencias con cocinas solares en domicilios particulares y en la escuela. Fueron dos etapas durante las cuales se realizaron las mediciones correspondientes, lo cual nos permitió, con las cifras obtenidas calcular el uso de leña de todo un pueblo con y sin energía solar.

Estos datos se presentan como la herramienta base para estudios posteriores acerca de la existencia de un impacto en el medio ambiente o no por la recolección de leña.

La inquietud de realizar este estudio surge a partir de estudios previos que afirman se estaría produciendo una desertificación de la puna, ya que “la extracción de leña genera una desestabilización poblacional traducida en la sostenida disminución de los ejemplares más vigorosos y de mayor capacidad productiva” (González Arzac, Eduardo. CFI. 1995).

Es por eso que se menciona como importante el “ aprovechamiento de la energía solar, una alternativa para satisfacer las necesidades calóricas”,(González Arzac, Eduardo. CFI. 1995), y sustituir parcialmente el consumo de leña. Esto disminuiría en gran medida el consumo de leña.



2. El pueblo Misa Rumi

El pueblo de Misa Rumi está ubicado en el departamento de Santa Catalina, en el extremo noroeste de la provincia de JUJUY, aproximadamente a 420 km. de la capital de dicha provincia. Esta localidad tiene once (11) años de existencia; su nacimiento se produjo en



respuesta a una necesidad educativa, teniendo como base la Escuela N° 423 de San Juan de MISA RUMI. Sus pobladores se congregan alrededor de ella desde 1989. Tiene una población compuesta aproximadamente de ciento treinta personas, siendo el 30% de dicha cifra niños menores de 10 años de edad. La gente del pueblo recibe atención primaria de la salud en una sala de primeros auxilios a cargo de un agente sanitario que reside en el lugar. Institucionalmente depende de la Comisión Municipal de Cusi Cusi,

através de su Centro Vecinal jurídicamente constituido. Su geografía responde al semidesierto puneño a 3740 msnm; tiene un relieve accidentado compuesto por cerros, quebradas y elevadas altiplanicies. Lo suelos son arenosos y pedregosos, con cierto porcentaje de salinidad y pobres en materia orgánica. El paisaje vegetal está compuesto por estepas arbustivas nanofanerófitos (20 a 100 cm. de altura) de tolares y pastizales.

Esta localidad se caracteriza por tener un clima seco, con amplitudes térmicas extremas entre el día y la noche. Las lluvias, generalmente estivales, son escasas, y suman de 100 a 300 mm. anuales.

Su hidrografía es escasa, el pueblo es atravesado por dos pequeños arroyos secos la mayor parte del año. Sin embargo, el agua es provista por los ríos Chuspimayo (que cuenta con explotaciones auríferas familiares y comunitarias) y el Orosmayo. Este último abastece de agua para consumo de la gente del pueblo. El agua es extraída por medio de bombeo, siendo la energía solar el medio utilizado para tal fin.

Misa Rumi cuenta con diversos caminos de tierra consolidados que lo conectan: hacia el NE, con la ciudad fronteriza de La Quiaca (ubicada a 120 km.) y hacia el SE con la ciudad de Abra Pampa (ubicada también a 120 km.). Esta pueblo cuenta con dos calles y con un camino provincial que lo atraviesa y conecta con el resto de las localidades.

Las construcciones particulares y comunales se caracterizan por ser de adobe, con techo de zinc o de torta de barro.

La energía eléctrica de esta localidad es provista mediante Energía Solar y Eólica, contando con estas instalaciones todos los hogares del pueblo, permitiendo así el uso de artefactos eléctricos de bajo consumo de energía. Este sistema provee también de electricidad para el alumbrado público.

Todas las familias tienen “fuegueros”, estos consisten en elevaciones del piso hechas de adobe o cavadas en la tierra, atravesadas por pedazos de hierros que sostienen los elementos para la cocción de alimentos. La mayoría de las familias posee cocinas pequeñas a gas. Para la elaboración de pan poseen grandes hornos de barro (semiesferas de adobe construidas en dos paredes bajas con un diámetro aproximado de 1,00 m a 1,60 m).

Condiciones climáticas en el Altiplano

Debido a que la Puna se encuentra ubicada a elevadas alturas, al subir el aire hasta dicha zona, gran parte de la humedad contenida en él se pierde, por lo tanto la humedad promedio de la Puna solo alcanza el 15%.

Así es que la extrema sequía en el Altiplano tiene como resultado amplitudes extremas de temperaturas, por la no existencia de masas compensadoras de agua. Las noches son frías por la gran pérdida de radiación en el espacio.

En los fríos meses de invierno las temperaturas de junio a julio durante la noche alcanzan a ser de -15°C , no así en el día, ya que ascienden a 15 o 20°C . Las temperaturas diarias promedio están en los 5°C .

La extrema sequía, la altura y cielos continuamente limpios tiene como resultado una radiación solar que solo puede encontrarse en pocos lugares del mundo. De los 1300 W/m^2 encontrados en el espacio 1200 W/m^2 impactan a la tierra por lo que, la pérdida de la energía en la atmósfera es mínima. La sumatoria de la energía de radiación es de $6 - 7\text{ KWh/m}^2$ cada día, aún en los días de invierno. Por lo tanto el uso de energía solar parece ser evidente.

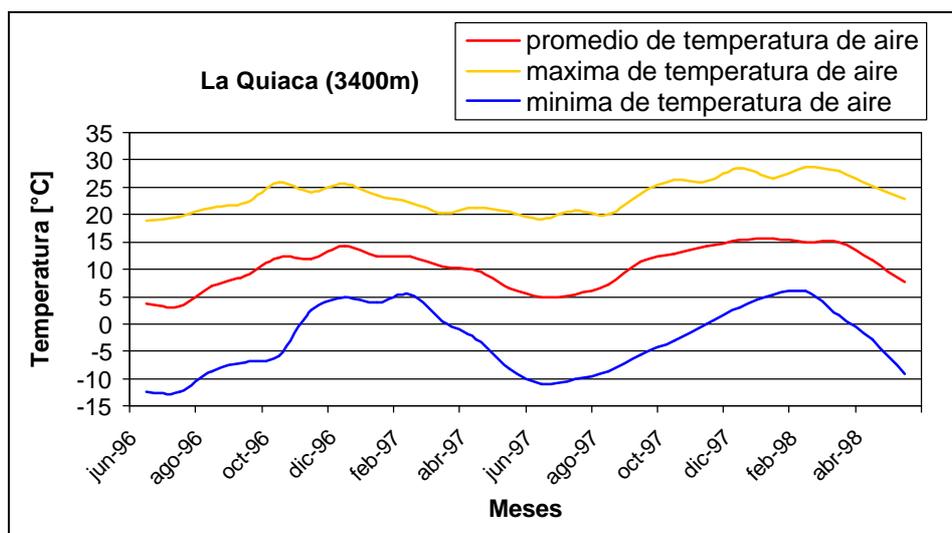


Diagrama 1

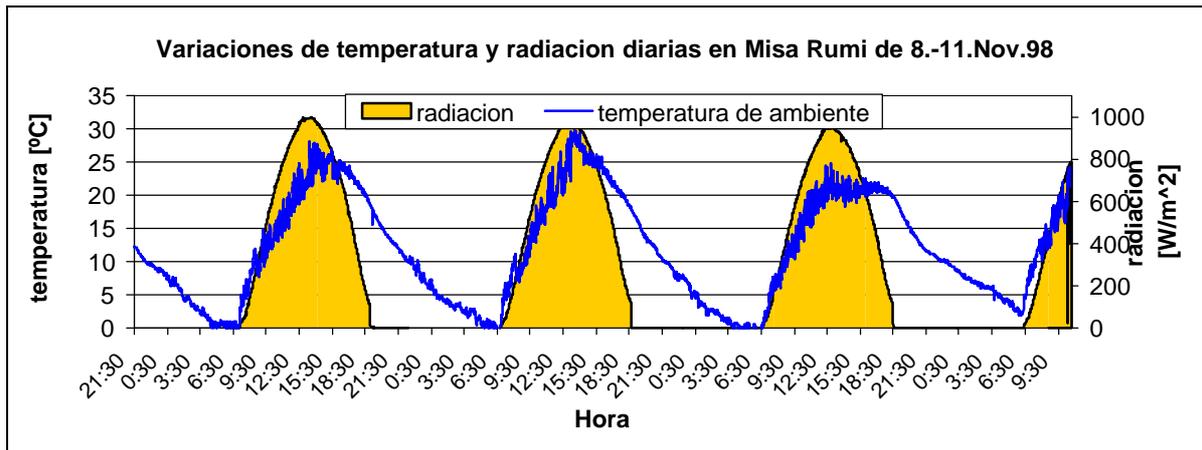


Diagrama 2

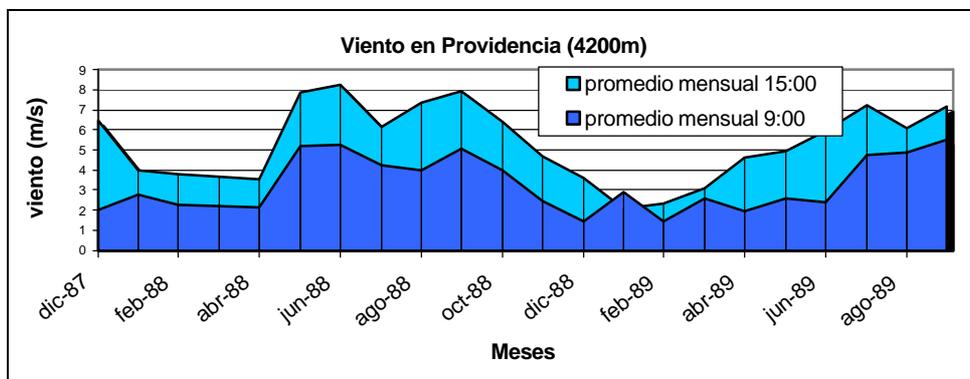


Diagrama 3

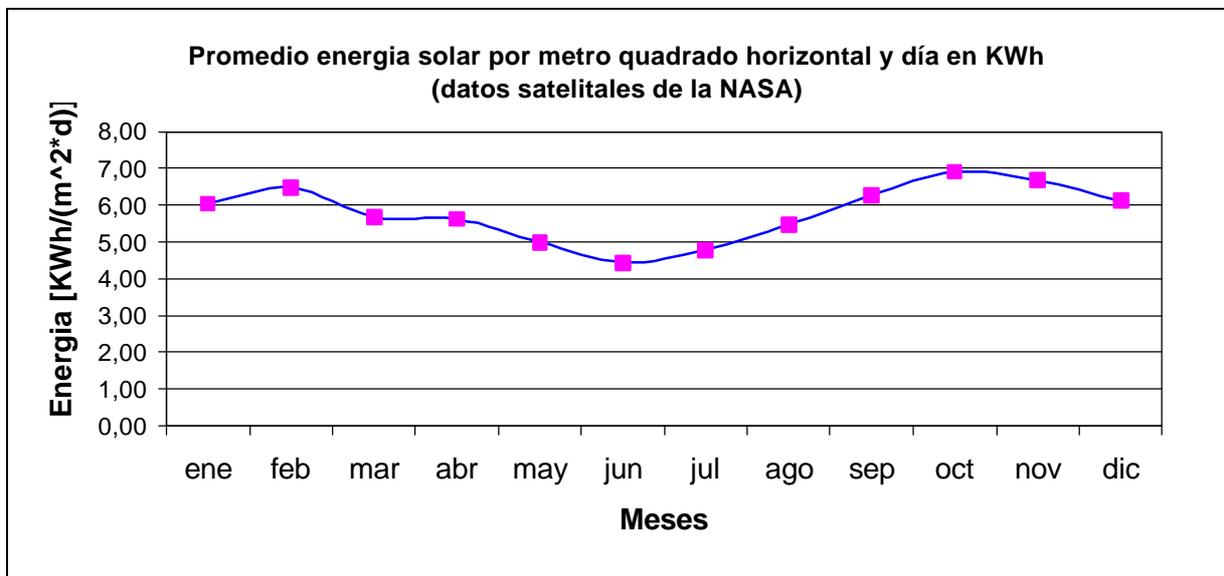


Diagrama 4

Demografía de Misa Rumi

La población de Misa Rumi cuenta con un total 135 habitantes (fuente Centro Vecinal nov.1998), agrupados en 15 familias con un promedio de 9 personas cada una. Dichas familias residían en lugares dispersos de los departamentos de Rinconada y Santa Catalina en la Puna Jujeña, pasando a partir de 1989 a conformar paulatinamente lo que hoy es el pueblo de Misa Rumi.

La distribución actual de las edades de la población de Misa Rumi presenta una estructura piramidal (ver diagrama 5). Esta estructura está conformada mayormente por niños y jóvenes. Presumiblemente esto implica una población en expansión. Pero debido a la falta de datos de la mortalidad en las diferentes edades y los movimientos migratorios esta afirmación no es total, aunque los datos muestran una emigración de personas entre 25 y 35 años.

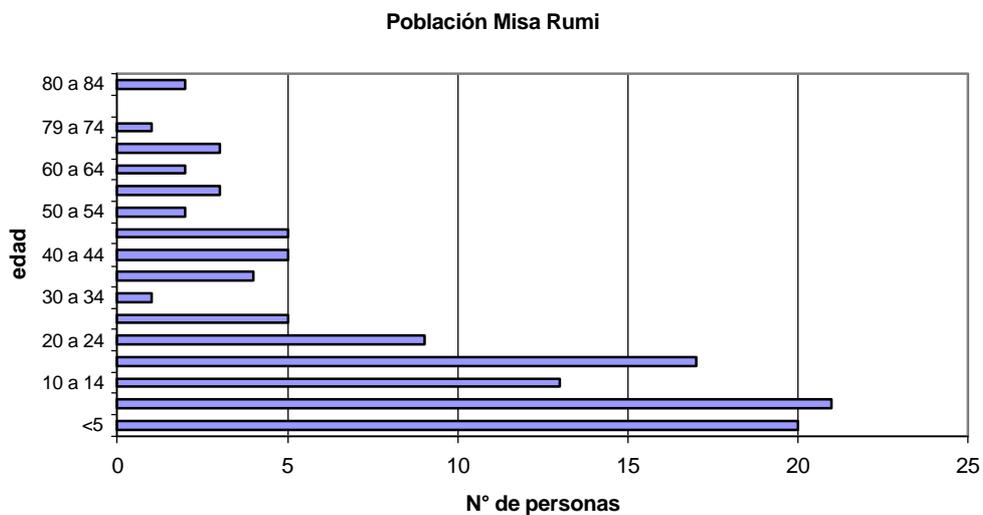
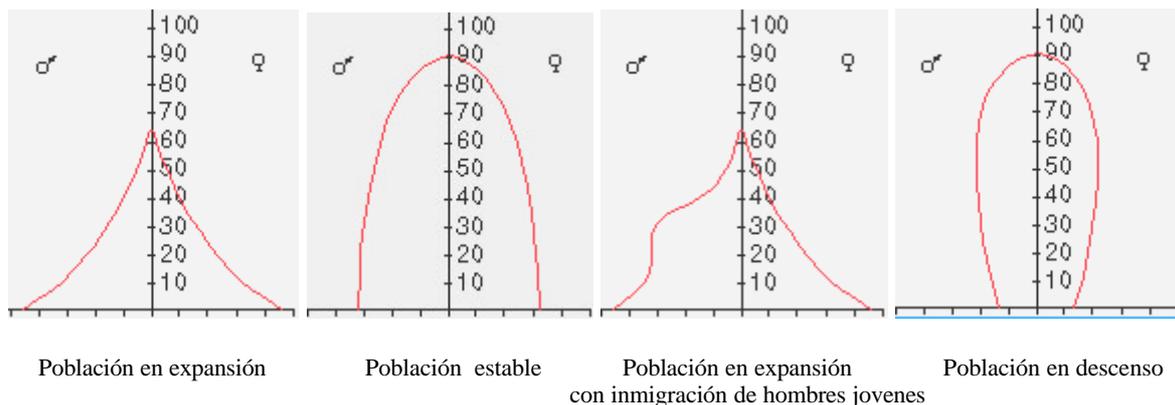


Diagrama 5



Fuente: P. HAGGETT 1991

Diagrama 6

Recursos Económicos

La cría de ganado, caprino, ovino y camélidos fue el principal recurso económico de los habitantes. Actualmente lo son: la actividad ganadera y la minería particular, los cargos en la administración pública y los programas nacionales (Plan Trabajar).

El número de animales por familia es una variante a tener en cuenta en el estudio del impacto de uso y extracción de leña en la región. La cría de ovejas, especie no autóctona de la zona, constituye en gran parte un problema a considerar para la conservación del medio.

Cada familia posee una cantidad promedio de 50 animales entre caprinos, ovinos y camelidos. La cual se ha visto reducida notablemente por la persistente sequía de los últimos tiempos. Esto es confirmado por el presidente del Centro Vecinal el Sr. Santos Martínez, quien manifiesta, que antes de la constitución del pueblo como tal, las familias poseían mayor número de animales pues era su único sustento y trabajo.

En los domicilios de Misa Rumi solo puede observarse cría de ganado ovino muy pequeños, alimentadas con leche, maíz, restos de verduras y en menor medida con especies de tola u otro vegetal. Sin embargo, existen rastros de su presencia abundante tiempo atrás, así lo demuestran un gran corral y depósitos de estiércol de oveja (guano) en las cercanías. La presencia de asnos es visible solo cuando algunos pobladores los traen al pueblo desde sus lugares de pastoreo para llevar o traer carga.

Esta localidad posee un bañadero comunal de llamas, lo que representa su presencia esporádica de este ganado en cercanías del pueblo.

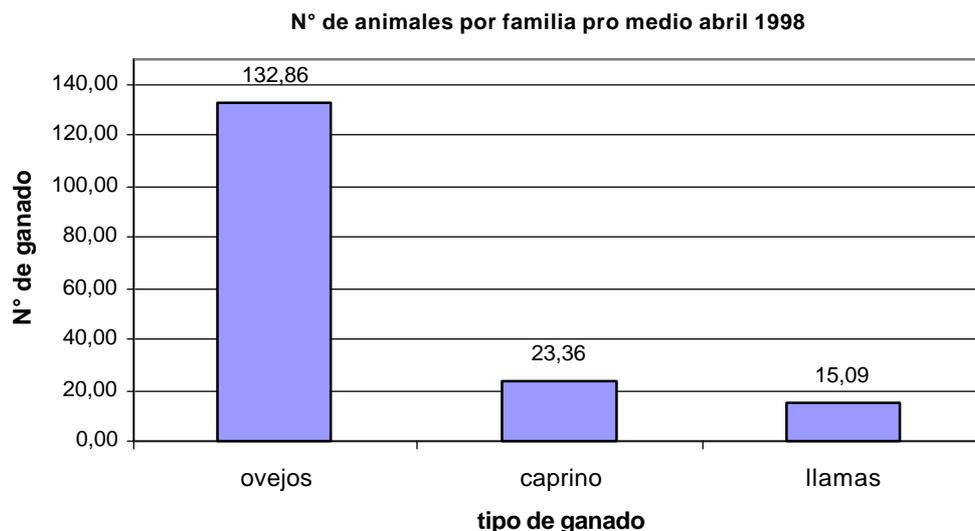


Diagrama 7

Los lugares de pastoreo coinciden generalmente con los de recolección de leña debido a que muchas de las especies combustibles también son forraje para los animales.

Se observa la pequeña altura de las especies vegetales que circundan al poblado evidenciando la acción de los animales en este recurso.

3. Características de la leña autóctona



Foto 1.

RICA-RICA (*Acantholippis hastulata*) (Foto 1. N°1): especie arbustiva y subarbustiva, tiene como area de desarrollo el semidesierto Altoandino-Puneño y Prepuneño, Bolivia y Noroeste Argentino entre los 3000 y 4300 msnm es un arbusto con ramas y espinas, hojas reducidas y resinosas. Se caracteriza por ser una planta medicinal, aromática y también un combustible leñoso.

Precisa suelos arenosos, pedregosos y salinos. Llega a tener una altura entre 20 cm y 1,50 cm.. Los camelidos, caprinos y ovinos la utilizan como alimento.

LEGIA (*Baccharis incarum*) (Foto 1. N°2): especie arbustiva, su area de distribución es el semidesierto Altoandino y el semidesierto puneño. Necesita suelos arenosos y pedregosos suele encontrarse en laderas y lecho de rios. Su altura es de 50 cm. a 1, 20 cm.. Es consumida como forraje por camelidos, caprinos y ovinos. La planta completa (hojas-ramas-raiz) es utilizada como combustible.

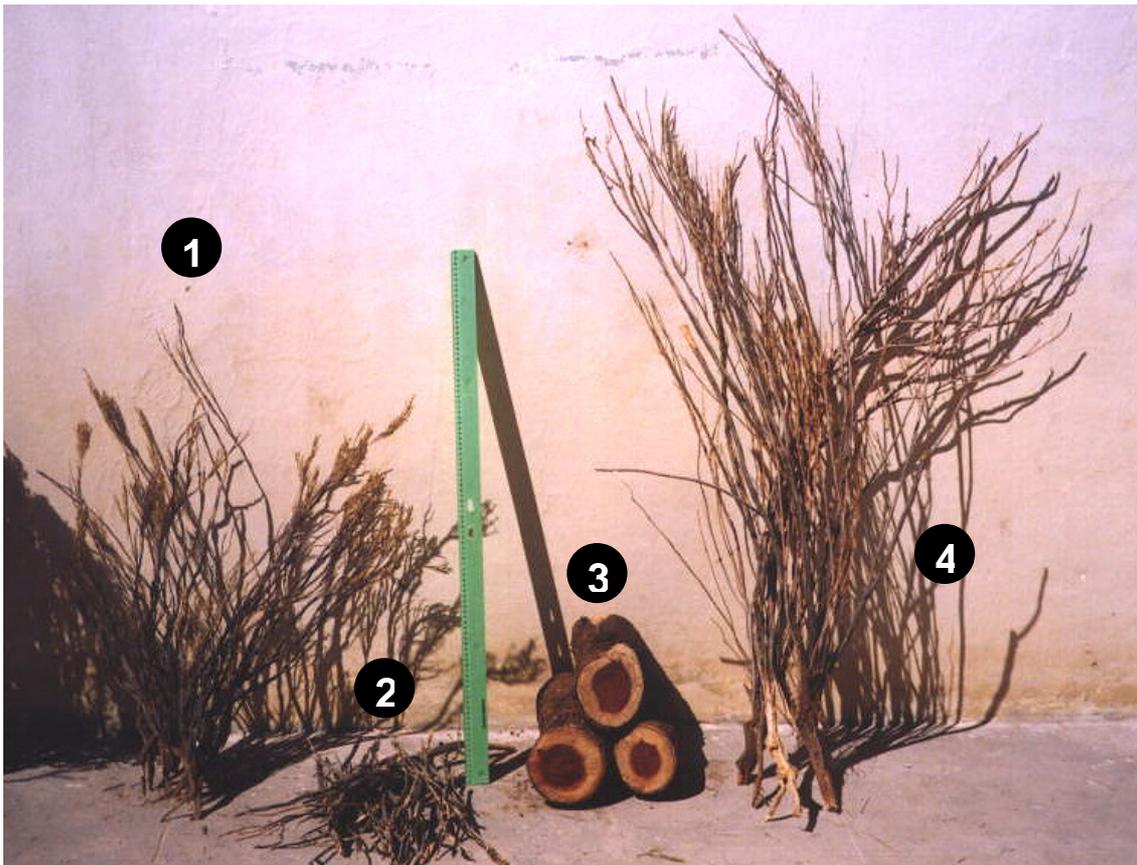


Foto 2.

TARA (*Fabiana denudata*) (**Foto 2. N°1 y N°2**): arbusto de 60 cm a 1, 50 cm de altura se la encuentra en terrenos arenosos y pedregosos agrupadas en estepas en el semidesierto Altoandino- Puneño. En el NOA suele desarrollarse hasta los 4200 msnm.. Es una planta medicinal, tintórea y combustible, sus hojas y ramas son alimento para el ganado ovino, caprino y camelidos.

TOLA de RIO (*Parastrephia phyllicaeformis*) (**Foto 2. N°4**): arbusto desarrollado en el semidesierto Altoandino-Puneño y Monte. En el NOA entre los 3300 Y 3400 msnm.. Especie muy ramificada, con hojas escamiformes, xerofítica, resinosa y aromática.. Se la encuentra en estepas y matorrales, necesita suelos arenosos como la de los rios para crecer. Es consumida por equinos, caprinos, camelidos y ovino. La planta completa es combustible leñoso.

TOLA QUIRUTA / TOLA VACA – VACA (*Parastrephia lepydophylla*): arbusto cuya area de distribución es el semidesierto Puneño y Prepuneño. En el NOA se la encuentra entre los 3700 a 5000 msnm.. Posee copa frondosa y muy ramificada con hojas persistentes y resinosas, forma “tolares” en márgenes de los rios. Su aprovechamiento es variado, forraje para animales, como planta medicinal, tintorea y para construcción de refugios, al igual que combustible.



QUEÑOA (*Polylepis tomentella* – *rosáceas*) **QUEÑO**A (*Polylepis tomentella* – *rosáceas*) (**Foto 3.**): es una especie arbustivo y arborecense de el semidesierto Puneño entre los 3500 a 4300 msnm en el NOA, con desarrollo propicio en suelos arenosos, pedregosos de laderas y valles andinos. Cada comunidad vegetativa se agrupa en bosques, matorrales, es utilizado como forraje por ganado ovino y camelidos, es considerado un valioso combustible por su valor energético importante..

Foto 3.

YARETA (*Azorella compacta*-*Apiaceas*) (**Foto 4**): especie de Sur América, de los semidesiertos andino-Puneños en el NOA se desarrolla entre los 3400 a los 5000 msnm en estepas y matorrales de suelos pedregosos y secos en laderas y lomadas. Caméfito de hasta 300 cm de diámetro. Su uso es variado, forraje para camelidos, caprinos y ovinos como así también usos medicinales y es un importante combustible. Forma manchones dispersos y bajos a lo largo y ancho de la altiplanicie andina.



Foto 4.

4. Características de leña de otras regiones

QUEBRACHO COLORADO(*Schinopsis haenkeana*): su area de desarrollo es Sudamérica tropical y subtropical, en Argentina norte, centro y noroeste en montañas bajas de hasta 1500 msnm. Se los encuentra en laderas y valles formando bosques en la región fitogeográfica de Yungas –pastizales, transición Yungas Chaco y bosque Chaqueño de llanura. Su altura varia entre 8m a 20 m, de esta masa vegetativa se extrae Tanino, postes, madera y leña. Esta especie llega a la región puneña fraccionada en cilindros de entre 30 cm a 40 cm, con diámetro aproximado de 25 cm a 50 cm con corteza y entregados por tonelada a instituciones públicas que brindan servicio de comedor y alojamiento.

QUEBRACHO BLANCO(*Aspidosperma quebracho blanco*-*Apocinaceas*): se encuentra en bosques y matorrales en Sudamérica el noroeste argentino lo desarrolla en suelos arcillosos de hasta 1500 msnm.. Las provincia fitogeográfica de Yungas y bosque Chaqueño serrano y de llanura lo contienen. Especie arboresense de 5m a 15 m de altura. Es utilizado como medicina, madera, carbón y leña. Se la encuentra en comedores y escuelas de la región puneña fraccionada en cilindros de entre 20 cm y 30 cm, con un diámetro aproximada de 12 cm a 25 cm.

CEBIL COLORADO(*Pittadenia macrocarpa*): se desarrolla en región de yungas (bosque montano), transición yungas chaco, bosque chaqueño de llanura en el norte de Argentina. De sus bosques se extrae madera valiosa, corteza para tánica y combustible leñoso.

CEBIL BLANCO(*Piptadenia excelsa*): con una altura aproximada de 10 m a 20 m este árbol de la Sudamérica tropical –Yungas-Trans. Yungas-Chaco y Bosque chaqueño se desarrolla en bosques ubicados entre los 600 m y 1500 msnm. Es considerado medicinal, de corteza tanífera, madera valiosa y combustible leñoso. Llega a las instituciones públicas fraccionada en cilindros de entre 30 cm y 50 cm con un diámetro de 10 cm a 15 cm.

TIPA AMARILLA(*Cascaronia astragalina*): especie arboresense de suelos húmedos con area de distribución en zona de YUNGAS y Transición. YUNGAS-CHACO de Bolivia y NOA. Sus bosques se desarrollan en cercanías de ríos y espacios selváticos abiertos con alturas de entre 5m a 20m. Es utilizado generalmente como combustible.

5. Costumbres para la recolección de leña

La distancia de los lugares de recolección de leña varían entre los siete a quince kilómetros, tomando como base el pueblo de Misa Rumi. Los más nombrados son: hacia el NE del Rio OROSMAYO, al SE en cercanías del pueblo de Casa Colorada y al O el RIO CHUSPIMAYO con los parajes denominados “el Angosto y Cerro Misa Rumi”.

Para distancias prolongadas, los pobladores contratan los servicios de una camioneta con un costo de veinte a treinta pesos, siendo ese el precio tan solo del transporte. Esta tarea es realizada por cuatro o cinco personas. Previamente y sin gasto económico se solicita autorización al dueño de la finca, dónde se realizará la recolección. La “cosecha” de la leña se hace juntando y arrancando, plantas enteras y grandes, dejando generalmente las más pequeñas. Se agrupa el material arrancado en aproximadamente 16 atados de treinta kilogramos cada uno haciendo un total de 500 Kg por viaje. Cada familia precisa de la concreción de estos viajes cada dos a tres semanas según las necesidades (clima, celebraciones tradicionales, paros docentes).

Esta tarea también es realizada de un modo manual, hombres, mujeres, jóvenes y niños (en menor medida) provistos de picos y sogas la recogen en una superficie igual a las antes mencionadas. En esto caso las personas caminan entre treinta minutos y tres horas para recoger el material de combustión. Cada atado tiene un peso mínimo de 3 kg a 30 kg de peso máximo. En cuanto a la provisión de leña de las Instituciones públicas, estas usan la tola en sus diferentes variedades y la “torta” o leña de la región sur. Esta es provista por las entidades gubernamentales correspondientes. Su consumo es cuidado y preferido por su escasez y difícil traslado.

En el comedor los beneficiarios son un total de cuarenta personas, entre las que se encuentran niños, embarazadas y ancianos. Ellos necesitan aportar tola o de otro modo sus encargados deberán comprarla. Siendo el costo por kilogramo de \$0,10 la tola fina y \$0,15 la tola gruesa. Para C. Martínez, agente sanitario de la zona, y su esposa, la especie preferida como combustibles es la LEGIA. Según dice “es una tola, que se encuentra lejos de nuestra casa. Yo cuando traigo pido esta por que rinde, da más calda, dura más y deja brasas. Es igual que la RICA-RICA que tiene calda, tanto como la AÑAGUA y más la QUEÑO A”.

Para el Sr. Santos Martínez presidente del centro vecinal de Misa Rumi: “las leñas que más usamos nosotros son la QUIRUTA, CHIGUA, AÑAGUA, TOLCA, QUEÑO A y LEGIA, ya que dan más calor y duran más. La TARA también ayuda, fina o gruesa ya que está más cerca pero el dueño de estas tierras no nos permite sacar por que dice la necesita para sus animales. Entonces usamos una camioneta para traer desde lejos la leña”.

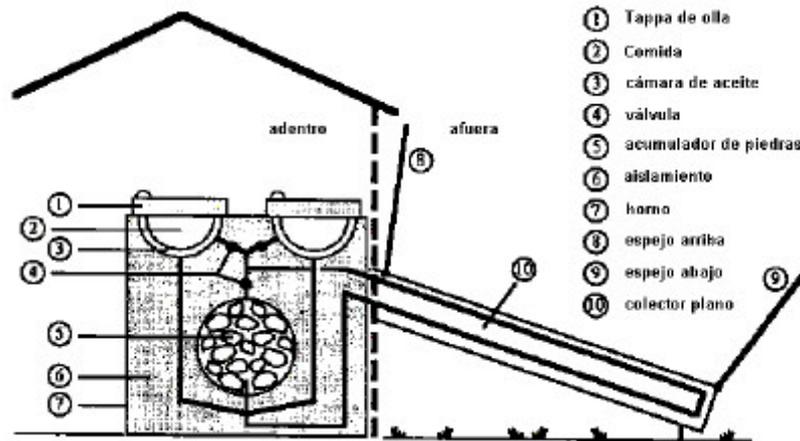
Para la Sra. Genoveva “la que da más calor y no solo cenizas como la TARA es la tola de RIO o también le dicen tola VACA-VACA. Es muy costosa de traer pero con poca leña se cocina muy bien. La tola con hojas redondeadas y bien verde se llama LEGIA, esa da mucha calda también”.

Es necesario mencionar el uso mínimo de QUEÑO A en las seis familias participantes y nulo en las instituciones durante la realización de este trabajo. Los montículos encontrados en algunos domicilios fueron comprados a 0,10 \$ o 0,15 \$ por kilogramo seco, a vendedores particulares. Cabe agregar que algunas familias hicieron esta compra un año atrás.

6. Tipos de cocinas solares utilizados para el estudio

Cocina solar comunitaria

Es un colector plano con un acumulador de calor y dos ollas adosadas, la energía solar captada es llevada a un almacén térmico de una cama de roscas por medio de un circuito natural por gravedad (principio del termosifón). Como líquido de transporte se usa aceite de cacahuete, que alcanza unos 200° C durante la operación.



Principio de funcionamiento

Los alimentos se cocinan dentro de una olla con doble fondo que funciona como intercambiador de calor entre el aceite y los alimentos por cocinar. El aceite empieza a circular cuando se abre la válvula en el tubo de acceso. La circulación además de hacerse por medio de la gravedad también funciona por convección. Las ventajas de este diseño de simple construcción son:

- Alcanza temperatura de más de 180° C.
- Capacidad de cocción para treinta personas.
- Permite la preparación de todo tipo de comidas.
- Tiene un almacén térmico, que permite su uso también en horas de la noche.
- Es posible instalar la cocina en lugares cerrados.
- Los tiempos de cocción y la manera de cocinar son comparables y parecidos a las cocinas tradicionales de leña o gas.



Colector y horno de la cocina comunitaria

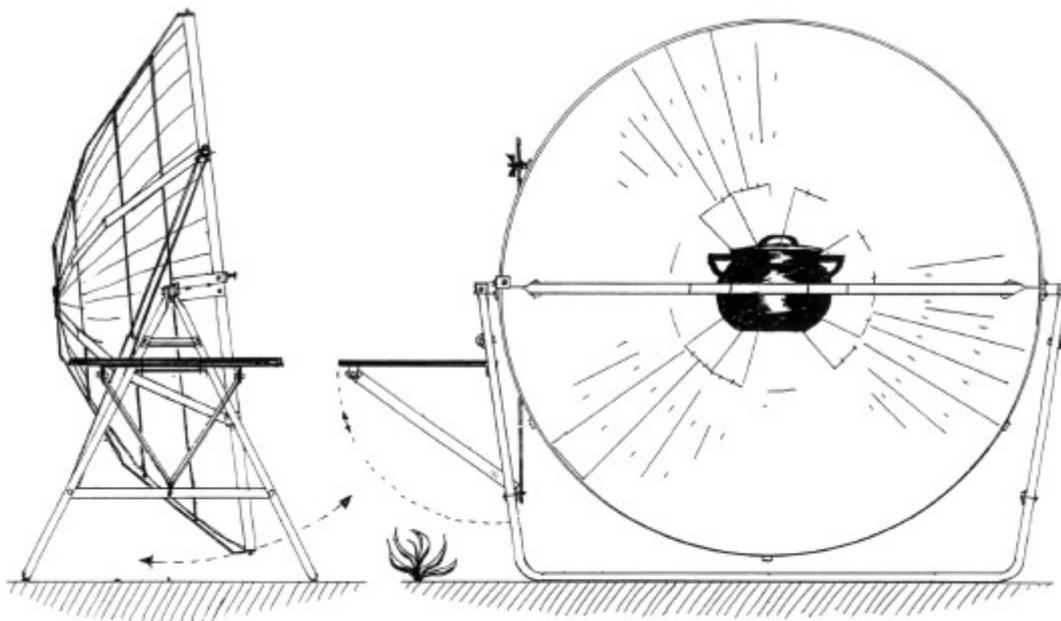
Cocina parabólica para familias:

Consiste en un paraboloide de aluminio pulido a espejo, que actúa mediante un sistema de concentración de los rayos solares en un foco.

- Alcanza temperaturas cercanas a los 500° C en su foco. Potencia de 950W max..
- Permite la preparación de todo tipo de comida. Especialmente apta para frituras Ej. empanadas.
- Tiempos de cocción cortos.
- Esterilización del agua por ebullición.
- Su manejo es fácil, pero requiere atención permanente durante la cocción.



Frituras en parabólica



Diseño de cocina parabólica

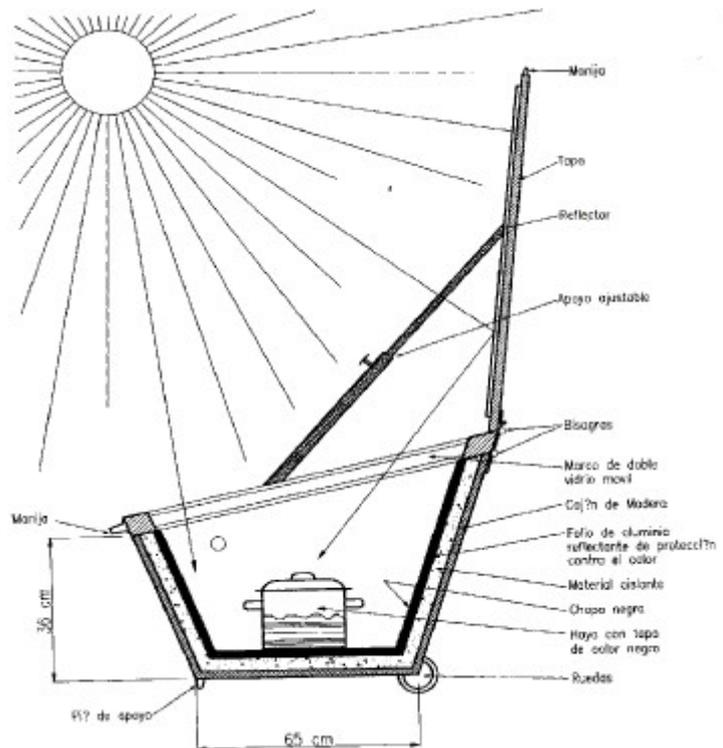
Horno solar para la familia:

Consiste en un cajón que funciona según el efecto "invernadero". Su estructura externa puede ser de madera, de aluminio o de fibra de vidrio. Su interior es metálico y pintado de negro y entre ambas se coloca un material aislante (lana de vidrio, telgopor, etc.). La superficie superior es un vidrio doble para retener el calor. La tapa se reviste con material reflectante, añadiendo así rendimiento calórico.

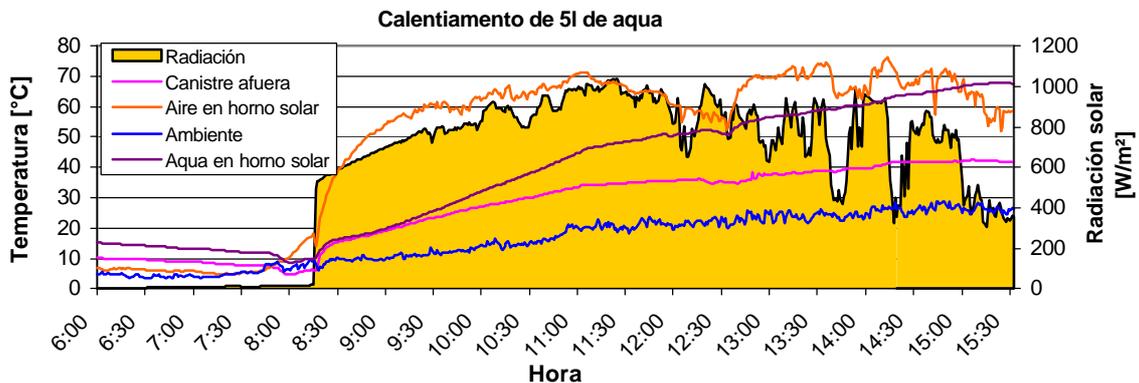


Agua caliente en el horno solar

- Permite la preparación de una variedad de comidas: carne, pollo y pescado, arroz, trigo, polenta; papas y verduras; guisos salsas y sopas.
- El tiempo de cocción varía entre 2 a 4 horas.
- Capacidad para cuatro / seis personas.
- Útil para la esterilización de agua.
- Manejo fácil.



Diseño de horno solar



7. Aceptación de las Cocinas Solares

El Consejo Federal de Inversiones ejecutó en S. Juan de Misa RUMI el Programa "Desarrollo de Pequeñas Comunidades", juntamente con la Embajada de Alemania, Fundación Ecoandina e Institutos de estudios en Energía Solar que han propulsado el desarrollo de actividades e infraestructuras con energías alternativas. Posibilitando a sus habitantes contar con experiencias particulares y comunitarias.

Cabe aclarar que desde el año pasado tres familias numerosas de Misa Rumi poseen un horno solar, el cual les fue entregado sin cargo alguno.

Cuando iniciamos este estudio, las familias que cuentan con ellos los tenían guardados en sus casas e inutilizados por algún problema. Ellos manifiestan que los usaron varias veces durante los meses de primavera y verano, no así en los meses fríos y ventosos de otoño e invierno.

Los encargados de elaborar los alimentos en cada una de las familias comentaron haber realizado comidas sencillas y en poca cantidad. Sólo uno de ellos manifestó que los alimentos sufrieron un cambio en el sabor.

En la comparación de consumo de leña con y sin energía solar participaron seis familias y la Escuela. A partir de la segunda semana se les entrego un Horno solar y parabólica.

- **Familia N° 1**- Esta familia está compuesta por dos adultos, cinco niños y un bebé. Dos de los niños residen en la escuela de lunes a viernes y otros dos asisten al comedor Vecinal de lunes a viernes para el almuerzo. Esta familia usó alternadamente Energía Solar en Horno y Parabólica a lo largo de siete días. Debido a esto el consumo de leña fue menor y nulo algunos días. Para ellos fue la primera experiencia con estos artefactos y la desarrollaron con entusiasmo. Elaboraron las diferentes comidas del día. Nos transmitieron su preferencia marcada por el uso de la parabólica, pues destacaban su rapidez, comodidad y rentabilidad a corto plazo, ya que les permitió elaborar comidas a partir de las siete de la mañana, con las primeras radiaciones solares del día con total éxito. Agregaron a esta experiencia la realización de frituras de masa de pan. En esta oportunidad también pudo detectarse que el reflejo de la luz solar refractado por la parabólica no llega ha ser demasiado molesto. Por su funcionalidad la comparaban con una cocina a gas. En cuanto al Horno Solar, fue aceptado solo para calentar agua, para higiene personal o limpieza. Consideraron el costo de la Parabólica una inversión recuperable debido al ahorro que implica por no haber necesidad de comprar cilindros de gas o leña, después de la adquisición del Horno.
- **Familia N° 2**- Está integrada por doce personas, dos adultos, dos jovenes y ocho niños. Cinco niños asisten de lunes a viernes a la escuela con pensión completa y los tres restantes al Comedor durante los almuerzos. Es importante resaltar que aquí ya se había realizado meses atrás una experiencia similar con el uso del Horno solar, con buenos resultados, aunque su duración no fue prolongada. Esta nueva experiencia fue llevada a cabo por un lapso de cuatro días. En esta oportunidad se les entrego un Horno Solar diferente en el cual realizaron comidas simples con resultados fallidos. Por lo que luego solo fue utilizado para calentar agua.
- **Familia N° 3**- Los integrantes son catorce personas entre niños, jovenes y adultos. Cuatro de los niños asisten a la escuela de lunes a viernes con pensión completa y los otros cuatro reciben el beneficio del almuerzo en el comedor. Elaboraron comidas y calentaron agua en Horno Solar durante tres días y Solamente dos días utilizaron Parabólica. Se repite un consumo mínimo de leña y gas. Para ellos fue la primera experiencia con estas Cocinas SOLARES, y consideraron que la elaboración de alimentos fue rápida, fácil y con sabores no modificados durante la cocción, consideraron que eran comparables con los alimentos

realizados en cocina de gas . También opinaron que la rentabilidad de su costo es reintegrable en un futuro.

- **Familia N° 4-** Esta familia esta conformada por dos adultos, dos adolescentes que estudian fuera de Misa Rumi de lunes a viernes, dos que permanecen en la escuela local y tres que asisten al comedor vecinal de lunes a viernes. En este caso la experiencia con energía solar fue realizada durante cuatro días, a lo largo de los cuales pudieron cocinar verduras y ayudar a la cocción de cereales, siendo el Horno mayormente utilizado como calentador de agua para su posterior hervor o utilización en higiene o limpieza. Meses atrás concretaron iguales experiencias en otro horno solar que ahora se encuentra en mal estado. Tenían la inquietud de cocinar en Parabólica pero el tiempo de toma de muestras de este estudio no contemplaba dicha experiencia.
- **Familia N°5-** Integrada por dos adultos y tres niños, de los cuales uno asiste a la escuela y dos solo al comedor para el almuerzo al igual que la madre embarazada. Esta familia realizó experiencias de comidas en Horno Solar en meses anteriores. Sus integrantes hicieron cocciones simples en aquella oportunidad encontrando diferente el sabor a la comidas y decidiendo volver a elaborar sus alimentos con carbón, gas y leña. En el transcurso de este estudio la familia colaboró en menor medida en la aportación de datos. Tampoco mostró interés en el uso del horno solar.
- **Escuela Misa Rumi:** Este establecimiento cuenta con una población de 24 niños, dos docentes y dos no docentes, y brinda los servicios de albergue y comidas respectivamente. En la primera semana de trabajo utilizaron la cocina comunitaria solar, la parabólica y el horno solar, como lo vienen haciendo desde un año atrás. Observamos que no emplean la cocina solar para preparar alimentos a la tarde o noche, esto se debe al desconocimiento parcial de manejo del acumulador térmico, cocinando solo el almuerzo en ella. Esto podrá mejorar con clases de capacitación dictadas con cierta regularidad. Existe también un termo tanque solar con 200l capacidad, pero solo para uso de los docentes, y el salón comedor cuenta con calefacción ambiental generada con la captación de energía solar en paneles y luego dispersado por un sistema diseñado para tal fin, cuyos recintos se construyeron con elementos de la zona, obteniendo una temperatura ambiente de 18° C en horas de la noche.

8. Resultados de Mediciones

En cada entrevista se les solicitó el número total de comidas o preparaciones ejecutadas con leña u otro combustible en el lapso de 15 días. Las cifras en diagrama 8 son el resultado de la medición previa de la leña, tola o dura y su posterior control durante tres tomas de datos a lo largo de cada día. Las cifras muestran un consumo diario de 1,35 kg a 2,46 kg por persona. Siendo el gasto promedio por persona de 1,88 kg en cada familia durante un día. Mencionamos que una familia consume 16 kg de leña al día y 110 kg a la semana.

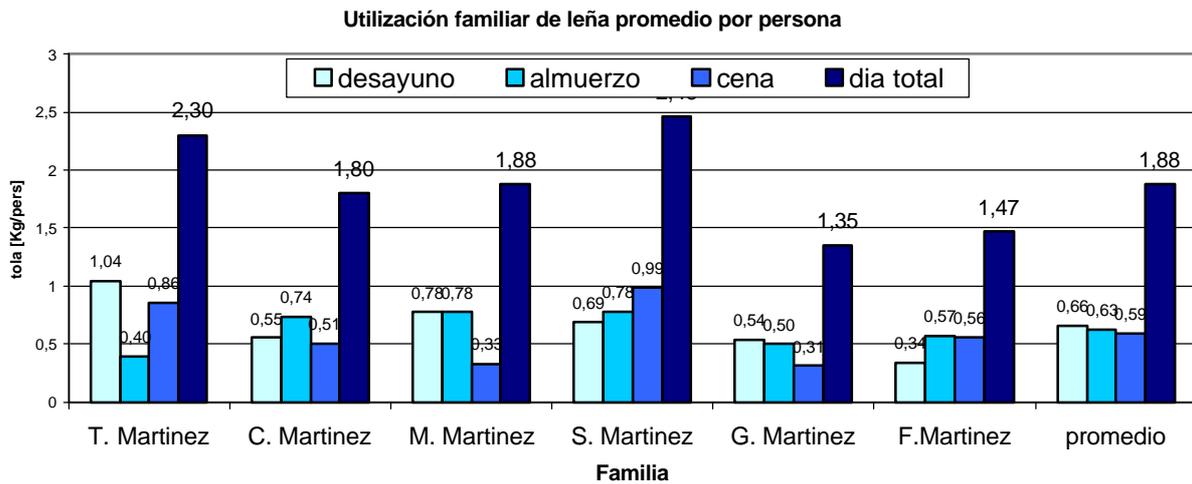


Diagrama 8

Durante la segunda semana de trabajo se ejecutan modificaciones importantes. Dos familias cesan de participar ocupando su lugar otras tres familias diferentes y numerosas. Además de los consumos de leña se agrega el de uso de cocinas solares en cada domicilio, mostrando en esta oportunidad variaciones promedio por persona de entre 0,50 Kg por el desayuno a 0,30 kg por el almuerzo, teniendo un consumo de 1,16 kg de gasto promedio durante un día.

El ahorro evidenciado es de 15 % por el consumo parcial de desayuno. La causa por la que el horno solar no es usado por la mañana, es la falta de superficie activa para la captación de la baja radiación antes de horas 9:00, lo que da como resultado su baja temperatura interna. El funcionamiento de estas cocinas solares es mejor para las comidas de medio día y tarde demostrando ahí un ahorro total de leña promedio de 38 %.

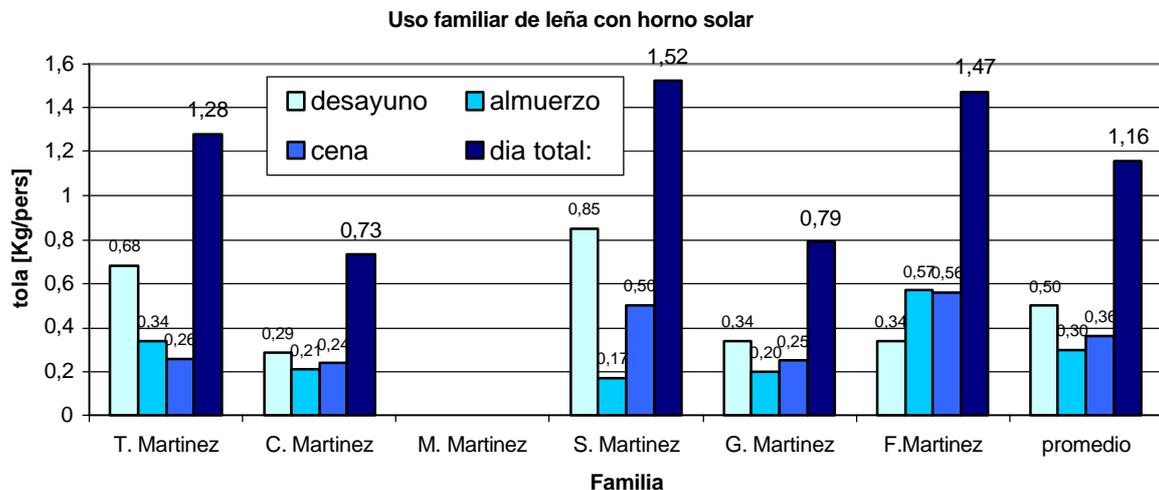


Diagrama 9

Como última experiencia dos familias combinaron horno solar y parabólica. Se propuso a la gente realizar un primer hervor de los alimentos en parabólica para luego terminar la cocción en el horno solar. Sin embargo la parabólica permite la elaboración completa de alimentos desde horas muy tempranas a la mañana.

Se evidenció un ahorro de leña para el desayuno del 85 %. En las cifras de promedios totales es muy visible el bajo consumo de leña y otros combustibles descendiendo de un 1,88 Kg a solamente 0,2 Kg por persona por día. Durante el tiempo de investigación, la utilización de leña para la preparación del almuerzo es nula. Cabe aclarar que la población acostumbra a cocinar seguidamente del desayuno las comidas del almuerzo. En muchas ocasiones, esta comida también alcanza para la cena.

La energía solar durante la noche es reemplazada por gas, carbón o leña, por ejemplo para recalentar comida de día o asar carne. El uso paralelo de horno solar y parabólica conlleva a un ahorro total de un 89 % por día.

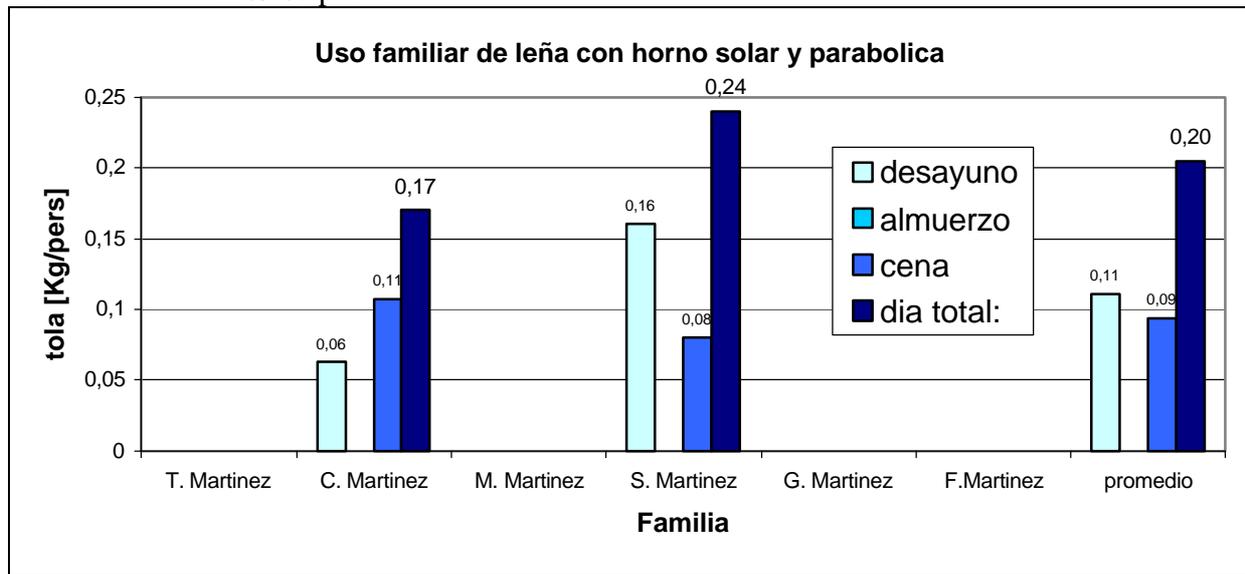


Diagrama 10

Los resultados promedio son visible en diagrama 11:

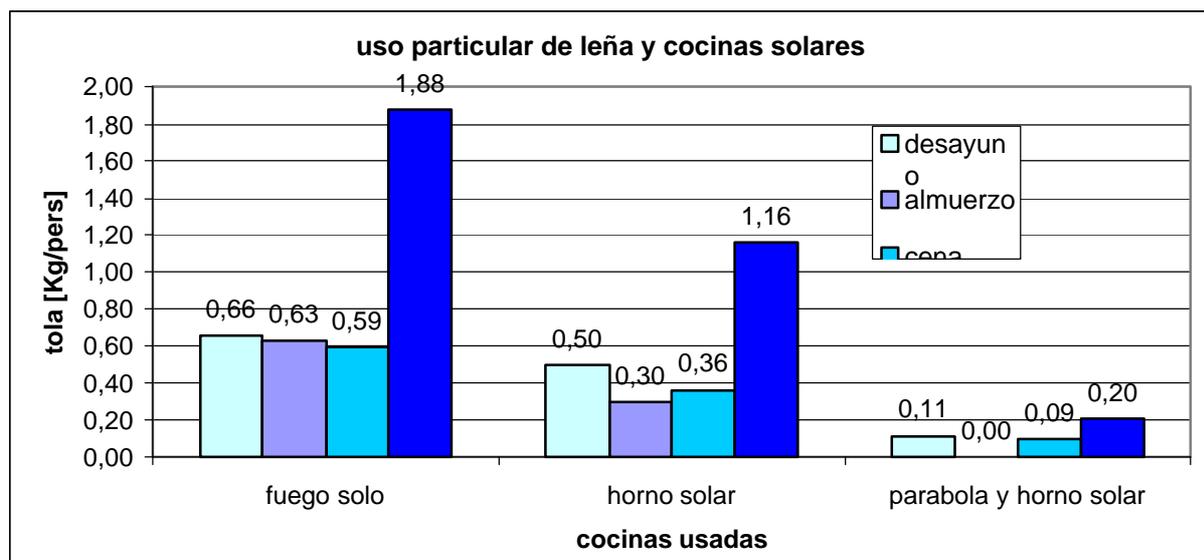


Diagrama 11

En el caso de la **escuela**, se observó un ahorro de leña del 35,42 % diarios. Lo que explica la reducción del gasto por persona de 1,78 kg a 1,15 kg. El almuerzo constituye la comida que más aporte recibe de las cocinas solares para su preparación.

De los dos cocineros de la escuela, el segundo a la tarde hace uso reducido de las cocinas solares. Creemos que el ahorro aumentaría si habría un mejor manejo del equipamiento solar.

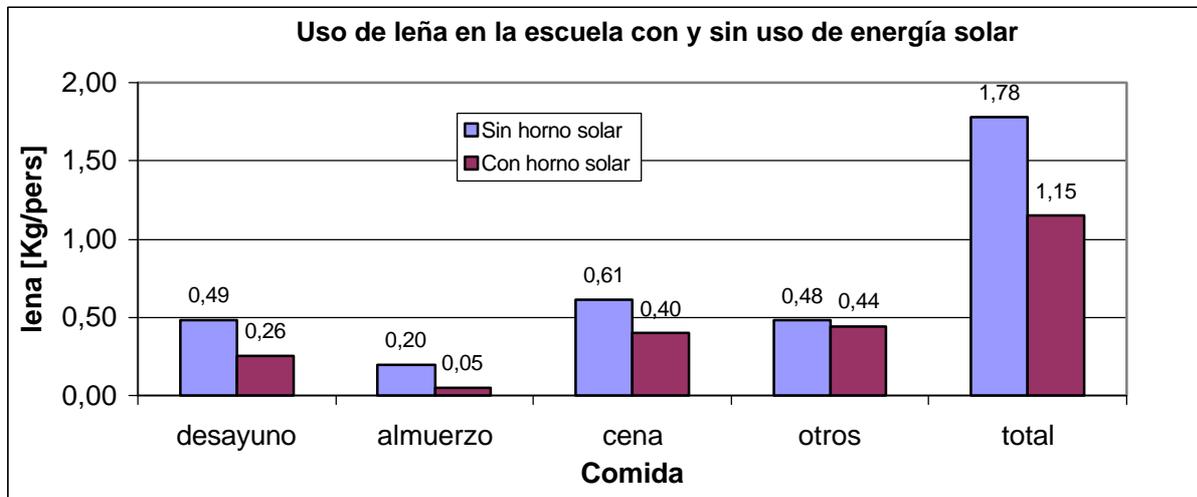


Diagrama 12

Porcentaje de uso en la escuela

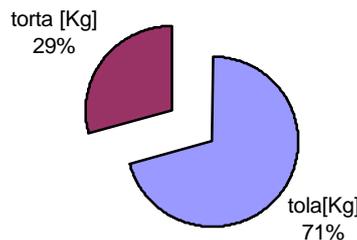


Diagrama 13

En el **comedor** vecinal el promedio de consumo por día es de 0,67 kg por persona.. Estos tienen un incremento máximo cuando a las comidas habituales se se suma la elaboración de pan utilizando para 5kg de harina 23 kg de tola una vez por semana. Para un total de 40 los beneficiarios en esta institución.

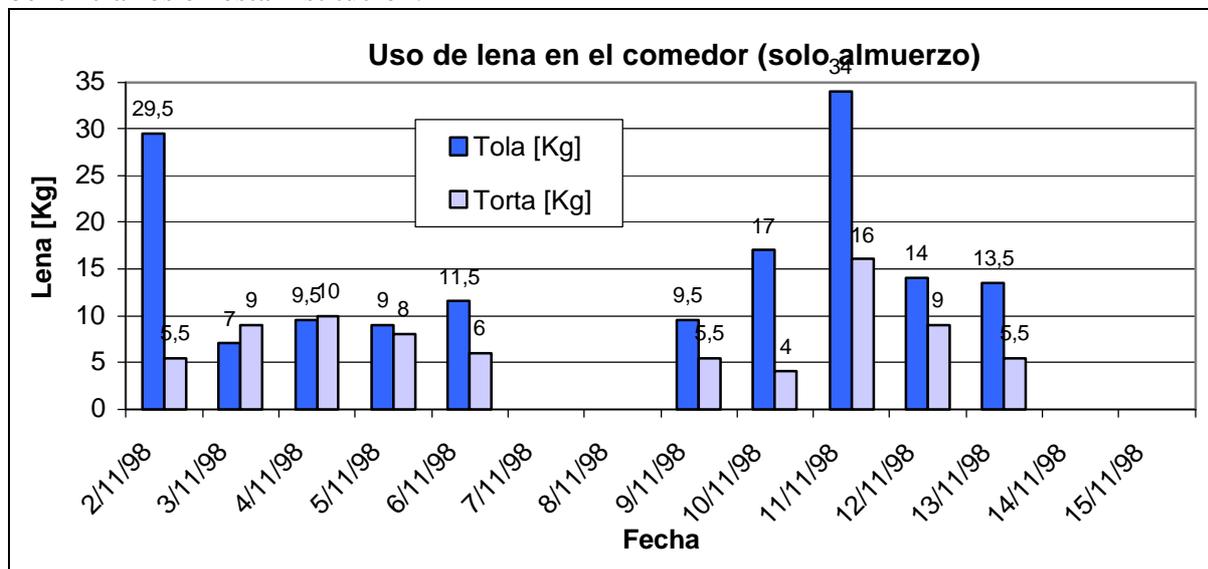


Diagrama 14

En la diagrama 15 se señala un tercio de gasto para la tola y dos tercios para el uso de torta.



Diagrama 15

Pan en horno de barro

Su elaboración es una costumbre en los pobladores de la zona, que se realiza generalmente una vez por semana. Es la tola su principal combustible del cual se precisa grandes cantidades.

- Cada lunes en la escuela se elaboran cerca de 17 kg de harina con 35 kg de tola TARA (gruesa). Es servido a 27 personas en las cuatro comidas diarias durante cinco días.
- En el comedor con 4 a 5 kg de harina y 22 a 23 kg de tola TARA (fina y gruesa) se fabrica pan para acompañar el almuerzo de 40 usuarios de lunes a viernes.
- Durante el desarrollo de la investigación se tomo los datos de elaboración de pan de 30 kg de harina y usan 54 kg de leña.
- De las familias participantes solo dos elaboraron pan en horno a lo largo de una semana. La primera para 5 kg de harina uso 10,5 kg de tola TARA. La segunda gasto 6 kg de tola menuda para 3 kg de harina.

El resto de las familias cocinó “tortillas” sobre brasas o fritas. Utilizando entre 1 kg a 3 kg de harina, en varias oportunidades. Hubo solo una experiencia de fritura de “tortillas” en parabólica con resultados similares a los de con cocina de gas. Es visible que para 1 kg de harina se necesita un promedio de 2 kg de tola.

La gente de Misa Rumi consume un promedio de 1 kg de harina para pan por persona por semana, entonces se puede calcular un total de 170 Kg de tola utilizada por semana. Señalamos entonces que la elaboración de pan en horno de barro o fuego tiene gran incidencia en el gasto de leña de los habitantes de Misa Rumi.

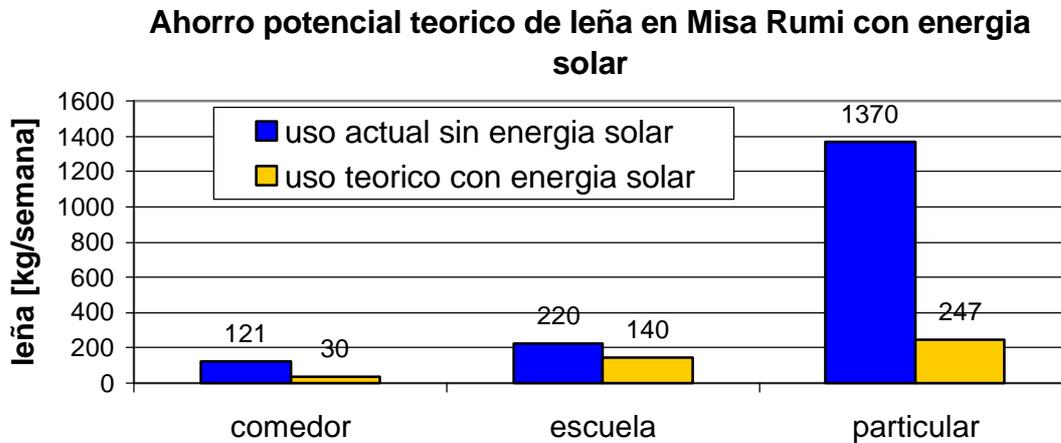
Ahorro potencial en Misa Rumi total:

Diagrama 16

Tomando como base los datos medidos y el ahorro resultante con el uso de energía solar, se deduce una merma en el consumo de 1700 a 400 kg de leña por semana en el pueblo de Misa Rumi, correspondiendo esto a un porcentaje de ahorro de 76 %, el cual se daría si solo existieran condiciones optimas de radiación solar iguales a las vividas durante el periodo de investigación y todas las familias contaran con parabólica y horno solar. En teoría la reducción de leña en la familia de un total de 1370 a 247 kg tiene el mas grande efecto.

Para calcular la reducción real del consumo de leña, se tome como base los datos meteorológicos promedios de un año.

Presumiblemente el uso de la parabólica seria posible el 85 % de los días del año. La consecuencia es el ahorro total de aproximadamente un 65% de leña, con un consumo promedio de no más de 400 kg por semana, siendo el actual de 600 kg en igual tiempo.

9. Conclusiones

Las experiencias actuales con ENERGIA SOLAR la muestran como combustible y energía eléctrica, lo cual implica que puede sustituir parcialmente a las energías convencionales en pos de un mejor aprovechamiento de los recursos Naturales.

Las cifras destacadas son:

- Son utilizados 1,88 kg de leña por persona por día en cada familia, y 1.300 kg. es la suma de lo que consume el pueblo entero en una semana cocinando en hornos convencionales.
- Consumo promedio de 1,78 kg de leña por persona en la escuela. Utilizando un total de 230 kg en una semana hábil .
- En el comedor vecinal se utilizó un promedio de 0,67 kg de leña (tola y torta)por persona al día. Teniendo un gasto total de leña de 120,60 kg por semana.

La investigación en su segunda etapa recogió los datos concernientes al uso combinado de horno solar, parabólica, cocina solar y los aportes menores de leña, gas y carbón.

- El consumo familiar con horno solar promedio diario fue de 1,16 kg de leña por persona . Siendo el ahorro de tola del 15 % en el desayuno y de un 38 % de un día completo.
- Cuando los particulares elaboran sus alimentos con ayuda de parabólica, horno solar y madera el consumo promedio de leña en un día es de 0,20 kg por persona demostrando de este modo que el ahorro efectivo es de un 89 % .

- Las experiencias familiares mostraron un alto grado de efectividad en el uso de cocinas solares combinadas. Al mismo tiempo los dieron a conocer su interés por la efectividad de la parabólica.
- Los resultados evidenciados en la escuela informan de comidas parcialmente cocinadas en la cocina solar. Mostraron un consumo promedio de leña diario de 1,115 kg por persona con un total de 140 kg de tola y “torta” gastados en una semana hábil.
- El pan hecho en horno de barro constituye un gran gasto, especialmente de tola. Todas las instituciones y casi todas las familias lo realizan una vez por semana.
- Entre las cocinas solares, la parabólica fue aceptada más que el horno solar. Los pobladores la definieron como alternativas de ahorro y comodidad por las familias, debido a que no difiere en gran medida de la cocina a gas.
- Para el establecimiento escolar el usar los dos tipos de combustibles significa un beneficio de 38 % de consumo menor de leña.
- El Horno Solar presenta deficiencias en su funcionamiento ya que en los modelos usados no demuestra eficacia en la conversión de radiación solar en energía térmica, no logrando así la temperatura adecuada para la cocción de los alimentos en un tiempo considerable.

Es necesario mencionar que la mayoría de las familias elaboran sus alimentos fuertes entre las 9 a 11,30 horas de la mañana, siendo en esas horas la más notable la deficiencia del Horno. En cuanto a la Parabólica y Horno Solar, podría haber dificultades con respecto a la demanda, ya que su precio de \$200 parece ser demasiado alto para el nivel económico de las familias del pueblo. No obstante la fabricación de estas cocinas solares está en sus comienzos en la región, vislumbrándose así el abaratamiento de su valor como también la construcción en diferentes tamaños.

Concretado el análisis de los datos recolectados es posible afirmar la enorme factibilidad del uso de ENERGIA SOLAR como alternativa de sustitución parcial de las energías convencionales en Misa Rumi y la región. Logrando de este modo disminuir el impacto que provoca en el medio la constante recolección de leña autóctona. El combustible doméstico más utilizado es la tola (*Parastrephia lepidophylla*) y “la tara”-tola (*fabiana denudata*).

Coincidimos con otros trabajos realizados al respecto en la necesidad de proponer a los pobladores otras alternativas como lo es la ENERGIA SOLAR o EOLICA. Siendo estas energías no convencionales conocidas pero no aprovechadas en toda su magnitud por los pobladores de la región.

Esta falencia en el aprovechamiento de las energías no convencionales, puede ser superada con un trabajo de campo dirigido a enseñar el manejo de las cocinas solares existentes. Al igual que fomentar el uso equilibrado y conservacionista de los recursos naturales en todos los niveles socioeconómicos y edades.

Sugerencias y consideraciones

- Realizar trabajos de mantenimiento a las cocinas solares entregadas. Los hornos solares entregados no tienen aceptación total por el excesivo tiempo de cocción de los alimentos.
- Los pobladores de esta región han utilizado desde siempre la leña por lo que existe el rechazo total o una aceptación parcial de energías no convencionales.
- Sugerimos brindar mayor información acerca de las cocinas solares, así como también buscar la forma de que sus costos sean accesibles para la gente del pueblo. Consideramos que es una manera de comprobar si hay una aceptación real o no del uso de energías no convencionales en la mayoría del pueblo. Esto también puede comprobarse a través del tiempo, corroborando si su uso es incorporado por las familias en su vida diaria o no.

10. Bibliografía consultada

Dr. Eduardo Gonzáles Arzac - C.F.I 1995: Uso y disponibilidad de leña en Tuite, la Redonda y Muñayoc

Rolando H.Braun Wilke – U.N.JU 1995: Plantas de Interés Ganadero de Jujuy y Salta

C.F.I 1998: Energía Solar a Comunidades Rurales- Programa Desarrollo de Pequeñas Comunidades

Klemens Schwarzer y Thomas Krings 1996: Demonstrations- und Feldtest von Solarkochern mit temporaerem Speicher in Indien und Mali.

Autores:

Christoph Mueller

Titulo: Cand. Ing. Ingeniero de maquinaria

Especialidad: Aplicación de energía solar térmica.

Funciones en este trabajo de investigación:

- a cargo de la investigación

Liliana del V.Bustamante

Titulo: Técnico y Guía de Turismo –Titulo c/ validez nacional

Especialidad: Turismo Cultural y Científico (en formación)

Funciones en este Trabajo de Investigación

- Interlocutora, nativa de la provincia de Jujuy, entre el objeto de estudio y el personal científico a cargo de la Investigación
- Guía
- Traductora (inglés-español)
- Secretaria