



Construcción y análisis de una vivienda solar activa adecuada al medio rural de la sierra peruana

- Magíster en energía Luciano Ré
- Técnico mecánico Beltrán Jordán Guzmán
- Técnico electrónico Carlos Vera Medina
- Técnico electrónico Roger Flores Sapacayo
- Bachiller en mecánica Jorge Montaña Vásquez



Resumen

A. Presentación institucional

B. Situaciones de vida

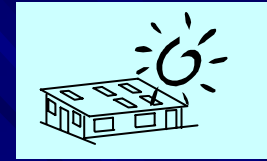
C. Situación energética y medio-ambiental

D. Tecnologías aplicadas

- I. La vivienda solar activa
- II. Análisis térmica
- III. Toma de medidas en continuo
- IV. El sistema de agua y desague
- V. El fogón mejorado
- VI. El sistema fotovoltaico domiciliario (SFD)
- VII. La ducha solar
- VIII. Costos de la casa solar activa

E. Imágenes

F. Conclusiones y agradecimientos

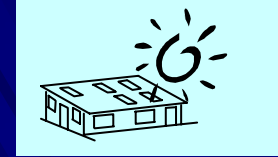


A. Presentación institucional



- Responsable :** - Ing. Luciano Ré (Suiza)
- Formación:** - Ing. mecánico, magíster en energías
- Institución:** - Misión Belén de Immensee (ONG Suiza)
- Centro de Formación Campesina de la Prelatura de Sicuani (ONG Perú)
- Duración proyecto:** - 6 años, en su 5° año de ejecución
- Dirección:** - Yauri / Espinar, Calle Bolívar N° 500
Dpto. Cusco, Perú
- Tel. / Fax:** - 084 30 13 54
- e-mail:** - intisolar@bluemail.ch
- Pagina web:** - www.taller-inti.org
- Personal:** - Técnico mecánico Beltrán Jordán Guzmán
- Técnico electrónico Carlos Vera Medina
- Técnico electrónico Roger Flores Sapacayo
- Bachiller en mecánica Jorge Montaña Vásquez

B. Situaciones de vida



- Ubicación :** - Provincia de Espinar
una de las trece del Departamento Cusco
- Altitud :** - en promedio 4,000msnm
- División política :** - Ocho distritos
- Recursos :** - el 38% de la población vive en situación de
extrema pobreza (IMA 1'999)

Problemáticas :

- Tuberculosis
- Bronquitis
- Neumonía
- Disentería
- Infecciones intestinales
- Mortalidad infantil 128‰

Causas :

- Escasa higiene
- Mala alimentación
- 48% de niños desnutridos crónicos
- Educación precaria



Estadísticas de desarrollo humano en la provincia de Espinar

Parámetros	Variables	1993	2000	2003
Población	Habitantes	58,645	63,360	67,941
	Ranking	84	87	86
Índice de Desarrollo Humano	IDH	0.441	0.517	0.507
	Ranking	119	107	113
Esperanza de Vida al nacer	Años	56.29	63.70	65.5
	Ranking	167	151	148
Alfabetismo	%	73.5	83.7	83.7
	Ranking	129	89	94
Matriculación Secundaria	%	51.8	67.9	73.6
	Ranking	98	110	106
Logro Educativo	%	66.27	78.4	77.0
	Ranking	117	95	99
Ingreso familiar per cápita	N.S./mes	79.08	221.8	193.5
	Ranking	74	96	140

Estadísticas de desarrollo humano por distrito en la provincia de Espinar

Parámetros	VARIABLES	Espinar	Condorama	Coporaque	Occoruro	Pallpata	Pichigua	Suykutambo	Alto Pichigua
Población	Habitantes	33,508	1,118	14,939	2,244	5,885	4,890	3,418	1,939
	Ranking	146	1612	341	1328	784	889	1104	1402
Índice de Desarrollo Humano	IDH	0.5591	0.4668	0.427	0.419	0.527	0.458	0.376	0.529
	Ranking	670	1409	1644	1671	910	1456	1792	896
Esperanza de Vida al nacer	Años	67.2	62.4	63.6	62.3	63.9	66.0	63.2	65.6
	Ranking	1033	1660	1550	1669	1515	1234	1594	1300
Alfabetismo	%	94.1	79.7	71.5	84.3	78.0	66.6	65.1	89.2
	Ranking	226	1107	1437	860	1183	1584	1620	536
Matriculación Secundaria	%	87.0	63.8	49.8	42.8	89.2	59.6	31.0	81.8
	Ranking	685	1252	1535	1653	612	1345	1771	841
Logro Educativo	%	89.4	69.1	57.1	56.6	85.5	61.9	42.4	84.3
	Ranking	485	1242	1563	1575	669	1436	1788	714
Ingreso familiar per cápita	N.S./mes	202.5	214.4	177.9	181.3	201.5	187.4	179.5	177.9
	Ranking	1157	992	1469	1428	1176	1365	1449	1468

1,828 distritos a nivel nacional

Fuente: INEI: Mapa de Potencialidades

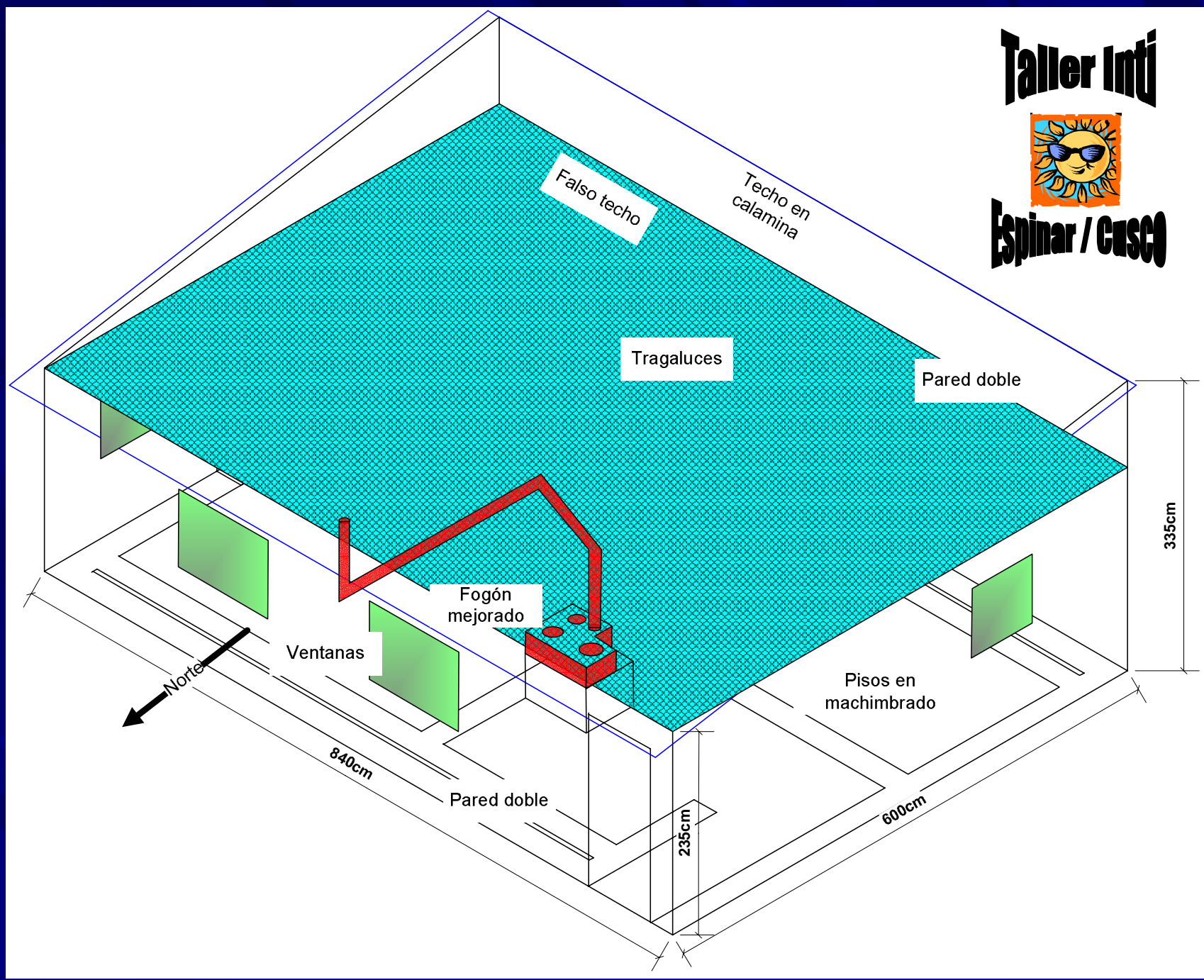
C. Situación energética y medio-ambiental

- Energía solar :** - 2'200 [kWh/m² año] global horizontal, durante los próximos 5'000 millones de años
- Energía equivalente :** - Quemado de 2kg de leña por m² y por día
- Energía constante durante todo el año
- Energía en uso :** - Quemado de bosta (7kg por familia y por día)
leña, gas y kerosene
- Energía calorífica :** - Cocción de alimentos, calentamiento de agua
- Pastos :** - Suelos pobres, sin abono
- 71% de la superficie de la provincia, pradera
- 8% de la superficie de la provincia, áreas de cultivo
- Forestación :** - 0.16% de la superficie de la provincia son bosques naturales
- Petróleo :** - Desde 1'986 Perú es importador de petróleo
- En "2020"? se terminarán todas las reservas de petróleo en el Perú
- Gas de Camisea:** - 20 / 30 años? Cusco? Arequipa? EE.UU?

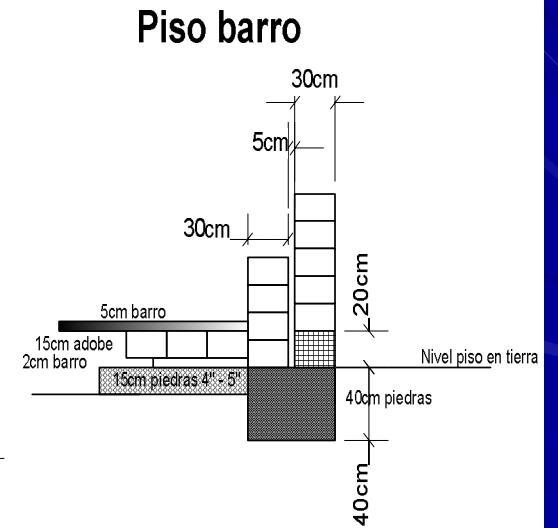
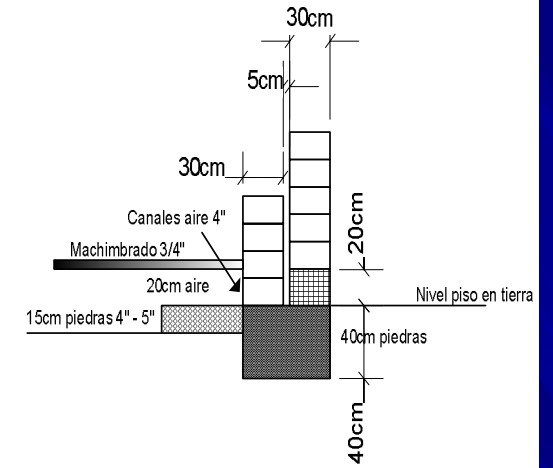
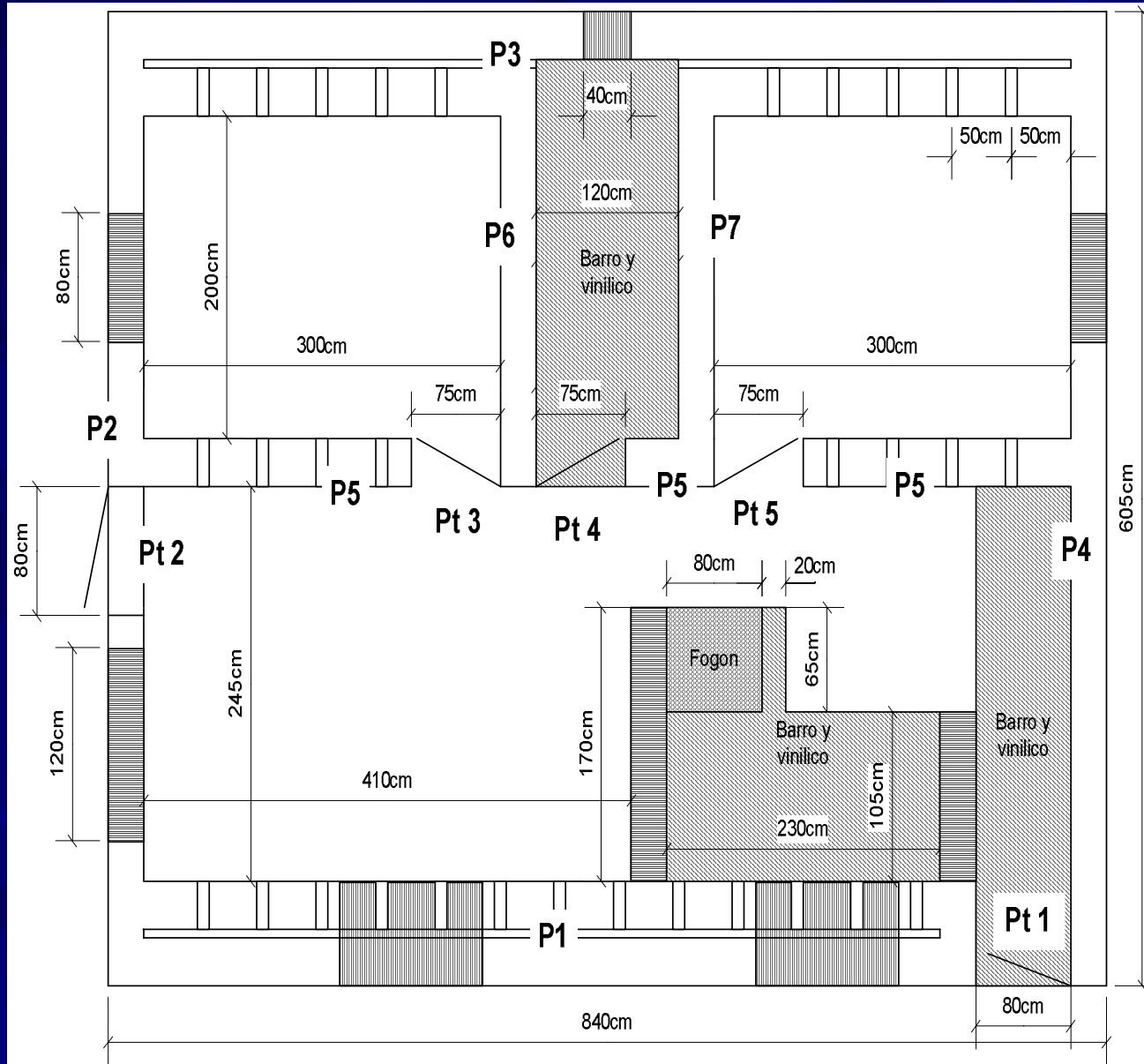
D. Tecnologías aplicadas

I. La Vivienda solar activa:

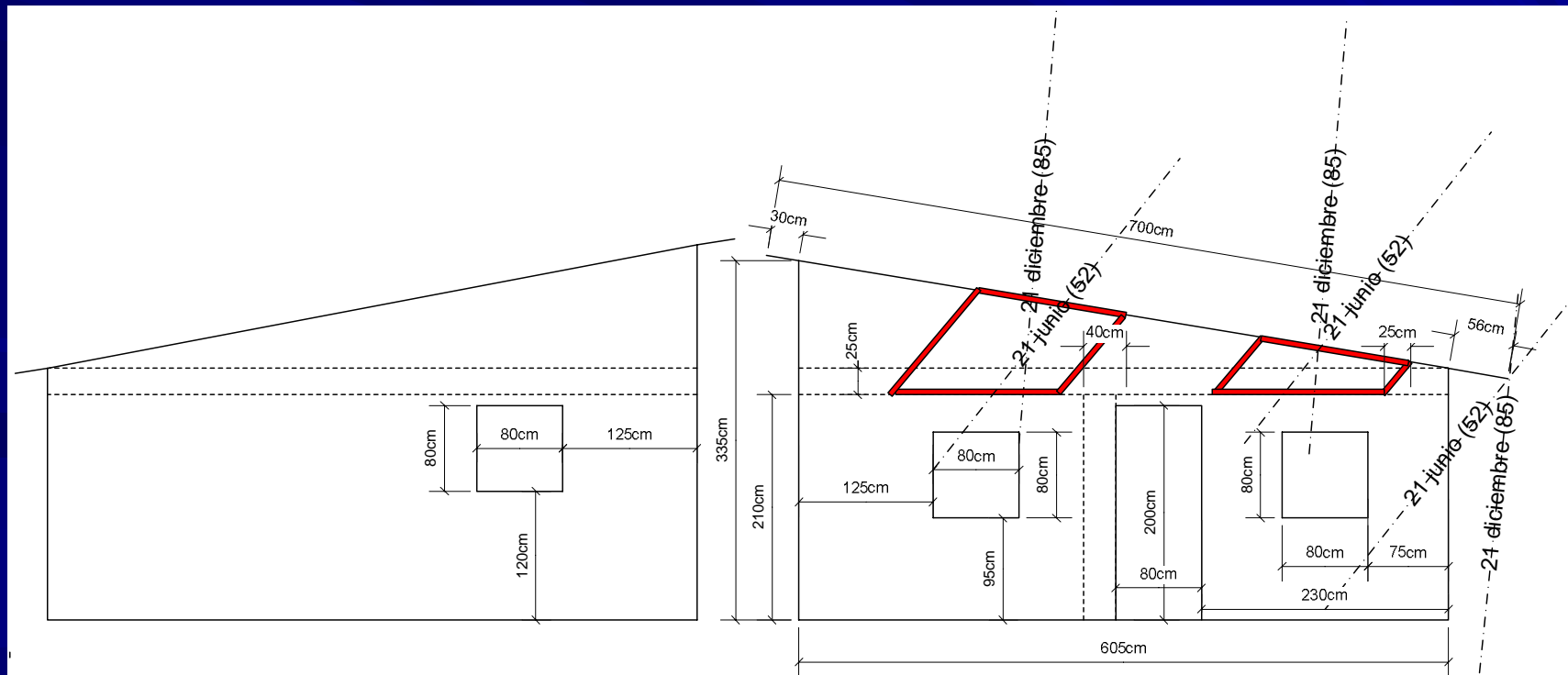
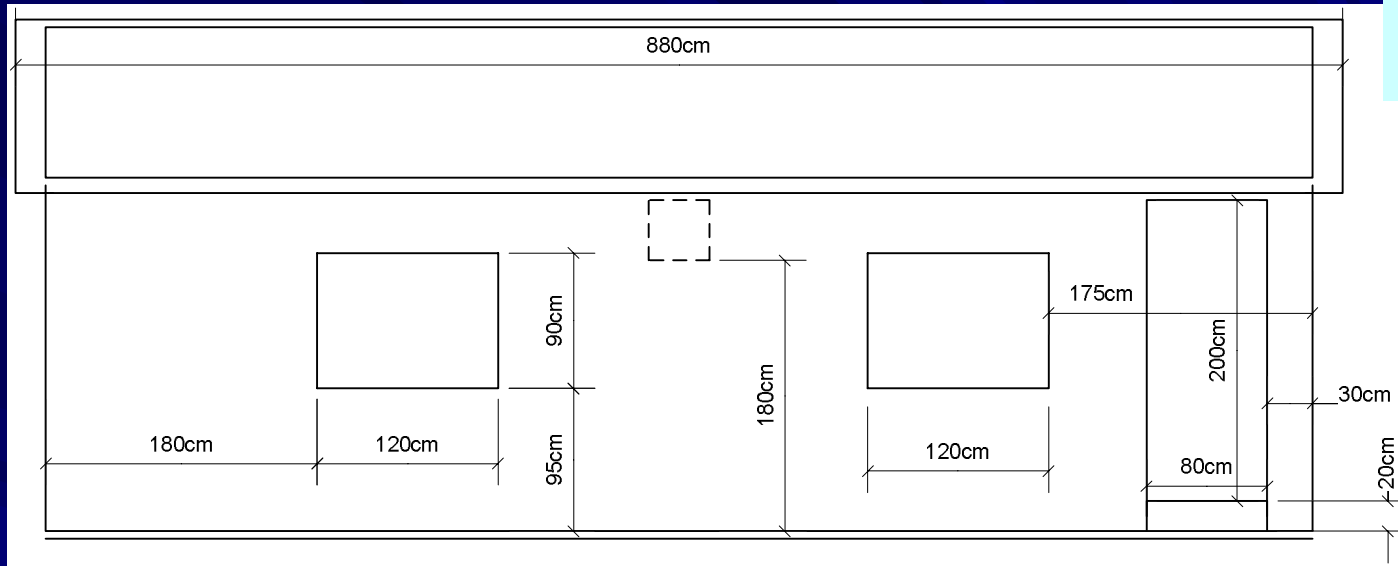
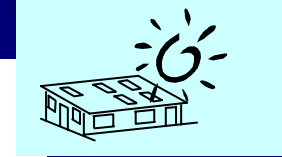
- El cuerpo humano se siente bien, “cómodo”, entre 18[°C] y 28[°C] una humedad relativa que varía entre los 20[%] y 50[%]
- El aire no debe moverse a más de 0.1[m/s] para no provocar sensaciones de frío por debajo de los 25[°C]
- Una casa del siglo XXI debe contar con los servicios básicos
 - . Agua
 - . Desague
 - . Sistema de cocción y calefacción
 - . Electricidad
 - . Sistema de agua templada
- Mejorar la situación climática al interior del hogar
- Mejorar la dinámica familiar al interior de la casa
- Cosechar y almacenar la energía del sol en el adobe
- Trabajar a través de tragaluces activos, uno en cada cuarto
- El involucro habitativo está aislado con aire
- Alcanzar temperaturas entre 22°C y 12°C día y noche
- Materiales sencillos, biodegradables, barro, paja, esteras, madera, piedras
- En total 18 bolsas de cemento, tarrajeo 60%barro y 40% arena
- Existen modelos de construcciones antisísmicas en adobe (UNSA Arequipa)



Planta



Elevaciones



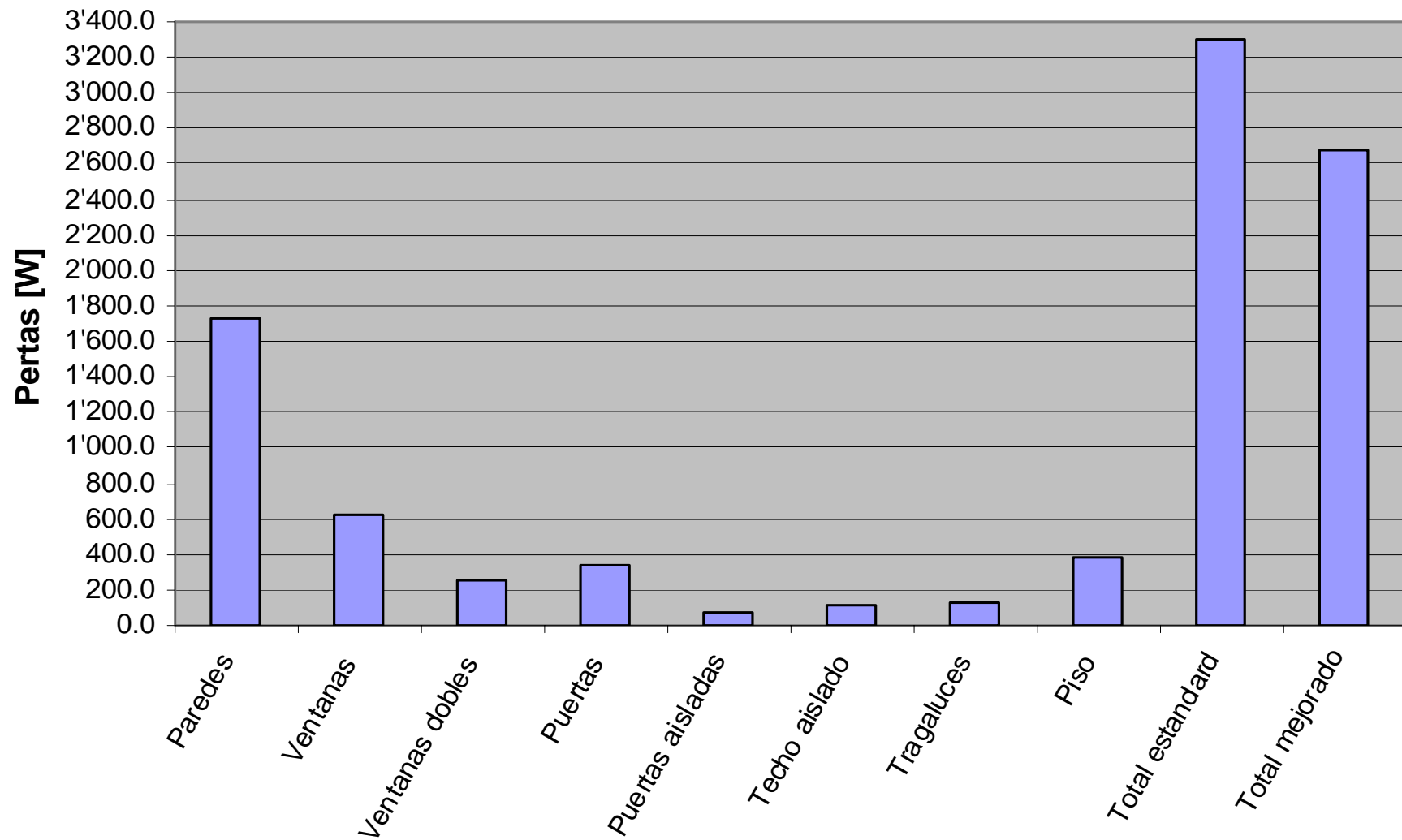
II. Análisis térmica:

Coefficientes lambda λ		
Metal	60.000	[W/mK]
Adobe	0.800	[W/mK]
Vidrio	1.028	[W/mK]
Calamina	60.000	[W/mK]
Cemento	1.700	[W/mK]
Aire	0.024	[W/mK]
Technopor	0.038	[W/mK]
Rollizo	0.060	[W/mK]
Paja	0.060	[W/mK]

Ejemplo :	Temp. Interna	18	[°C]			
	Temp. Externa	-5	[°C]	Diff. Temp.	23	[K]
	Temp. Suelo	4	[°C]	Diff. Temp.	14	[K]

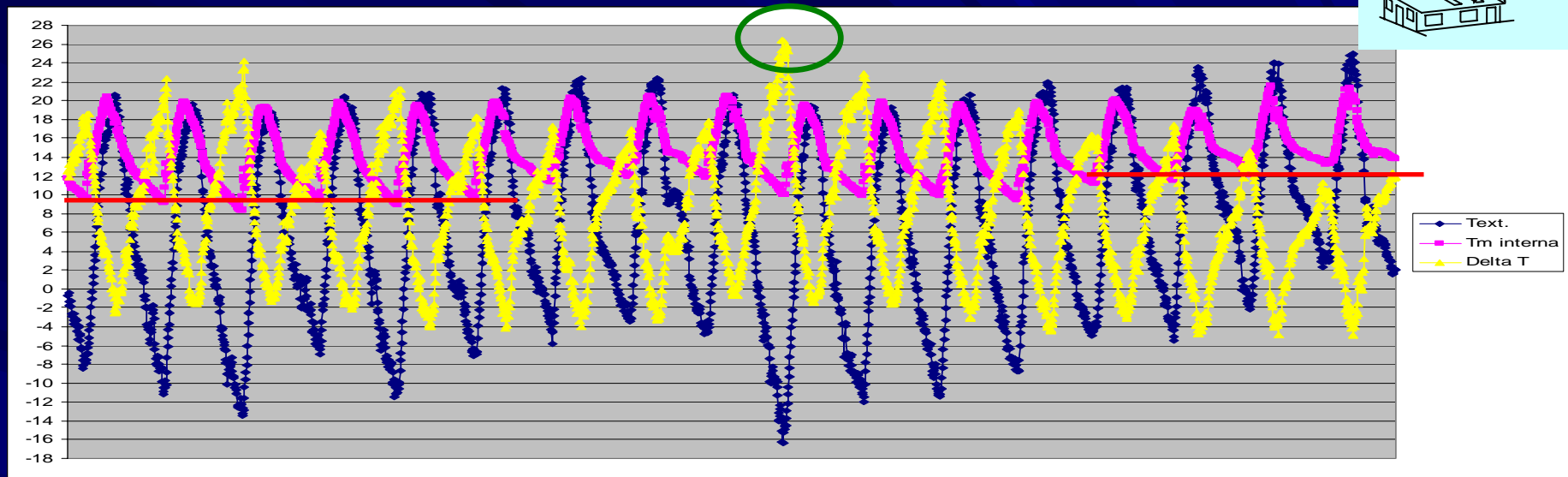
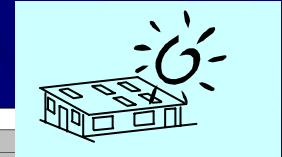
Perdidas relativas	Objeto	Pérdidas
[W/K]		[W/K]
	Paredes	75.0
	Ventanas	26.9
	Ventanas dobles	11.1
	Puertas	14.9
	Puertas aisladas	3.2
	Techo aislado	4.9
	Tragaluces	5.2
	Piso	16.9
	Total estandard	143.8
	Total mejorado	116.3

Perdidas reales	Objeto	Pérdidas
[W]		[W]
	Paredes	1'726.0
	Ventanas	618.7
	Ventanas dobles	255.3
	Puertas	342.2
	Puertas aisladas	73.1
	Techo aislado	112.4
	Tragaluces	120.6
	Piso	387.8
	Total estandard	3'307.7
	Total mejorado	2'675.1

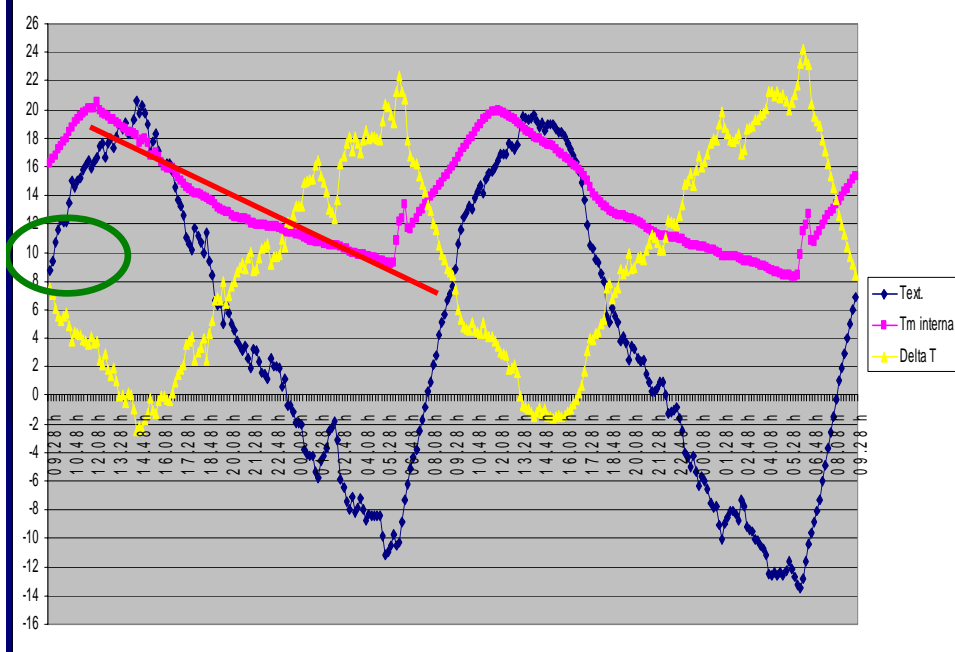


Teóricamente, para lograr y mantener una temperatura interna de 18[°C] con una temperatura externa de -5[°C] es suficiente desarrollar una potencia calorífica de alrededor de 3'000[W], lo que vamos a lograr con el fogón mejorado quemando un kilo de leña por hora durante las tres o cuatro horas de la noche antes de ir a la cama (de 18.00 a las 22.00)

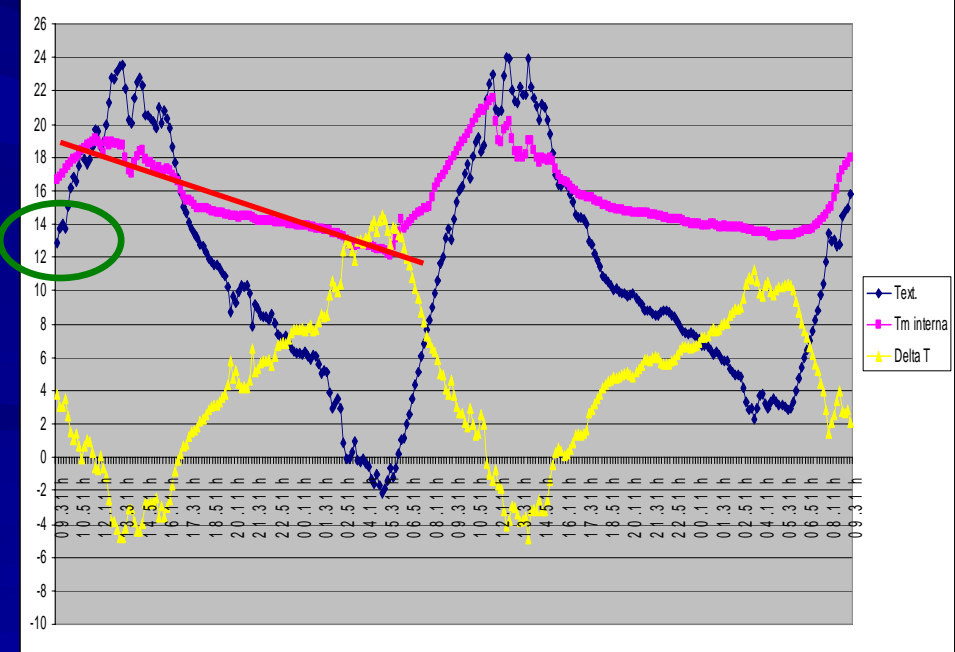
III. Toma de medidas en continuo:



Sin tragaluces

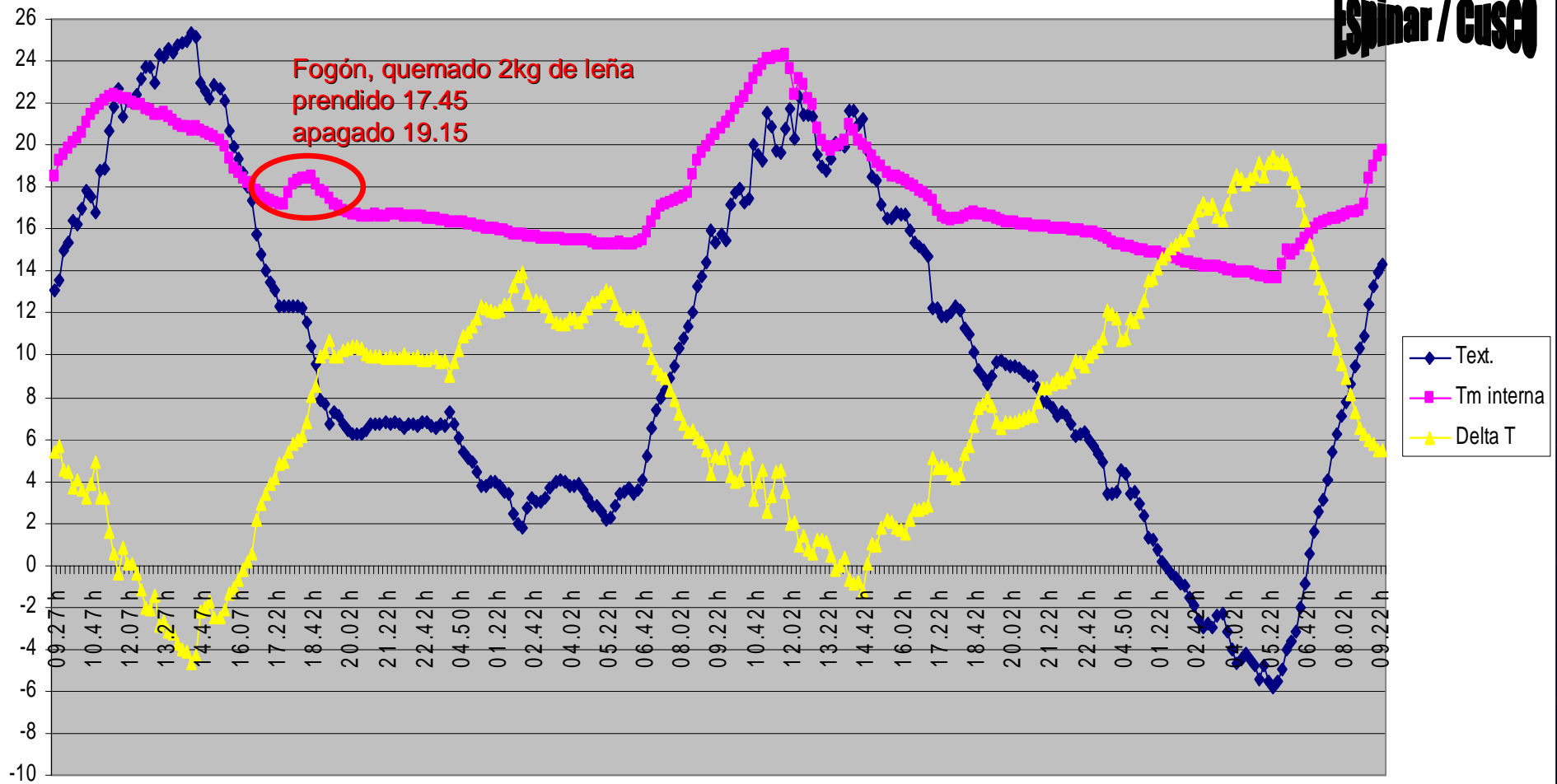


Con tragaluces



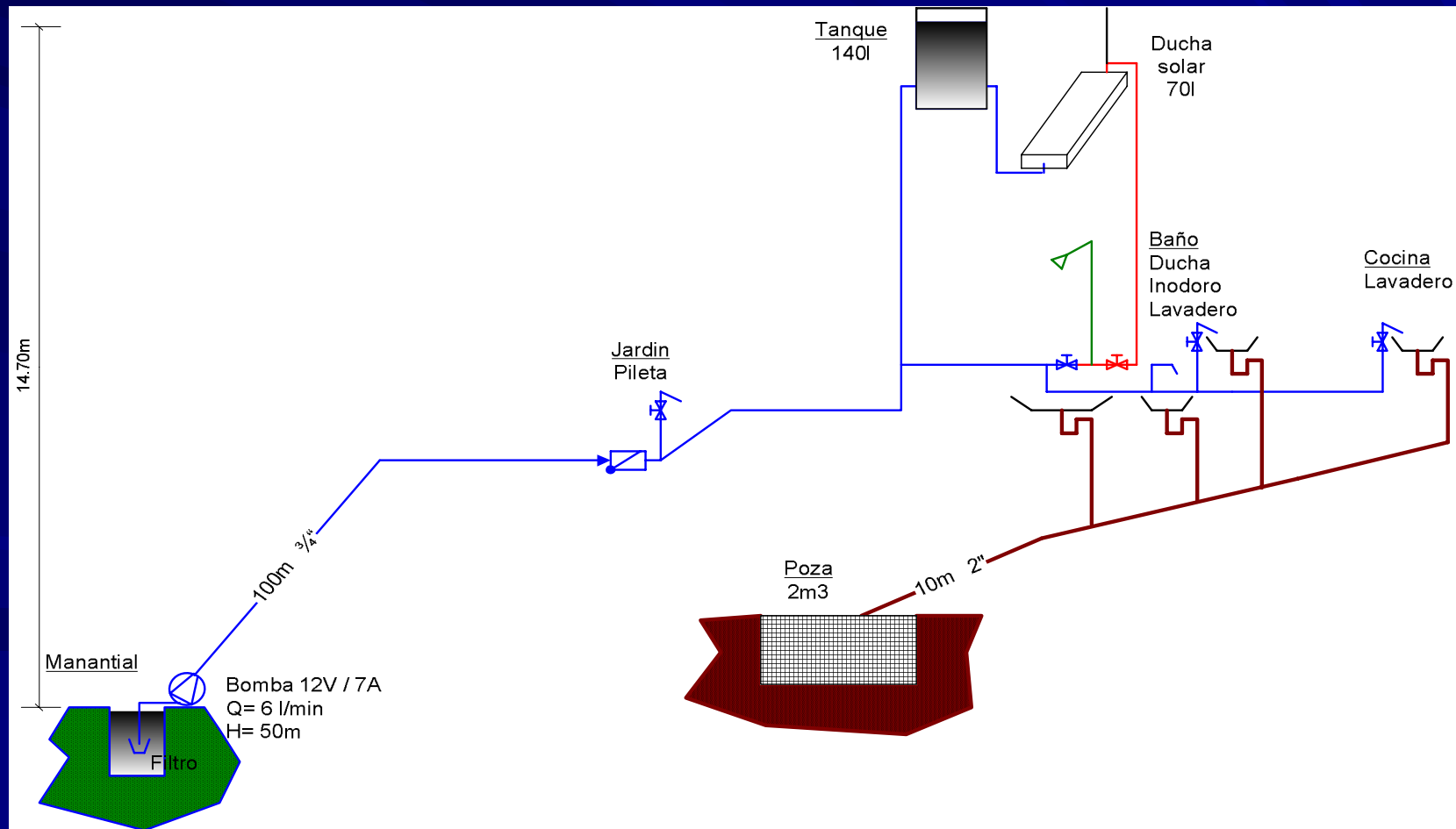


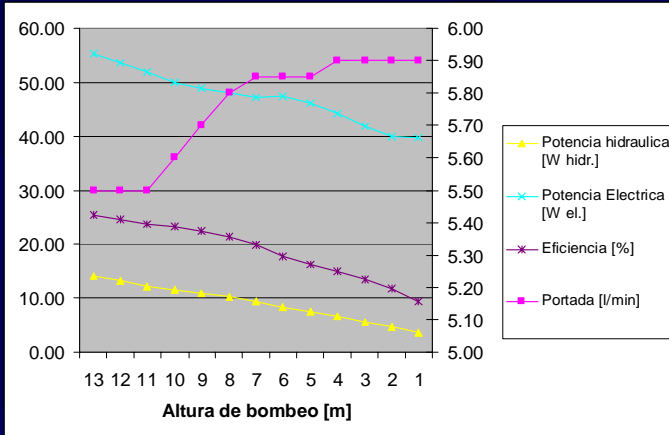
Con tragaluces y fogón



IV. El sistema de agua y desague:

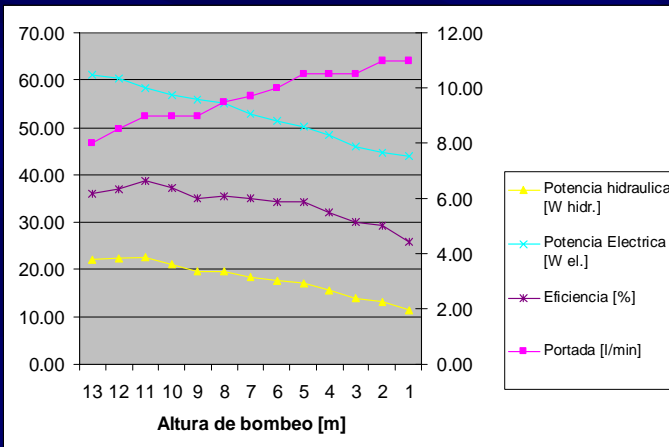
- El agua es fuente de vida
- Fuente de agua propia (manantial)
- Tres diferentes sistemas de bombeo, 2 solares y una bomba de ariete
- Sistema de tanque de 140[l] sobreelevado,
- Tres piletas, jardín, baño y cocina
- Un inodoro y una ducha solar de 70[l] instalados
- Las aguas servidas vienen colectadas en una poza aséptica de 2m³





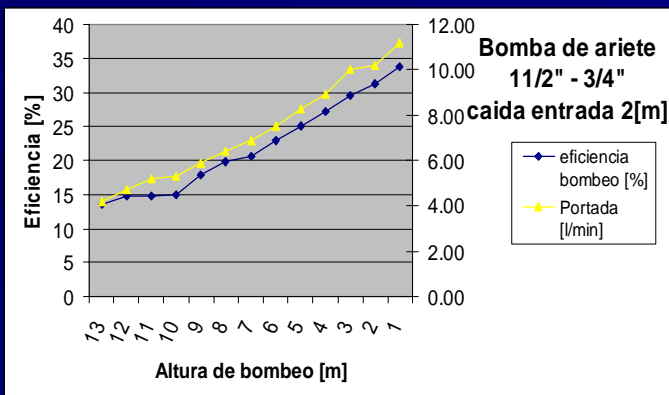
Características de la bomba a pistones Shurflo:

- 12[V] DC, 7[A], H=50[m], Q=6.5[l/min]
- Flujo de bombeo casi constante entre los 5.5 y 5.9[l/min]
- Eficiencia hasta 25% con una altura de bombeo de 13[m]
- Posibilidad de bombeo sin panel, solo con batería de 68[Ah]
- Sistema de captación relativamente simple
- La bomba tiene un costo de unos 260.-USD



-Características de la bomba a pistones Flojet:

- 12[V] DC, 7[A], H=25[m], Q=12.5[l/min]
- Flujo de bombeo casi constante entre los 8 y 11[l/min]
- Eficiencia hasta 35% con una altura de bombeo de 13[m]
- Posibilidad de bombeo sin panel, solo con batería de 68[Ah]
- Potencia hidráulica de hasta 22[W]
- Sistema de captación relativamente simple
- La bomba tiene un costo de unos 300.-USD

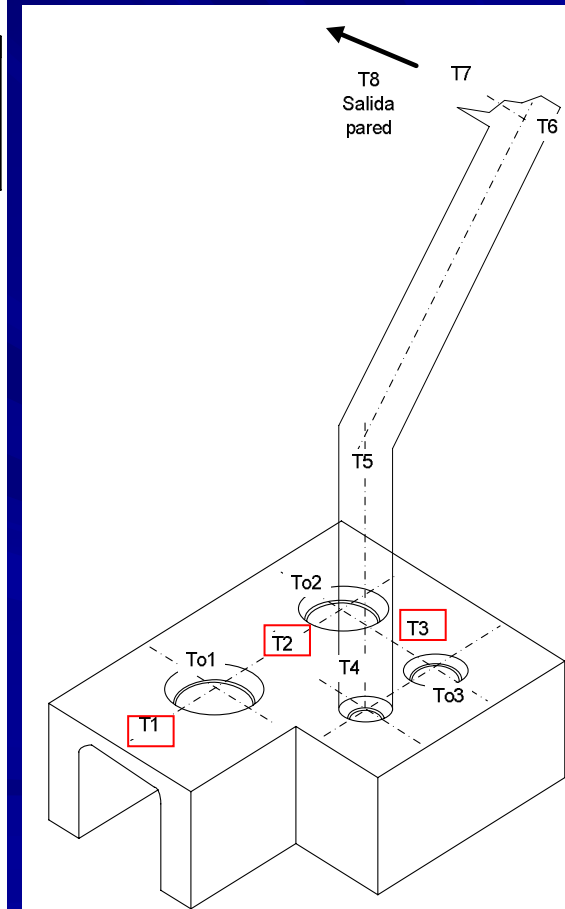
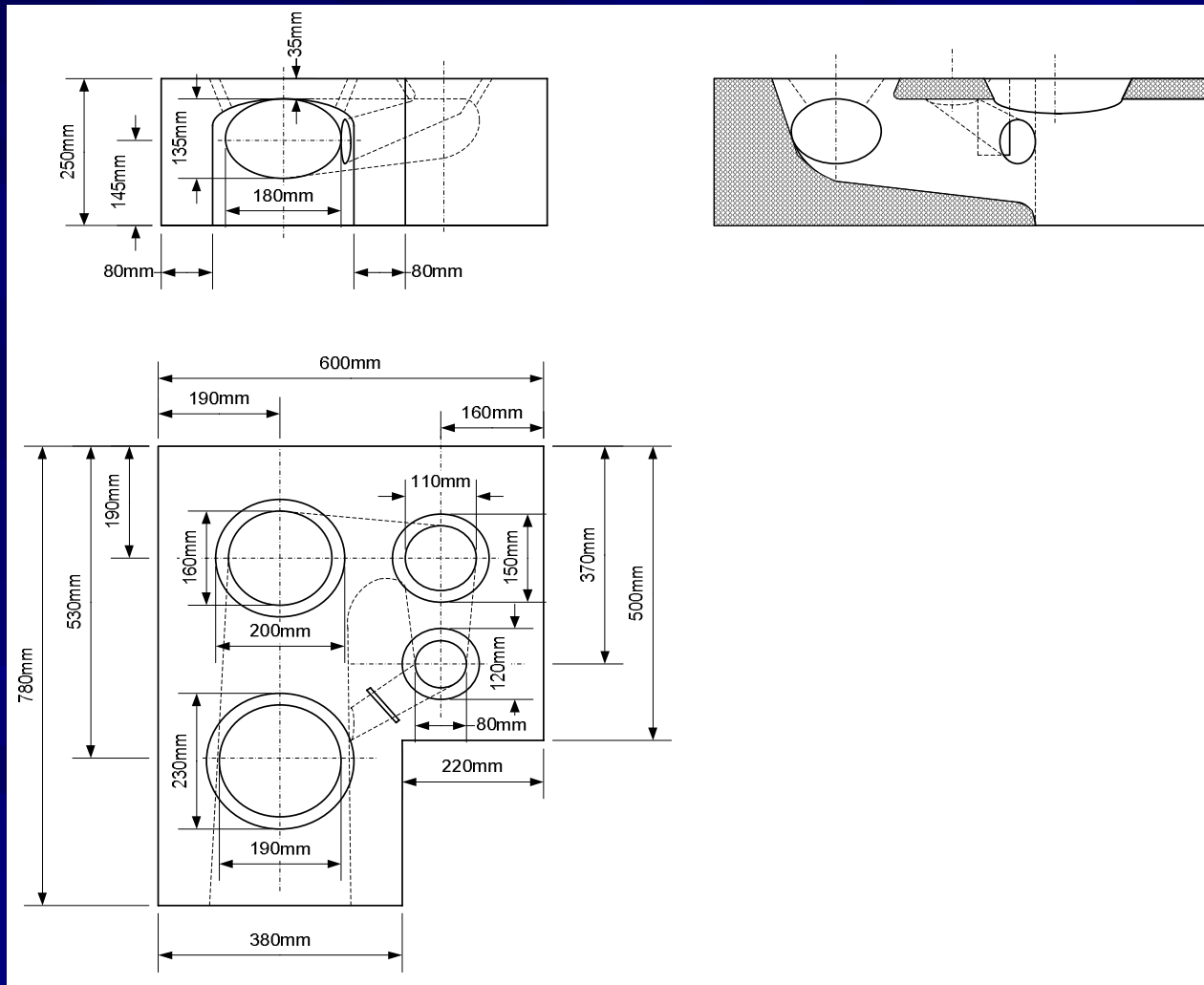


-Características de la bomba de ariete:

- H=13[m], Q=5[l/min]
- No necesita el suministro de ningún tipo de energía
- Hasta un 85% del agua no viene elevada
- Sistema de captación relativamente complicado
- La bomba tiene un costo de unos 200.-USD

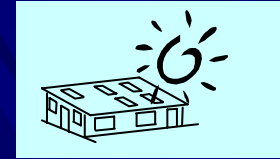
V El fogón mejorado:

- Mejora de la armonía familiar
- Expulsión de los humos tóxicos
- Recuperación de la energía térmica de los humos de escape
- Buena eficiencia térmica
- Tres hornillas, una chimenea, un recogedor de cenizas

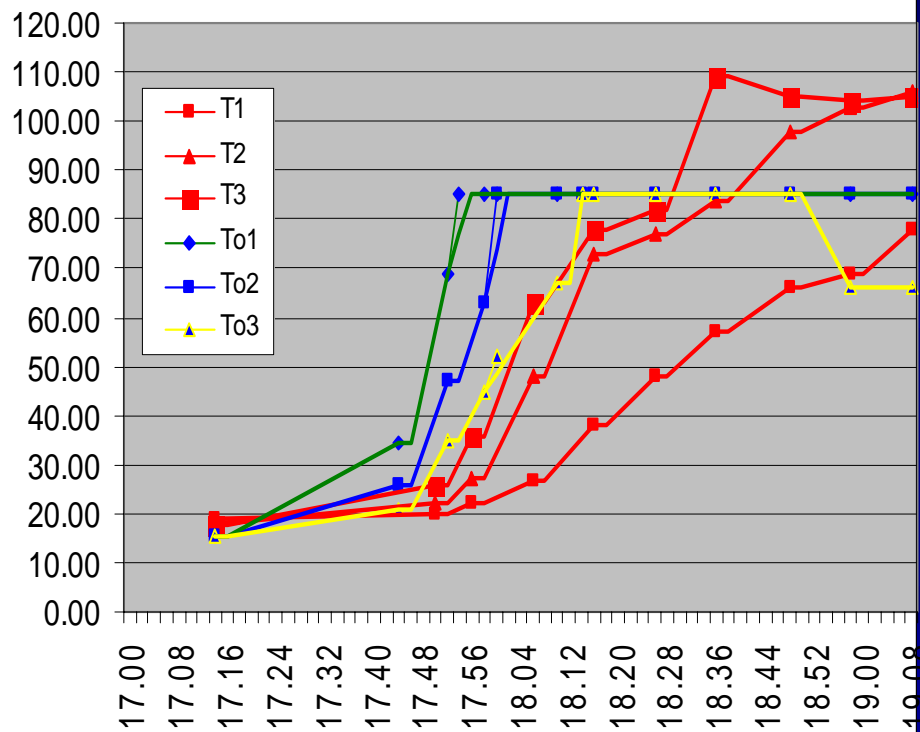


Análisis térmica del fogón mejorado:

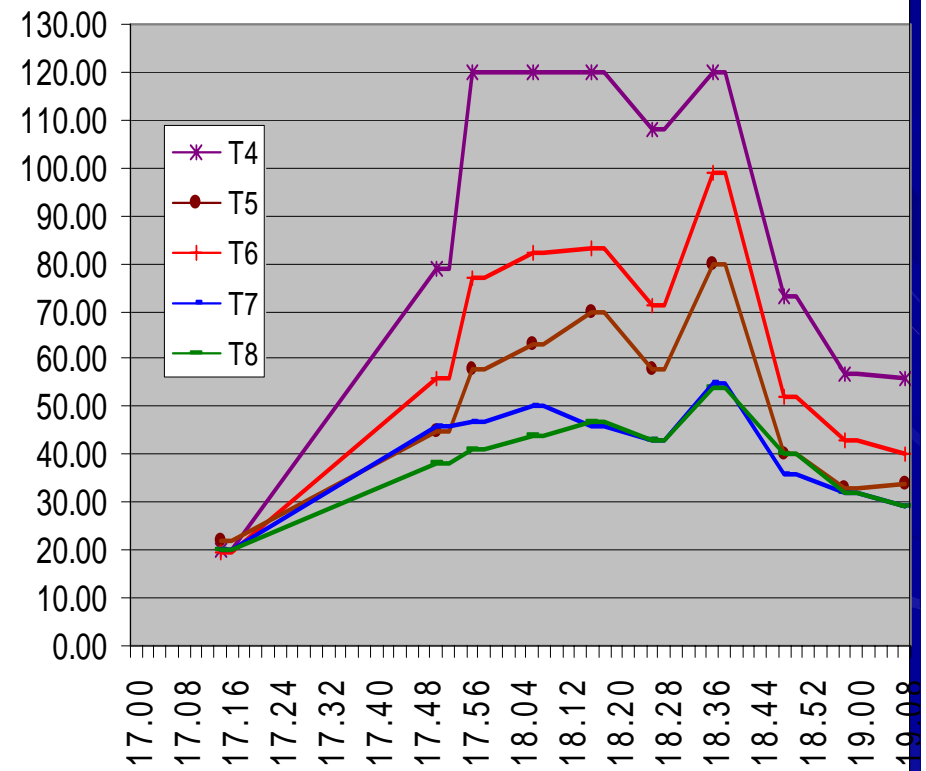
- Quemado de 2[kg] de leña
- Hervir un litro de agua en 15[min]
- Hervir un litro de agua durante una hora y media
- Mientras que la temperatura del fogón sube, la temperatura de la chimenea queda en 35[°C]
- Casi toda la energía térmica sirve para cocinar y calentar la casa (eficiencia elevada)



Temperaturas agua y fogón



Temperaturas chimenea



VI. El Sistema Fotovoltaico Domiciliario (SFD):

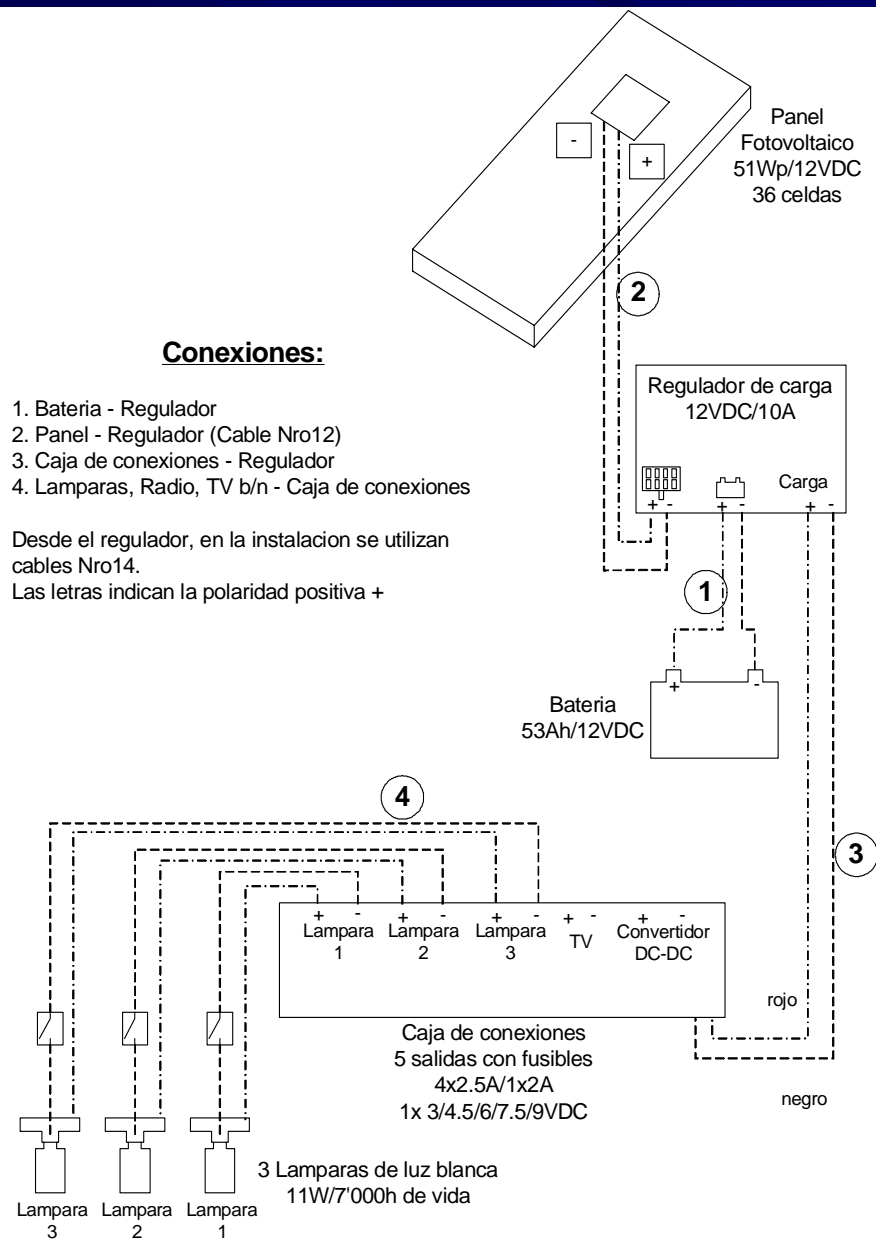


Conexiones:

1. Bateria - Regulador
2. Panel - Regulador (Cable Nro12)
3. Caja de conexiones - Regulador
4. Lámparas, Radio, TV b/n - Caja de conexiones

Desde el regulador, en la instalación se utilizan cables Nro14.

Las letras indican la polaridad positiva +

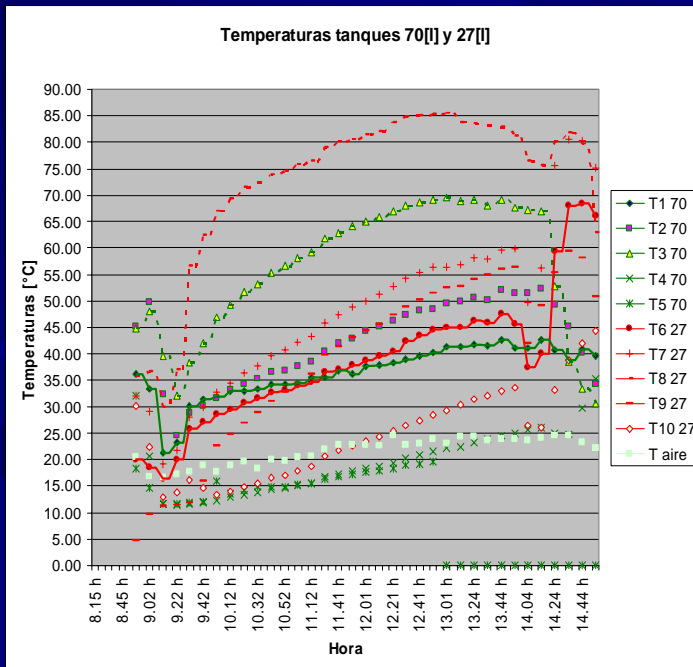


- La energía es la sangre de la economía
- La energía es una llave para el desarrollo
- Ayudar a mejorar los logros educativos
- Mejorar el hábito de lectura
- Formación de una conciencia ciudadana
- Reducir la tasa de incendios
- Utilizar aparatos de multimedia
- Activar sistemas de cerco eléctrico
- Bombear agua
- Costo no superior a los 500.-USD por SFD

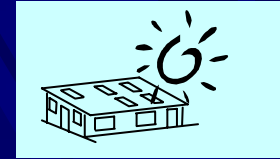
VII. La ducha solar:



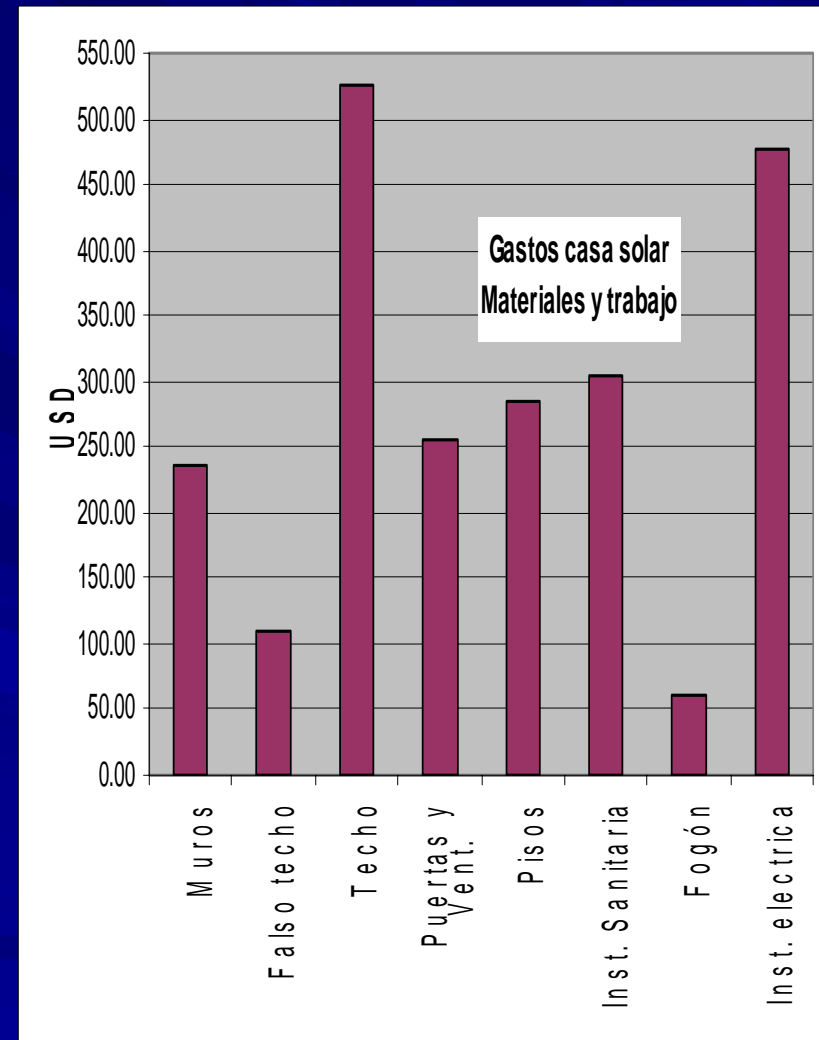
- La falta de aseo o una forma inadecuada de aseo son causas de enfermedades
- El aseo personal con agua fría no es recomendable
- La ducha se compone de un tanque de 70[l] (o 27[l]) de lata galvanizada pintada de negro que actúa como absorbente del espectro solar, un armazón de madera, un plástico que produce el efecto invernadero, una tubería Hydro (PE) que resiste a la helada y los rayos UV
- 85[l] de agua a 34[°C]
- 42[l] de agua a 40[°C]
- Eficiencia térmica de: η_{27l} 51% y η_{70l} 58%
- Agua caliente entre las 09.00 y las 22.00 todo el año
- Costo no superior a los 60.-USD



VIII. Costos de la casa solar activa:



- El costo de una vivienda es un aspecto básico para la sostenibilidad de un tal proyecto
- Construcción de una vivienda cómoda
- Una vivienda implementada con todo tipos de confort para llevar adelante una vida digna
- La sierra peruana es uno de los lugares climatológicos más difíciles del mundo
- Sequías, fuertes lluvias, granizadas, fuertes vientos, relámpagos
- Diferencias de temperaturas entre el día y la noche de alrededor de 50[K]
- 170 días de trabajo de los cuales 30 días efectuados por un “experto” local
- El techo (maderas y calaminas) es la inversión más fuerte
- Posibilidad de techo en paja?
- El SFD también eleva bastante los costos
- Costo total para materiales y trabajo no superior a los 2'300.-USD



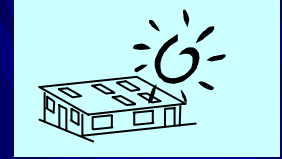
E. Imágenes

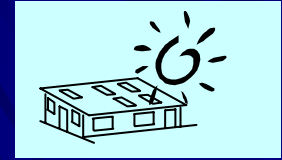


Taller Inti

Espinar / Cusco







Taller Inti

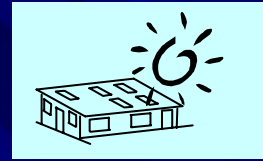


Espinar / CUSCO





F. Conclusiones y agradecimientos



Gracias a este trabajo estamos convencidos, y las mediciones lo demuestran, que hemos logrado presentar una vivienda solar activa, adecuada al medio rural de la sierra peruana bajo diferentes aspectos:

En una vivienda de este tipo con integradas las diferentes tecnologías renovables estamos seguros que una familia se puede desarrollar de manera sana y armoniosa.

Mirando a una inversión por de bajo de los 2'500.-USD podemos decir que se ha logrado una casa cómoda, acogedora, saludable que permite y fomenta la comunicación entre los diferentes miembros de una familia sin recurrir a una inversión demasiado elevada.

Con este proyecto esperamos despertar la atención de diferentes instituciones que trabajan apoyando a las personas que más necesitan y que quieren salir adelante simplemente con nuevas ideas y opciones para una mejor y digna vida

Agradezco a todo el equipo técnico del Taller Inti de Espinar como también a mi esposa y mi hija por la paciencia y el amor que me han regalado.