

## AUDITORIA ENERGETICA DE DOS CENTROS SANITARIOS DE BAJA COMPLEJIDAD.

C. Discoli \*, E. Rosenfeld +.

IAS-FIPE, Instituto de Arquitectura Solar. Fundación para la Investigación y el Progreso Energético.  
Calle 526 No. 2005 (1900) La Plata, Argentina.

### RESUMEN

En este trabajo se estudia el uso de la energía en el subsector salud, perteneciente al sector terciario del consumo energético. Se auditaron dos centros de baja complejidad ubicados en zonas climáticas diferentes: templada-húmeda y templada-fría, presentándose los resultados obtenidos.

Se analizan las posibilidades y conveniencias de implementar medidas de ahorro de energía con el objetivo final de: a) estudiar y plantear soluciones para los centros de baja complejidad de similares características; b) formular pautas de diseño concernientes al uso de la energía y la habitabilidad para los proyectos futuros.

### 1. INTRODUCCION

Encarar el estudio energético del sector terciario, requirió desarrollar un esquema metodológico a los efectos de:

- i. Investigar sobre la situación energética y de habitabilidad en los edificios, en función de los distintos subsectores.
- ii. Desarrollar prototipos de subsistemas apropiados, fundamentalmente pasivos, de bajo costo inicial y de mantenimiento.
- iii. Ensayar y evaluar económicamente algunas de las soluciones representativas.

Sobre este sector no se tiene prácticamente ninguna experiencia en el orden nacional, y a nivel internacional, son pocos los países que han trabajado en el tema.

Se decidió priorizar al subsector salud, por ser un servicio público fundamental, y por demostrar un evidente déficit de habitabilidad y carencias de mantenimiento, especialmente en el área de responsabilidad estatal. Lo consideramos el de mayor sensibilidad dado que deficiencias energéticas y operativas implican un costo social en más de un caso elevado.

Existe una red sanitaria que interactúa a nivel nacional, provincial y municipal, con centros de alta complejidad (normalmente nacionales y provinciales) que cubren prácticamente todas las actividades de atención médica integrada de una zona o región. La localización de los mismos depende de la densidad de población, del

---

\* Becario CONICET.  
+ Investigador CONICET.

grado de aislamiento y de situaciones geopolíticas particulares. Estos centros son apoyados por los de menor complejidad (de incumbencia normalmente municipal), abarcando fundamentalmente las prestaciones médicas preventivas-curativas, debiendo asegurar un contacto fluido a los servicios más complejos. La distribución y localización de los mismos intenta mejorar el contacto entre los servicios sanitarios básicos y los usuarios, promoviendo un mejor seguimiento médico y una mayor descongestión en los centros de mayor complejidad.

De las fuentes analizadas (1) se desprende una clara tendencia a incrementar los centros de menor complejidad y apoyar los ya existentes, orientada a mejorar el servicio sanitario menor, reduciendo costos de proyecto, construcción y operatividad.

Este último concepto es lo que nos permite abordar el tema de conservación de la energía en este subsector, ya que las medidas adoptadas pueden ser trasladadas en forma inmediata y repetidas en toda la infraestructura de similar tipología.

## 2. RELEVAMIENTO DE INFORMACION

Consistió en la búsqueda de información referente al tema en fuentes nacionales e internacionales (2,3,4,5,6). En el país prácticamente no se ha generado información propia. Siempre se ha tratado de mejorar las variables infraestructura - servicios - costos en función de una operatividad más racional, con soluciones tradicionales, tocando tangencialmente, en algunos puntos, el tema de reducir el consumo de energía, pero sin abordarlo integralmente. En otros países existe información más elaborada, con resoluciones acordes a su situación y nivel tecnológico.

Las variables de análisis en muchos de los casos son coincidentes con las del sector residencial (características constructivas, equipamiento, etc.), tomando alguna de ellas mayor relevancia, dada su mayor influencia tanto en los aportes como en las pérdidas energéticas (número de usuarios y su permanencia, renovaciones de aire con recuperación de calor del mismo, iluminación, etc.).

Se analizó el parque edilicio de baja complejidad para las dos zonas climáticas en estudio: a) Templada-húmeda y b) Templada-fría.

a) En esta zona y en particular el área de influencia de la Municipalidad de La Plata, se cuenta con una dotación de 22 centros asistenciales. Existen unidades sanitarias nuevas realizadas con criterios de arquitectura sanitaria moderna (Plan Centenario y Muñiz), reiterándose el proyecto en diferentes zonas, creando así una tipología edilicia de análisis. Una de las versiones más elemental, posibilita ampliaciones sistematizadas, tipificando áreas y locales. La otra versión más elaborada, incorpora elementos como la circulación técnica diferenciada. Ambos casos cobran importancia por ser tipologías reiteradas en el ámbito de la provincia de Buenos Aires.

Los centros asistenciales restantes, se han llevado a cabo en edificios ya existentes, remodelando y adaptando sus locales. Las resoluciones obtenidas no han sido las más convenientes para la prestación sanitaria, limitados en sus ampliaciones básicas, en el caso de aumentar la demanda.

Estos centros no son ejemplares tipológicos, por encontrarse insertos en una trama urbana cambiante, pero si se pueden considerar como una tipología de usos. Los parámetros físico-constructivos

pierden algo de importancia dado el entorno (edificios apareados), mientras que los parámetros dependientes exclusivamente de la forma de uso, se mantienen.

Los sistemas constructivos utilizados en todos los casos han sido los tradicionales, de construcción pesada.

b) En esta zona y en particular la micro-región de Río Turbio, dadas las condiciones de aislamiento y de asentamiento fronterizo, los servicios sanitarios prácticamente se encuentran cubiertos en todo su espectro. Se está construyendo un hospital de alta complejidad, con carácter regional, en reemplazo del actual, apoyado por baterías de consultorios externos dentro de la Villa Minera y salas de primeros auxilios en las bocas de las minas, atendiendo los eventuales accidentes de producción.

Por las dimensiones de la villa (aproximadamente 10.000 habitantes), es obvio que la expansión edilicia de baja complejidad no es comparable a la de otras zonas más pobladas, pero teniendo en cuenta la región y el rigor climático, las medidas que se tomen tendrían quizás una mayor penetración.

Para esta zona no se puede definir una tipología representativa, ya que por un lado no existen clones, y por el otro los sistemas constructivos en algunos casos son pesados y en otros livianos. Lo concreto es que ninguno de ellos se ajusta totalmente a las condiciones climáticas.

Del análisis del parque edilicio para ambas zonas se desprende:

i. Para la zona templada-húmeda es conveniente auditar en primera instancia las unidades tipológicas, comenzando por las más elementales (propensas a ampliaciones). Luego auditar la versión más elaborada, comparando así las diferentes situaciones edilicias y de usos. Por último una unidad realizada por adaptación, a los efectos de verificar en que grado las variables físico-constructivas y las de uso intervienen en el balance.

ii. Para la zona templada-fría existe la posibilidad de auditar diferentes tipos de sistemas constructivos, comenzando por los pesados, a los efectos de verificar su comportamiento para diferentes zonas. Luego auditar una unidad liviana, comparando dentro del mismo clima sistemas constructivos diferentes.

## 3. AUDITORIA ENERGETICA Y BALANCES

Las auditorias energéticas realizadas corresponden a dos casos seleccionados, acordes al análisis del parque edilicio del punto 2, el de la Sala Municipal No. 14 (Plan Centenario) de la ciudad de La Plata, y los Consultorios Externos dependientes del Hospital Regional de Río Turbio.

La metodología de análisis de la información recogida responde en general a experiencias anteriores (2).

En las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5 se muestran las bandas de los registros higrómetros para ambos casos de los ambientes representativos.

Figura 1. Consultorio, Sala N214, La Plata



Figura 2. Sala de espera, Sala N214, La Plata

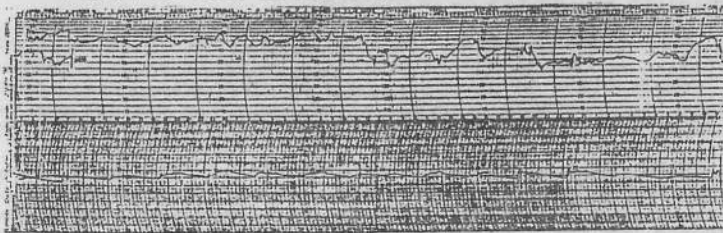


Figura 3. Consultorios

Figura 4. Sala de espera

Consultorios Externos Rio Turbio

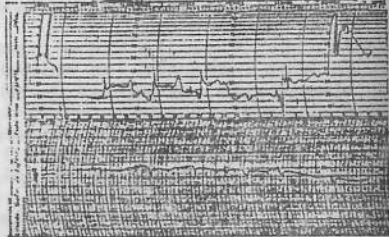
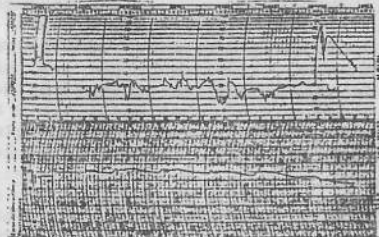
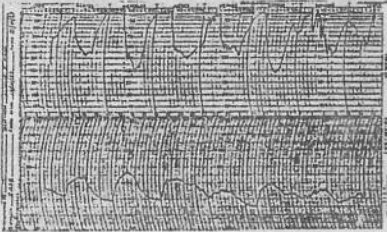


Figura 5. Ambiente exterior Consultorios Externos Rio Turbio



En las Tablas 1 y 2 se vuelcan las temperaturas diarias promedio para cada caso.

Tabla 1. Sala No. 14, La Plata

| Periodo               | L24  | N25  | N26  | J27  | V28  | S29  | L31  | N01  | N02  | J03  | V04  | S05  | L07  | T °C |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T i Consultorio       | 15,8 | 17,0 | 16,8 | 17,2 | 17,0 | 16,6 | 17,0 | 17,3 | 16,7 | 16,2 | 16,6 | 15,5 | 15,0 | 16,3 |
| T i Sala de Espera    | 16,5 | 17,6 | 17,1 | 17,2 | 17,7 | 13,6 | 16,6 | 16,4 | 15,6 | 15,3 | 15,7 | 14,5 | 13,3 | 15,7 |
| T e Ambiente exterior | 14,3 | 15,5 | 11,2 | 14,7 | 14,8 | 11,5 | 11,3 | 11,7 | 11,9 | 10,1 | 9,8  | 8,6  | 12,0 | 12,3 |

Tabla 2. Consultorios Externos, Rio Turbio.

| Periodo               | 13.10.87 al 19.10.87 | N13  | N14  | J15  | V16  | S17  | T °C |
|-----------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| T i Consultorio       | °C                   | 20,8 | 20,9 | 20,6 | 19,6 | 18,8 | 20,1 |
| T i Sala de Espera    | °C                   | 19,5 | 20,3 | 20,3 | 18,6 | 17,8 | 19,3 |
| T i Corredor tecnico  | °C                   | 21,9 |      | 21,0 | 21,2 | 20,8 | 21,2 |
| T e Ambiente exterior | °C                   | 7,0  | 7,1  | 7,6  | 2,4  | 3,2  | 5,5  |

En las Figuras 6 y 7 se muestran las plantas edificas de ambos centros, con la localización de los equipos instalados. Se utilizaron termohigrógrafos (Siap) y termómetros de máxima y mínima.

Figura 6. Planta Sala N214, La Plata

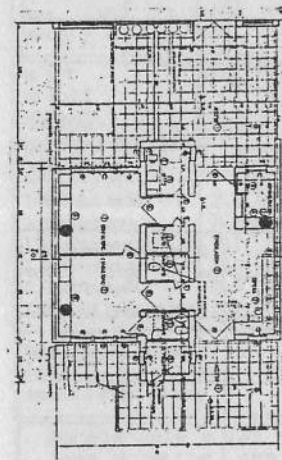
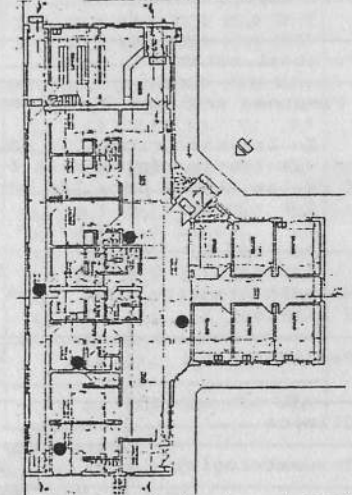


Figura 7. Planta Cons.Ext., Rio Turbio



En la Tablas 3 y 4 se vuelcan los consumos registrados durante el periodo de medicion.

Tabla 3. Sala No. 14, La Plata

|                        | PERIODO        | Hs. | CONSUMO |
|------------------------|----------------|-----|---------|
| Energia eléctrica KWh. | 24/08 al 07/09 | 315 | 43.11   |
| Gas natural * m3       | 24/08 al 07/09 | 315 | 40      |

\* El gas consumido es GE llevado a su equivalente en GN.

Tabla 4. Consultorios Externos, Rio Turbio

|                        | PERIODO        | Hs. | CONSUMO |
|------------------------|----------------|-----|---------|
| Energia eléctrica KWh. | 13/10 al 19/10 | 104 | 210     |
| Gas natural * m3       | 13/10 al 19/10 | 104 | 295     |

\* Se consume carbón en una central de calefacción urbana infiriendo su equivalente en GN.

Las Tablas 5 y 6 muestran los diagramas de ocupación promedio del período medido para cada caso.

Tabla 5. Sala No. 14, La Plata

| Horario Atención<br>8 a 16 hs. | Días de Semana |              |       |      | Fin de Semana |     |       |
|--------------------------------|----------------|--------------|-------|------|---------------|-----|-------|
|                                | Ohs            | 6hs          | 12hs  | 18hs | 24hs          | 6hs | 12hs  |
| Pediatría                      |                | 29 A<br>29 M |       |      |               |     | 6,5 A |
| Clinica                        |                |              |       | 9 A  |               |     |       |
| Ginecología                    |                |              |       | 6 A  |               |     |       |
| Sala Espera                    |                | 29 A<br>29 M | 15 A  |      |               |     | 6,5 A |
| Personal estable               |                |              | 5,5 A |      |               |     | 3 A   |

A. Personas adultas; M. Personas menores.

En las situaciones de ocupación máximas se requiere una renovación sanitaria mínima de 1,6 (30 m<sup>3</sup>/persona x hs), considerando un 25% de las mismas para las personas menores de 3 años.

Tabla 6. Consultorios Externos, Río Turbio.

| Horario Atención<br>8 a 19 hs. | Días de Semana |              |      |      | Fin de Semana |     |              |
|--------------------------------|----------------|--------------|------|------|---------------|-----|--------------|
|                                | Ohs            | 6hs          | 12hs | 18hs | 24hs          | 6hs | 12hs         |
| Pediatría                      |                | 25 A<br>25 M |      |      |               |     | 25 A<br>25 M |
| Clinica                        |                |              | 24 A |      |               |     |              |
| Traumatología                  |                | 15 A         |      |      |               |     |              |
| Cirugía                        |                |              |      | 14 A |               |     |              |
| Oculista                       |                |              |      | 18 A |               |     |              |
| Personal estable               |                |              | 16 A |      |               |     |              |

A. Personas adultas; M. Personas menores.

En situaciones de ocupación máxima no supera la renovación mínima de 1,5 (considerando 30 m<sup>3</sup>/persona x hora), considerando un 25% de las mismas para las personas menores de 3 años.

Se confrontó el aporte de energía inferido a partir de las mediciones con las necesidades de energía calculadas por un balance estacionario. La diferencia porcentual entre el consumo calculado y medido no superó en ambos casos el 5%.

Se incorporaron en el balance valores de conductividad medidas in situ de algunos elementos constructivos, al existir dudas sobre sus elementos constitutivos.

En función de las pérdidas porcentuales de los diferentes componentes, se incorporaron medidas de conservación progresivas en los elementos constitutivos de la envolvente más significativas. Para cada una de ellas se calculó el porcentaje de ahorro y la prolongación en las horas de uso del edificio que ese ahorro significa.

La Tabla 7 muestra los balances de ambos centros auditados y las características térmicas de los edificios con las diferentes medidas adoptadas.

Tabla 7.

| Área<br>Volúmen         | Sala N°14, La Plata     |       |       |       |       |       | Consultorios Externos, Río Turbio |        |        |        |       |       |      |
|-------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|
|                         | Medidas de conservación |       |       |       |       |       | Medidas de conservación           |        |        |        |       |       |      |
|                         | Actual                  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | Actual                            | 1      | 2      | 3      | 4     | 5     |      |
| UA W/°C                 | 70,8                    | 70,8  | 70,8  | 70,8  | 70,8  | 70,8  | 321,0                             | 321,0  | 321,0  | 321,0  | 321,0 | 321,0 |      |
| UA W/m <sup>2</sup> °C  | 177,3                   | 177,3 | 177,3 | 177,3 | 177,3 | 177,3 | 867,0                             | 867,0  | 867,0  | 867,0  | 867,0 | 867,0 |      |
| UA W/m <sup>3</sup> °C  | 485,0                   | 446,0 | 376,0 | 354,0 | 307,0 | 277,0 | 1749,0                            | 1681,0 | 1537,0 | 1274,0 | 990,0 | 862,0 |      |
| % Ahorro                |                         | 4,0   | 23,0  | 27,0  | 37,0  | 43,0  |                                   | 4,0    | 13,0   | 28,0   | 45,0  | 52,0  |      |
| % Pérdidas techo        | 12,4                    | 12,8  | 15,9  | 10,7  | 12,3  | 13,6  | 25,6                              | 26,7   | 29,2   | 14,7   | 18,9  | 21,7  |      |
| % Pérdidas muro         | 26,5                    | 27,2  | 9,8   | 10,4  | 12,0  | 13,3  | 16,2                              | 16,9   | 9,0    | 10,9   | 14,1  | 16,1  |      |
| % Pérdidas puertas      | 8,7                     | 9,0   | 11,2  | 11,9  | 13,7  | 15,1  | 0,4                               | 0,4    | 0,5    | 0,6    | 0,8   | 0,9   |      |
| % Pérdidas ventanas     | 20,5                    | 18,1  | 22,5  | 23,9  | 12,3  | 13,6  | 28,0                              | 25,1   | 27,5   | 33,1   | 13,1  | 15,9  |      |
| % Pérdidas pisos        | 11,2                    | 11,5  | 14,3  | 15,2  | 15,5  | 19,4  | 5,2                               | 5,4    | 5,9    | 7,1    | 9,2   | 10,6  |      |
| % Pérdidas renovaciones | 20,4                    | 21,0  | 26,0  | 27,7  | 31,9  | 24,7  | 24,2                              | 25,2   | 27,6   | 33,3   | 42,8  | 34,4  |      |
| Aumento en Hs. de uso   |                         |       | 90,0  | 140,0 | 255,0 | 370,0 |                                   | 6,0    | 12,0   | 33,0   | 76,0  | 100,0 |      |
| Aumento I de Hs. de uso |                         |       |       | 28,0  | 44,0  | 80,0  | 117,0                             |        | 5,0    | 12,0   | 31,0  | 73,0  | 92,0 |

1. Agregándole a las ventanas protecciones comunes.
2. Idem anterior, con aislación de muros (K=0,55 W/m<sup>2</sup>C)
3. Idem anterior, con aislación de techos (K=0,55 W/m<sup>2</sup>C)
4. Idem anterior, con incorporación de doble vidrio (K=2,6 W/m<sup>2</sup>C)
5. Idem anterior, con recuperación de calor en un 30% de la renovación

De la Tabla 7 se observa que, con la medida 1 (protecciones de ventanillas) no existe una variación importante en las características térmicas del edificio. Con las medidas 2 y 3 (aislación de muros y techos) existe un ahorro importante de energía que oscila entre 25% y 30%. Con la medida 4 (implementar superficie transparente doble), aumenta sustancialmente el potencial de ahorro en un 37 a 45%, pensando en una implementación sencilla. Existen formas de encarar el problema a través de materiales y elementos livianos interiores de uso temporal. En el caso de climas fríos es aconsejable las aberturas de doble vidrio permanentes, a pesar de su incremento en el costo inicial. Adoptadas las medidas anteriores, principalmente en climas fríos, comienza a justificarse la medida 5 (recuperación de calor del aire de renovación). El ahorro se incrementa en un 50%, duplicando prácticamente el tiempo de uso del edificio, con igual consumo de energía.

La variable de tiempo de uso se incorporó a los efectos de

llevar a parámetros primitivos las variaciones de ahorro. En el caso de suministros de energía ajenos a distribución por redes, además del ahorro energético, implica una menor dependencia de un servicio no siempre eficiente, incluyendo desabastecimiento en los períodos de mayor necesidad y altos costos por unidad de energía.

#### 4. CONCLUSIONES

Como primeras conclusiones se puede decir que es indispensable modificar las características de la envolvente en ambas zonas climáticas (templada-húmeda y templada-fría).

Adoptando medidas de conservación en muros y techos existe un potencial de ahorro que oscila entre un 25 y 30%. La implementación de las mismas es relativamente sencilla en unidades existentes, creyendo conveniente incorporar inmediatamente estas pautas en los sistemas constructivos actuales.

Incorporando doble superficie transparente en ventanas, el potencial de ahorro se incrementa entre un 37 a 45%, adquiriendo importancia su implementación en ambos climas. Su aplicación es sencilla en el caso de utilizar materiales y elementos livianos de colocación interna, de uso temporal. En los climas fríos es aconsejable aberturas de doble vidrio fijos, permanentes.

La recuperación de calor en el aire de renovación, comienza a ser viable, adoptadas las medidas anteriores. El potencial de ahorro es grande variando entre 43 y 52%. Su incorporación es técnicamente posible, teniendo que hacerse un análisis de costo que la justifique.

En los casos en donde las condiciones de habitabilidad son regulares, como se puede observar en la Tabla 1, el potencial de ahorro significa más que una reducción en el consumo de energía, un incremento imprescindible en los niveles térmicos de algunos de los locales, incorporando una mejora básica al servicio prestado.

#### REFERENCIAS

1. Programa Nacional de Planeamiento Físico y Arquitectura, separata de los números 30, 40 y 41 de Summa por encargo de la Subsecretaría de Salud Pública, Ministerio de Bienestar Social.
2. "AUDIBAIRES" Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas en la Vivienda de la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Informe Final. Secretaría de Energía, Buenos Aires (1987).
3. Total Energy Management, A practical Handbook on Energy Conservation and Management. National Electrical Contractors Association, National Electrical Manufacturers Associations, USA (1979).
4. Energy Conservation Standards, For building desing, Construction and operation. Fred S. Dubin, Chalmers G. Long, New York (1978)
5. Consumer Energy Conservation Policies (CECP), A multinational study, Technical reports. Internationales institut fur Umwelt und Gesellschaft, International Institute for Environment and Society. Berlin (1984).
6. Guide pour une meilleure utilization de L'énergie dans les établissements de sante, Ministere de la Sante, Mai 1982.