

PLAN INTEGRAL DE CONSERVACION DE ENERGIA PARA LA MICRO-REGION DE RIO TURBIO. PRIMERA ETAPA. @

E.Rosenfeld*, O.Ravella, A.Fabris*, C.Discoli+, S.Lozano, S.Martinez, C.Ferreyro, J.Czajkowski^, C.Sagasti, G.San Juan, N.Di Costanzo~, M.Fontana~, J.Pracchia~ y A.Gómez~.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Habitat, FAU, UNLP. Unidad de Investigación N22. Calle 47 N2162 (1900) La Plata, Bs.As.
IAS/FIPE, Instituto de Arquitectura Solar, Fundación para la Investigación y el Progreso Energético. Calle 526 N22005 (1900) La Plata, Argentina.

RESUMEN

La micro-región de Río Turbio alberga 12.000 habitantes alrededor de su cuenca carbonífera, aislada en el extremo sur patagónico. El proyecto trata de responder a graves problemas energéticos, ambientales y de habitabilidad que afectan a la comunidad, y explorar una metodología de "auditoría urbana".

Se exponen las condiciones climáticas, las características urbanas y socio-energéticas, los aspectos energéticos urbanos y la situación ambiental de las viviendas en base a los resultados de las auditorías realizadas en la campaña invernal. Se informa sobre el estado de avance del proyecto, incluyendo las consideraciones bioclimáticas preliminares en base a las que se está elaborando un proyecto de Centro de acción comunitaria a construirse próximamente en el centro de la Villa Minera.

1. INTRODUCCION

La micro-región de Río Turbio (51° lat.sur y 72° long.oeste) alberga la principal reserva y explotación de carbón del país. Alberga según datos recientes 12.600 habitantes en seis asentamientos. El área lindante con la frontera chilena, se halla a 30 Km. de Puerto Natales sobre el Pacífico y aislada en relación a los asentamientos humanos de la provincia.

El proyecto se fundamenta en la necesidad de dar una respuesta a los problemas energético-ambientales y de calidad de vida que repercuten en la comunidad. Se trata asimismo de ganar experiencia en lo que podríamos denominar las "auditorías energéticas urbanas", como concepción del conocimiento integral del comportamiento energético de los asentamientos.

Entre los problemas detectados se destacan:

- Usos irracionales de la energía en los edificios, motivado por inapropiado diseño, deficiente construcción, y sistema de calefacción electro-intensivo, posibilitado por el suministro gratuito de esta energía al personal de YCF.
- Baja habitabilidad en las viviendas y escuelas con niveles higrotérmicos muy por debajo de la zona de confort, condensaciones y puentes térmicos.

@ El Proyecto es financiado por la Secretaría de Energía.
* Miembro de la carrera de investigador del CONICET.
^ Becario CONICET. ~ Colaborador.

c) Degradación de la calidad ambiental urbana que se manifiesta en la concurrencia de: baja densidad excesivas distancias intraurbanas, contaminación del aire y del agua, carencia y deterioro de infraestructura y equipamiento urbano.

d) La demanda creciente de energía eléctrica supera en un 20% a la generación nominal, a pesar de haber disminuido la producción carbonífera.

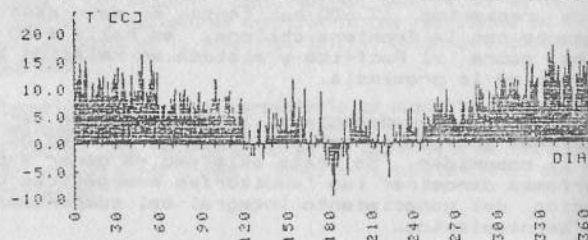
En la primera etapa circunscripta a la Villa Minera, se pretende realizar un prediagnóstico ambiental urbano y energético. Realizar asimismo una auditoría energética del sector residencial, generando pautas para el reciclado de los edificios existentes y para las nuevas construcciones. Finalmente diseñar y construir un edificio de demostración de requerimiento comunitario que responda a los criterios antes mencionados y cuya evaluación de comportamiento permita realimentar el proyecto.

2. CONDICIONES AMBIENTALES CLIMATICAS

Para la elaboración del estudio se conto con información de relativo valor estadístico, desde el punto de vista climatológico, del Servicio Meteorológico Nacional. Para complementarla, se utilizaron datos de la Filial Río Turbio de Radio Nacional y datos tomados por el S.M.N. en la estación El Turbio.

La determinación del año típico de temperatura media diaria se realizó teniendo en cuenta el año real registrado que mejor ajusta en sus medias mensuales con las correspondientes de la década de la cual existen mediciones. La minimización de los desvíos cuadráticos se efectuó para una década de muestra no completa, repitiéndose para cuatro años completos consecutivos. En consecuencia, se adoptó la secuencia natural correspondiente al año 1942. Los datos se presentan en la Figura 1.

Figura 1.
Año típico
temp. media
diaria.



La variación de la temperatura mínima absoluta mensual y mínima media, esta última en base a datos de El Turbio con diferencias respecto a Río Turbio inferiores a 1°C, se exponen en la Tabla 1, que resume valores medios mensuales de variables de interés. Como puede observarse los Grados día anuales base 18°C son 4.207.

Las velocidades medias mensuales de viento pertenecen a la década 1941/50 se hallan en la Tabla 1. EL análisis de la frecuencia de las direcciones prevalecientes en base anual se muestra en la Figura 2. Cabe acotar un 19,5% de calmas y el hecho de que en base mensual se confirma la prevalencia de los vientos del oeste.

Para los días fríos del año típico de temperaturas, considerando como tales a aquellos cuya mínima era inferior a la mínima media de cada mes, se analizaron las condiciones de nubosidad. En la Tabla 2 se consignan en fila superior los valores de nubosidad media mensual del total de los días, mientras que en la inferior, los valores

promediados para los 172 días fríos en el año típico. No se observó tendencia predominante que pueda asociarse con la característica "fría" del día.

Tabla 1. Resumen datos climaticos valores medios mensuales.

| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|-------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| H(MJ/m2) | 18,6 | 15,7 | 11,0 | 6,6 | 4,3 | 3,2 | 3,6 | 5,8 | 9,1 | 14,4 | 17,0 | 18,1 |
| KT | 0,44 | 0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,49 | 0,50 | 0,50 | 0,47 | 0,43 | 0,46 | 0,42 | 0,41 |
| T _{am} (C) | 11,1 | 10,9 | 7,2 | 7,3 | 2,3 | 2,5 | 0,4 | 1,3 | 4,8 | 10,2 | 10,2 | 12,7 |
| T _{ain} Abs(C) | -1,5 | -2,0 | -5,0 | -10,5 | -18,0 | -15,0 | -21,0 | -27,0 | -10,0 | -7,0 | -5,5 | -3,0 |
| T _{ain} (C) | 5,6 | 4,8 | 3,2 | 0,7 | -1,8 | -3,3 | -4,3 | -3,2 | -0,2 | -1,3 | 2,1 | 3,6 |
| Vv (Km/h) | 12,0 | 11,0 | 9,0 | 9,0 | 7,0 | 8,0 | 7,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 | 12,0 | 10,0 |
| GD (18 C) | 217 | 201 | 335 | 322 | 487 | 465 | 546 | 518 | 396 | 314 | 236 | 170 |

Figura 2. Viento.
Direcciones/anual.

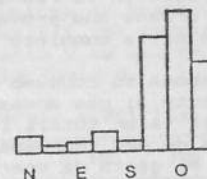


Tabla 2. Nubosidad media mensual total y de días fríos.

| E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 7.5 | 7.6 | 6.7 | 6.1 | 6.2 | 5.2 | 4.4 | 5.3 | 6.7 | 6.1 | 7.0 | 6.3 |
| 8.0 | 7.5 | 5.7 | 5.4 | 6.5 | 4.9 | 4.0 | 4.6 | 7.1 | 4.8 | 7.5 | 6.3 |

En base a los datos solares registrados en la zona, tanto del lado argentino como del chileno, se determinaron los promedios mensuales de la radiación solar global diaria incidente sobre plano horizontal, estimándose que su error no supera el 10%.

3. CARACTERISTICAS URBANAS Y SOCIO-ENERGETICAS

El estudio urbano y social de carácter exploratorio se realizó con el objeto de reunir información de base acerca de los principales problemas de la localidad y su relación con lo energético. se consultaron fuentes secundarias y se recabó información primaria a funcionarios públicos, profesionales, sindicalistas, organizaciones e informantes claves. La información recopilada permitió la elaboración del siguiente diagnóstico preliminar.

Río Turbio fundado en 1949, fue generado con el objeto de explotar el carbón de la región, con todas las características de una "villa provisoria" lo que se refleja en el conjunto, en sus instalaciones, servicios y ambiente.

En lo social la población conformada por migrantes argentinos y extranjeros, no encontró las condiciones que estimularan su radicación definitiva, configurando un carácter de transitoriedad y generando un sentimiento de automarginación, traducido en la no adaptación a las condiciones del lugar, no aceptación de la cultura local y desinterés por mejorar las condiciones en la villa.

Esta situación y la comprensión de importantes problemas que afectan a la comunidad están estrechamente vinculados al estilo de desarrollo paternalista impulsado en la región, expresado entre otras cosas, en el sistema de tenencia de la tierra, en la mayoría de los servicios públicos que están aún a cargo de la empresa estatal y en el subsidio de la energía a la mayoría de los hogares.

El trazado es irregular, localizado en el faideo de los cerros, ampliándose hacia el sector más alto, abarcando aproximadamente 96 manzanas. Esta compuesta por 14 barrios, exclusivamente residenciales, uno comercial y un área de servicios.

Tres barrios, Las Lengas, Los Pinos, y Jefes presentan adecuadas condiciones de habitabilidad urbana. El resto presenta un aspecto desordenado y deteriorado, con ausencia de veredas, árboles y mejoras. El barrio comercial encarado por la acción privada presenta también carencias básicas. Solamente el 0,07% de las calles son pavimentadas. Se detecta déficit en la red de agua y cloacas. Existe un sistema de calefacción urbana que provee a cuatro barrios y a tres áreas de servicios y se halla obsoleto en su mayor parte.

El 85% de los usuarios no abona su consumo energético por ser empleados de YCF. Con respecto al gas envasado, el personal de la empresa abona sólo el 25% del valor total, lo que representa aproximadamente entre el 5 y el 8% de sus ingresos. Para los usuarios que no pertenecen a la empresa, el gasto de energía representa aproximadamente el 45% de sus ingresos.

Las viviendas han sido construidas en forma inadecuada para el clima, lo que incide en un elevado consumo energético, a pesar de lo cual no se logran aceptables condiciones higrotérmicas. Su implantación y las características de los loteos condicionan fuertemente el plantear ámbitos exteriores resguardados para la vida comunitaria. El déficit habitacional estimado es de 600/800 viviendas. Las condiciones climáticas, las viviendas y la contaminación ambiental propician enfermedades según revelan estudios realizados. El clima y el sistema energético condicionan la actividad educativa, ocasionando la suspensión de clases en la temporada invernal.

La falta de adecuados sistemas de alimentos-energía impide el abastecimiento continuo hortícola cuya provisión podría resolverse a través de ellos. Un establecimiento de invernaderos ha obtenido resultados favorables.

Ciertos indicadores tales como el proceso de "nacionalización" de la población y la creciente importancia de los nacidos en Río Turbio, la propiedad de terrenos y viviendas por los ocupantes, la organización de la comunidad en defensa de su principal fuente de trabajo, la promoción de nuevas actividades y un proceso de creciente participación, permiten visualizar modificaciones hacia la consolidación de la estructura urbana y de la sociedad en su conjunto.

4. ASPECTOS ENERGETICOS URBANOS

En la micro región se utilizan los siguientes vectores energéticos: a) carbón mineral proveniente de la mina; b) energía eléctrica generada en la central local; c) gas envasado; d) kerosene; e) gas oil y nafta para transporte; f) fuel oil y diesel oil para generación eléctrica de apoyo y g) leña de lenga proveniente de las inmediaciones.

El problema electro-energético es particularmente grave. Según (1)

podría definirse así: "el servicio requerido por el complejo industria-comuna es superior a la capacidad de generación de la central y en el estado deficiente de los equipos, la generación nominal es cosa del pasado". Los requerimientos superan en un 10% en potencia y en un 20% en utilización del equipamiento, la capacidad nominal.

La mejor combinación de explotación permite abastecer 10,5 MW en los meses de menor consumo (agosto-abril) y 14 MW en el resto. A pesar de que la producción carbonífera viene disminuyendo desde 1979, la demanda de potencia y energía continua creciendo con una tasa promedio anual de 5%. El desborde de la demanda se registra a partir de 1982.

Entre las causas que han generado esta situación se ha identificado las siguientes: i. el reemplazo de equipamiento industrial obsoleto por otro de mejor tecnología y eficiencia pero de mayor consumo; ii. la expansión minera que obliga al transporte eléctrico cubriendo distancias cada vez mayores; iii. el crecimiento numérico de viviendas y edificios del terciario y su uso de la calefacción eléctrica. La situación se resume en la Tabla 6.

Tabla 6. Situación energía eléctrica. Fuente: Ref. (1)

| AÑO | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
|---|-----------|-----------|-----------|---------|
| Prod. Bruta Carbon (Tn/año) | 1.099.919 | 1.112.742 | 1.104.332 | 900.000 |
| Cons. E. Eléctrica Industrial (GWh/año) | 35,8 | 36 | 36,2 | 31 |
| Cons. E. Eléctrica comunal (GWh/año) | 26,2 | 28 | 32 | 34,9 |
| Energía total (GWh/año) | 70,8 | 73,1 | 70,2 | 75,4 |
| Potencia máxima requerida (MW) | 14 | 13,4 | 15,5 | 14,5 |

La problemática eléctrica de la cuenca se sintetiza en una central carboceléctrica decrepita, aislada y de capacidad colmada para una producción de carbón restringida, pero un consumo pujante y distorsionado (1). La carga no industrial demanda 3 MW en el periodo estival y 6 MW en el invernal. Caleta Olivia con una población similar tiene un máximo de 2 MW (1).

La central Río Turbio tiene aproximadamente 2.400 usuarios. Si se les aplicara el consumo medio de la provincia de Santa Cruz, excluido Río Turbio, resultaría un consumo anual de 12,5 GWh, muy diferente a los 32 GWh que se consumieren en 1984. Se dan casos individuales de familias que consumen aproximadamente 7000 KWh/bimestre con promedios en algunas tipologías de 3500 KWh/bimestre.

En cuanto al gas envasado la situación es la siguiente: el propano se transporta a granel camión hacia una planta fraccionadora. En la micro región se consume un promedio de 300 tubos de 45 Kg diarios. La población también utiliza garrafas de 10 Kg transportadas desde Trelew, vía Río Gallegos. Para Río Turbio y J. Dufour se abastece 310 garrafas/semana en época invernal y un 30% menos en el resto. Mientras los tubos se subsidiaban, esta provisión no cuenta con ello, y los usuarios son en general instalaciones no aprobadas.

En cuanto al carbón el consumo total anual para 1985 fue de 74.959 toneladas. En el último año, la micro región consumió para sí el 20% de la producción de carbón depurado comercial.

En la Tabla 7 se resumen los datos generales.

Tabla 7. Consumos anuales de energía. Microregion Río Turbio (1986)

| Carbon (tn) | Electr. (MWh) | Gas Env. (t/a) | Kerosene (m3) | Gas-oil (m3) | Nafta (m3) | Lena (tn) |
|-------------|---------------|----------------|---------------|--------------|------------|-----------|
| 89.759 (a) | 34.900 (b) | 2.072 (c) | 720 (d) | 2.000 (e) | 2.160 (f) | S/d |

(a) Generación eléctrica 87%; Calefacción urbana 5%; Particulares 8%. (b) Zona industrial 40%, Villa Minera 43%; 28 Nov. y J.Dufour 17%. (c) Villa Minera y J.Dufour 85/90%. (d) Particulares 100%. (e) Particulares 50%; YCF 50%. (f) Particulares 83%; YCF 17%.

5. SITUACION ENERGETICA AMBIENTAL DE LAS VIVIENDAS

El total de viviendas de la Villa Minera era de aproximadamente 1361 a octubre de 1987. De ese universo el 66%, esto es 896, son pasibles de ser analizados tipológicamente y sometidos a auditoría energética. El resto está constituido por ejemplares híbridos, precarios o excluidos por estar localizados en áreas de acceso restringido. Se considera que para estos casos serán de aplicación por similitud las conclusiones que resulten de la muestra tipológica. Del análisis surgieron 5 tipos y 14 modelos de algunos de ellos. Los principales serán auditados. Abarcan tecnología de prefabricación y tradicional, con construcción liviana y pesada.

Se comunican resultados preliminares para los tipos Panelcam y Quoncet.

5.1. Tipología Panelcam. Sup= 57,2 m² Vol= 165,9 m³

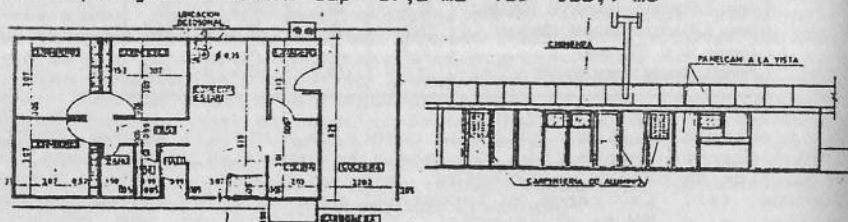


Tabla 8. Tipo Panelcam. Temperaturas medidas (C).

| | T _{sin media} | T _{max media} | T _{media} |
|---------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| Exterior | -9,1 | 1,1 | -8 |
| Interior Entrada | 5,8 | 24,7 | 15,2 |
| Interior Bano/Dora. | 16,5 | 28,5 | 22,5 |
| Interior Dormitorio | 16,5 | 20,6 | 22,5 |

Tabla 9. Tipo Panelcam. K = Transmítancias observadas.

| | TECHOS | | MUROS | | PISOS |
|--------------------|--------|--------|-------|--------|-------|
| | Panel | Puente | Panel | Puente | |
| | 1 | 81 | 6,61 | | |
| W/m ² C | 1,08 | 5,5 | 1,53 | 3,42 | 1,41 |

Se calculó el valor medio de la conductividad de los cerramientos a través de un promedio ponderado de las conductividades en cada una de las zonas en que estos podrían ser dimensionados (centro de paneles, estructuras de sostén, etc.). Este análisis es válido para todas las variantes del tipo.

Tabla 10. Tipo Panelcam. Asignación porcentual de pérdidas térmicas según balance (valores promedio)

| Perdidas por | Techo | Muros | Aberturas | Piso | Infiltraciones |
|--------------|-------|-------|-----------|------|----------------|
| | 26% | 32% | 7% | 11% | 24% |

Tabla 11. Panelcam. Resumen de características térmicas de la vivienda. Balance IRAM

| UA W/C | UA W/m ² C | UA W/m ³ C |
|--------|-----------------------|-----------------------|
| 485 | 6,4 | 2,11 |

5.2. Tipología Quoncet. Sup= 31,9 m² Vol= 74,2 m³

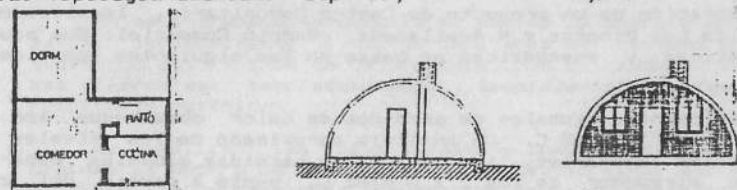


Tabla 12. Tipo Quoncet. Temperaturas medias (C)

| | T _{sin media} | T _{max media} | T _{media} |
|---------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| Exterior | 1 | 12 | 6,5 |
| Interior Dormitorio | 18,14 | 26,5 | 22,4 |
| Interior Dormitorio | 18,8 | 28,21 | 23,5 |

Tabla 13. Tipo Quoncet. K = Transmítancias observadas.

| TECHOS | MUROS | PISOS |
|--------------------|--------------------|-----------------------------|
| W/m ² C | W/m ² C | W/m ² C |
| 1,1 | 1,1 | 1,60 mosaico 0,55 madera |

Tabla 14. Quoncet. Asignación porcentual de pérdidas térmicas según balance (valores promedio)

| Perdidas por | Techo | Muros | Aberturas | Piso | Infiltraciones |
|--------------|-------|-------|-----------|-------|----------------|
| | 9,7% | 40,4% | 16,1% | 15,7% | 17,8% |

Tabla 15. Quoncet. Resumen de características térmicas de la vivienda. Balance IRAM

| UA W/C | UA W/m ² C | UA W/m ³ C |
|--------|-----------------------|-----------------------|
| 207 | 6,5 | 2,7 |

Estos datos son preliminares pues se hallan en curso de procesamiento las mediciones y balances realizados con mayor detalle, con el objeto de detectar las oportunidades de ahorro de energía por cada uno de los conceptos las tipologías principales. En base a ellas se realizara el estudio económico que definirá el

proyecto de reciclado de cada tipo. Se han comenzado gestiones para ejecutar ejemplos de reciclado.

6. ESTADO DE AVANCE

Se hallan en ejecución las siguientes tareas:

a. Elaboración de los datos totales provenientes de la campaña de mediciones de invierno.

b. Aplicación de una encuesta en 80 hogares, contemplando variables físicas y sociales, en relación a las principales tipologías, al uso doméstico de la energía, sus modalidades y las opiniones de los usuarios.

c. Elaboración de un proyecto de Centro Comunitario, localizado en Avenida de Los Mineros y N.Avellaneda, Barrio Comercial. Sus pautas bioclimáticas y energéticas se basan en las siguientes consideraciones:

Los coeficientes globales de pérdidas de calor observados son de alrededor de $6 \text{ W/m}^2 \text{ C}$. Un análisis aproximado de los niveles de conservación deseables, indica que las pérdidas globales deberían ubicarse alrededor de los 2 a $3 \text{ W/m}^2 \text{ C}$, punto a partir del cual tendría sentido el análisis de la utilización de sistemas solares pasivos. Con este nivel de pérdidas globales, y con un área de captación del orden del 20% de la superficie habitable, se podrían obtener fracciones de ahorro solar del orden del 20% para los sistemas que no utilicen una aislación nocturna de protección del sistema de ganancia solar. En el caso de los sistemas protegidos, la fracción de ahorro solar se podría elevar al 35%. La conductividad térmica de muros en este caso debería ser de aproximadamente $0,5 \text{ W/m}^2 \text{ C}$, similar a la de techos. Deberían utilizarse dobles vidriados protegidos con persianas o cortinas pesadas, algún sistema de recuperación de calor del aire de ventilación y algún tipo de circulador que evite la estratificación del aire en el edificio. Debe entenderse este resultado como una primera hipótesis de trabajo, la que deba ajustarse en el proceso de diseño a la vista de los costos implícitos de cada medida de conservación.

Estos resultados provisionarios se han obtenido utilizando la metodología de cálculo del LASL (Balcom y colaboradores) a cuyo fin se han construido las tablas del Solar Load Ratio y Conservation Factor correspondiente a la localidad de Río Turbio.

d. Se trabaja en la obtención de datos para la evaluación energética a escala urbana.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Mónica Virginia García, Lic. Hugo Grossi Gallegos y Sr. Gustavo Atienza por la recopilación y estudio de datos climáticos que se utilizaron en este trabajo.

Se agradece a directivos, personal profesional, técnicos y de todas las categorías de Y.C.F. por toda la información y colaboración brindadas.

REFERENCIAS

(1) R.N. Rodríguez, "U.R.E. eléctrica en Río Turbio", Memorando Y.C.F. 20.06.85.