

reducir drásticamente el consumo energético condicionando la calidad del servicio³. Por otro lado, el progreso tecnológico de esta última década impuso una medicina de alto contenido técnico-energético, ampliando en algunos casos, la brecha entre los recursos y las necesidades.

2. METODOLOGÍA. ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE INTEGRACIÓN

La metodología desarrollada plantea actuar en la red de salud a través del análisis de sus establecimientos (nodos) como unidades prototípicas. Para cada nodo se estudia detalladamente el comportamiento energético y ambiental de sus partes (Módulos Edilicios Energéticos Productivos).

Esta red presenta una gran diversidad tipológica, tanto en complejidad sanitaria como en diversidad morfológica asociada a sus cortes históricos. Es por ello que se plantea el diagnóstico energético a partir de una clasificación tipológica a nivel diferencial. Esto implica un análisis detallado de cada nodo de la red, a partir de un estudio exhaustivo de los diferenciales constitutivos de cada sector productivo (servicio), analizando principalmente las variables energéticas. Estos diferenciales se materializan en la determinación de módulos edilicios-energéticos-productivos (MEEP), que caracterizan las necesidades teóricas de las principales actividades sanitarias de la red. La determinación de los MEEP permite comprender su dinámica, inserción y peso relativo en el conjunto en cuanto a la interacción entre el espacio físico, la envolvente edilicia, la infraestructura, el equipamiento, el uso, el consumo y sus emisiones.

Se plantea la construcción de un catálogo tipológico que module los servicios sanitarios representativos de los establecimientos hospitalarios de diferente complejidad y la conformación de una biblioteca dinámica de Módulos Edilicios Energéticos Productivos (MEEP). Esto nos permite clasificar, dimensionar, comparar y diseñar sectores sanitarios de diferentes establecimientos a través de unidades tipológicas representativas que tipifiquen las necesidades edilicias, energéticas y productivas de cada unidad de servicio de salud (laboratorio, cirugía, terapia intensiva, etc.).

La construcción de cada MEEP incluye el cálculo de los flujos de energía entre:

Consumo de iluminación: para el cálculo se desagrega la iluminación general del módulo y la iluminación localizada en los planos de trabajo;

Consumo del equipamiento: se considera el consumo energético nominal de cada uno de los equipos, la cantidad y el tiempo de uso;

Consumo de climatización: para determinar las necesidades de climatización se consideran los aportes y las pérdidas de energía en un balance energético estacionario. Las variables consideradas son: ocupación, iluminación, equipamiento, ganancia directa por ventana

(GAD), renovaciones de aire y características de la envolvente. Las necesidades energéticas surgen de dicho balance.

La biblioteca de MEEP es confrontada con el parque edilicio real a los efectos de ajustar la metodología y los resultados. Cada MEEP se sintetiza en una ficha tipológica, que resume la información referente a: i. identificación del MEEP y área de pertenencia; ii. plano de planta; iii. características generales: localización, dimensiones, características de la envolvente, temperatura interior y media exterior, orientación; iv. características del sistema de iluminación y valores de cálculo del consumo de energía; v. Características del equipamiento y valores de cálculo de su consumo; vi. valores de cálculo de consumo para climatización, desagregado en aportes y pérdidas por ocupación, ganancia directa por ventanas, iluminación, equipamiento, renovaciones de aire, y envolvente; y vii. **im]liadospaurklesy totaTradelM EEP. (Figurai)**

La construcción de la biblioteca dinámica implicó la modelización y análisis de cuatro instancias de cada MEEP siendo las mismas complementarias. Se trata de los MEEP Teóricos, MEEP Reales, MEEP Optimizados y MEEP Ambientales.

1. La elaboración de un catálogo de MEEP Teóricos, que expresan las necesidades mínimas de espacio físico, envolvente, infraestructura, equipamiento, uso y consumo de energía. Esto permite en principio, diagnosticar los pesos energéticos teóricos y sus emisiones de contaminantes; establecer los posibles yacimientos de ahorro de energía; minimizar la contaminación; facilitar el diseño de nuevas ampliaciones o establecimientos; unificar criterios en la disponibilidad de equipamientos y suministros; formalizar calidades Standard en las envolventes; y promover las disponibilidades de los espacios físicos de manera sistémica y con equidad económica.

2 La formulación de los MEEP Reales surge a partir de la verificación de los MEEP Teóricos con los servicios existentes de la red edilicia. Nos permite por un lado, verificar el grado de distorsión entre los MEEP Teóricos, con respecto a la realidad de la red sanitaria. Por otro lado, posibilita la detección de distorsiones ya sea por exceso o defecto, permitiendo el redimensionamiento de las variables consideradas.

3. La obtención de los MEEP Optimizados. El estudio profundizado de las instancias anteriores genera información básica para proponer mejoramientos energéticos edilicios-productivos para cada diferencial de salud. Estos representan las necesidades óptimas para cada prestación sanitaria de un determinado establecimiento hospitalario.

4. Para el cálculo de los MEEP Ambientales, se consideran las emisiones de contaminantes en función de los flujos energéticos intervinientes en cada módulo. Se analizan los aportes y las pérdidas de energía, y luego se evalúan sus respectivas emisiones. Los valores obtenidos son específicos para cada Módulo y para cada

Metodología para la evaluación energético-productiva en los edificios de la red de salud. Análisis de los distintos niveles de integración

Denominación: LABORATORIO (hasta 10.000 pac.)	TEORICO	MEEP DT1a
Area: Diagnóstico y tratamiento	Fecha: 09/95	

GRAFICA	REFERENCIAS	DATOS GENERALES
	<ol style="list-style-type: none"> 1- Mesada 2- Luz general 3- Asiento altura.regulable 4- Microscopio 5- Balanza analítica 6- Estufa esterilización cultivo 7- Centrifuga 8- Heladera 9- Pileta de embudo 10- Pileta resistente al ácido 11 - Estantería 12- Reloj con timbre 13- Pico de gas 14- Pico de aspiración 15- Ventana 1m x2m 16- Silla giratoria 17- Iluminación campo trabajo 	Sist.Constr.: tradicional Orientación: E-O Superficie: 15,75 m² Sup.opaca ext.: 10,60 m² Sup.transp.ext.: 2 m² Altura: 3,50 m T°Int.: 25° GD: 994 T°Media ext.: 17,5°

ILUMINACION				EQUIPAMIENTO			
General (fluorescente)	500 lux	12 hs		Estufa de esterilización	1000 w	10 hs	
Localizada (incandescente)	800 lux	8 hs	2 m²	Estufa de cultivo	1000 w	24 hs	
				Baño termostático para 90 tubos	1000 w	5 hs	
				Heladera	50 w	24 hs	
				Microdilluctor	1150 W	4 hs	
				Vortex	110 w	2 hs	
				Centrifugas de mesa	200 W	5 hs	
				Analizador de PH	20 W	5 hs	
				Fotómetro de llama	200 W	3 hs	
				Cámara de extracción	370 W	4 hs	
				Espectrofólmetro UV	50 W	5 hs	
				Anafe	5250 W	4 hs	
				Otros equipamientos varios			
TOTAL Kwh/día.m²				TOTAL Kwh/día.m²			
0,49				4,549			

CLIMATIZACION					
Ocupación	GAD	Renovación	Envolvente	Iluminac	TOTAL
Cant.: 4 pers. Hs.: 12 F.Ocup.: 0,6	Ventana expuesta V.Simple	Cant.: 8 vol./h Dens.Aire: 1,3 Kg/m ³ Entalpia:0,99KJ/Kg°C	Ksup.op:2,21 kw/m ² C Ksup.tra [^] .Bkw/m ² C	0,082	2
0,183	0,123	1,441	0,321	Equip. 4,549	3,174

	Teórico		Emision de Contaminantes Kq/m ² año					
	Kwh/día.m ²	TEP/año.m ²	Part.	S02	NOx	HC	CO	C02
Iluminación	0,149	0,019	0,007	0,190	0,051	0,004	0,014	57,95
Equipamiento	4,549	0,572	0,217	5,720	1,544	0,109	0,440	1744,0
Climatización	3,174	0,099	0,019	-	0,178	0,038	0,048	270,27
MEEPA	7,872	0,690	0,243	5,910	1,773	0,151	0,502	2072,2

Figura 1 : Ficha Tipológica. *Elaboración propia*

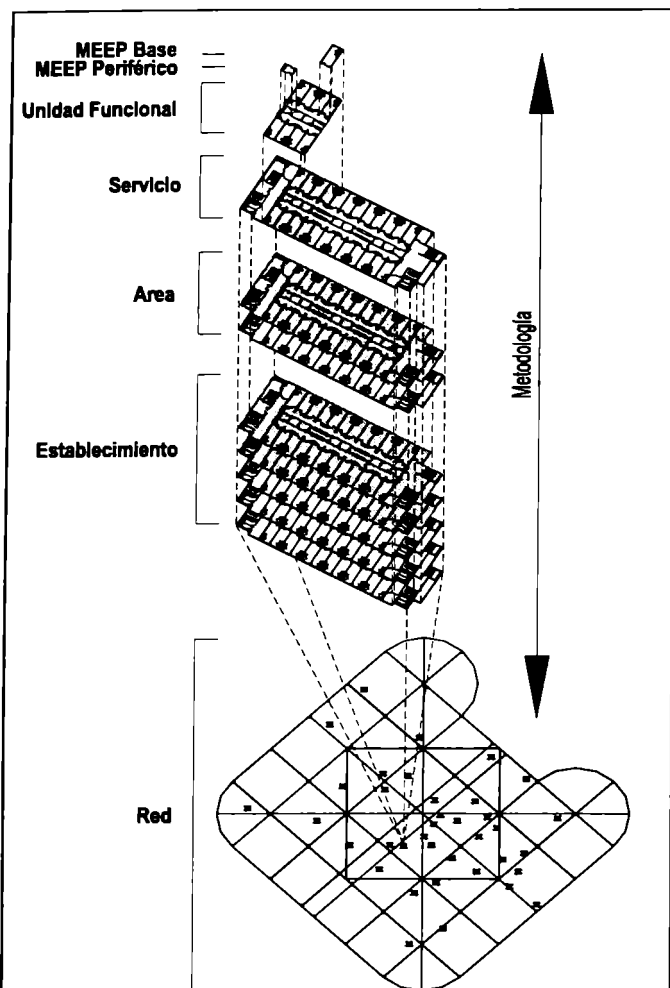
contaminante.

A partir de la sistematización de la Biblioteca dinámica de los MEEP, con el objeto de ajustar el funcionamiento de los módulos, se planteó la necesidad de precisar los niveles de integración para facilitar el análisis de los distintos servicios dentro de la complejidad de un hospital. La Figura 2 muestra como ejemplo los niveles de integración en un hospital de agudos de la red de salud Pública de la Argentina .

En consecuencia, la red sanitaria de salud pública de la Argentina cuenta con nodos (hospitales) que abastecen diferentes sectores urbanos con diferentes complejidades. Cada establecimiento (hospital) está compuesto por un conjunto de Áreas. Estas áreas

agrupan a un conjunto de Servicios de Prestación, integrado por Unidades Funcionales. Las Unidades Funcionales integran a los MEEP base y a los MEEP periféricos. Nos referimos a los MEEP base al representado por el diferencial de prestación y MEEP periférico a los que están en interrelación directa con los MEEP base que no alcanzan la categoría de diferencial de prestación aunque intervienen en el proceso y, en algunos casos, tienen un peso energético significativo.

Si tomamos el MEEP “habitación de 2 camas” como ejemplo, la “Unidad Funcional de internación” está representada por una determinada cantidad de MEEP base de habitaciones y de MEEP periféricos, o sea, todas aquellas tareas complementarias que hacen a su

Fig.2 : Niveles de integración. *Elaboración propia*

funcionamiento (unidad de enfermería, abastecimiento periférico de material limpio y usado, oficina para médicos, etc.). El conjunto de las Unidades Funcionales es el "Servicio de Internación Clínica", que forma parte del "Área Internación" conjuntamente con Cuidados Intensivos, Terapia Intermedia, etc. Esta área, junto con otras como Diagnóstico y Tratamiento, Atención Ambulatoria, Cirugía, etc., forman el conjunto del establecimiento.

3. LOS MÓDULOS EDIFICIOS ENERGÉTICOS PRODUCTIVOS (MEEP) DE LA RED DE SALUD.

3.1. MEEP Teóricos: desarrollo y cálculo de las necesidades energéticas

Los MEEP Teóricos representan a la totalidad de los servicios prototípicos de salud, para las diferentes complejidades del sistema sanitario. La bibliografía hospitalaria básica reseña fundamentalmente los criterios arquitectónico-funcionales, la distribución, el equipamiento y la conectividad adecuada con otras áreas de servicio.⁴

Este trabajo profundiza en el análisis ordenando y sistematizando la información e incorpora la calidad de la envolvente, la habitabilidad y los tiempos de uso típicos.

Esto permite calcular las necesidades energéticas y su participación en el consumo total. En las fichas se referencian las superficies y espacios básicos y típicos, las necesidades de diseño, las orientaciones, la iluminación, la ventilación, la temperatura, la humedad relativa, las características constructivas, las instalaciones especiales, el tipo y cantidad de equipamiento, las relaciones con otras áreas de servicio y flujos de entrada y salida. Esta información se complementó con relevamientos in situ, con entrevistas a informantes calificados y fuentes bibliográficas específicas^{5,6} en particular las relacionadas con el equipamiento energético.

Las necesidades energéticas de los MEEP Teóricos se calculan considerando el consumo en iluminación artificial; el consumo del equipamiento y el consumo de climatización.

3.1.1. Consumo energético en iluminación artificial.

Se desagrega en la iluminación general y en la iluminación localizada sobre los planos de trabajo. La expresión para el cálculo se sintetiza en la Eq. (1).

$$C_{iluminación} = E \cdot A \cdot \left(\frac{1}{\eta} \right) \cdot \tau \cdot \left(\frac{1}{A} \right) \frac{Kwh}{dia \cdot m^2} \quad (1)$$

El valor mínimo del nivel lumínico (E), está determinado por norma y existen tablas según tipos y necesidades de uso en la bibliografía específica⁷. En el caso de la iluminación localizada, la iluminancia se calcula en función de la superficie y del nivel lumínico (E) mínimo necesario sobre el plano de trabajo. Las horas de uso (τ) se calculan en función del tiempo de uso diario de los equipos de iluminación. Se incluye la inversa de la superficie del local (A) y del rendimiento lumínico (η) para obtener un valor energético específico por metro cuadrado de módulo.

Para el cálculo de iluminación general se utilizaron lámparas fluorescentes con un flujo luminoso de 3.200 lm, un rendimiento lumínico (η) de 80 lm/W y un rendimiento calórico (ηc) de 0,2. Para la iluminación localizada se consideraron lámparas incandescentes y una superficie de plano de trabajo (A) de 2 m².

3.1.2. Consumo energético del equipamiento

Se calcula el consumo para cada equipo del módulo (exceptuando iluminación) a partir de la Eq. (2).

$$C_{equipamiento} = \sum_{e=1}^n (n_e \cdot P \cdot \tau) \cdot \frac{1}{A} \frac{Kwh}{dia \cdot m^2} \quad (2)$$

El consumo energético promedio (P) es uno de los datos más difíciles de obtener ya que los usuarios (profesionales, técnicos y auxiliares del sector) generalmente lo desconocen y no existen registros

Metodología para la evaluación energético-productiva en los edificios de la red de salud. Análisis de los distintos niveles de integración

completos. La información se debe relevar equipo por equipo ya sea en los establecimientos o en casas de proveedores. Para establecer un promedio de horas diarias de uso se consultó con los usuarios.

3.1.3. Consumo energético de climatización (C)

Para determinar las necesidades de climatización se consideran los aportes y las pérdidas de energía en un balance energético simplificado. Las variables consideradas son: ocupación (C_{oc}), iluminación artificial (C_{il}), equipamiento (C_{eq}), ganancia directa por ventanas (GJ); renovaciones de aire (C) y ganancias y/o pérdidas por envolvente (CJ). Las necesidades energéticas se representan en la Eq. (3).

$$C_{climatización} = C_{oc} + C_{il} + C_{eq} + G_{an} + C_{ren} + C_{env} \frac{Kwh}{día \cdot m^2} \quad (3)$$

La sumatoria de las demandas energéticas de cada variable representa las demandas de climatización de cada MEEP (corresponde a la cantidad de energía que deberá entregar el sistema de climatización, ya sea en forma de calor o frío). El cálculo de cada término de energía en climatizaciones es:

i. Aportes de calor por ocupación:

La Eq. (4) considera el calor aportado por las personas que ocupan el módulo.

$$C_{ocupación} = AP \cdot \tau \cdot n_p \cdot \frac{1}{A} \cdot FO \frac{Kwh}{día \cdot m^2} \quad (4)$$

Se estableció para el aporte por personas (AP) un valor constante de 100 W. El factor de ocupación (FO) depende del tipo de uso del servicio analizado. Este puede asumir, por ejemplo, un valor de 1 en los módulos de internación (día completo de ocupación) o de 0,3 para los consultorios (un turno de ocho horas).

ii. Aportes de calor por iluminación:

Al valor calculado en 3.1.1. iluminación artificial general y localizada, se lo multiplica por el rendimiento calórico (n_c) de las lámparas consideradas resultando la Eq. (5).

$$C_{iluminación} = C_{ilg} \cdot \eta_c + C_{illoc} \cdot \eta_c \frac{Kwh}{día \cdot m^2} \quad (5)$$

iii. Aportes de calor del equipamiento:

Se considera la disipación térmica de los equipos cuyo consumo se calculó en 3.1.2.

rv. Aportes de calor por ganancia directa a través de ventanas (GAD)

Este valor está en correspondencia directa con la zona climática, la orientación, el tipo de aventanamiento del módulo, el tipo de protección (sin protección, cortinas de enrollar, postigos, etc.), y el grado de apertura de la misma. Los valores de ganancia solar directa se extrajeron de⁸ valores establecidos para nuestra zona climática (templada-húmeda). La Eq. (6) sintetiza las variables:

$$C_{GAD} = GAD \cdot At \cdot \frac{1}{A} \frac{Kwh}{día \cdot m^2} \quad (6)$$

v. Pérdidas de calor por renovaciones de aire.

Las renovaciones de aire presentan una variación significativa en función de cada prestación sanitaria. La cantidad de renovaciones horarias [n] varían según el servicio analizado. La Tabla 1 sintetiza algunos valores.

Consideramos un valor constante de densidad del aire (ρ_a) de 1,3 Kg/m³ y una entalpia del aire (Ja) de 0,99 KJ/Kg°C que corresponde al área de estudio. La entalpia del aire y los Grados día/día (GDD), varían según la zona climática. Para el área de estudio (Gran La Plata) se consideran GDD=6°C.

$$C_{renovaciones} = A \cdot h \cdot n \cdot \rho_a \cdot Ja \cdot GDD \cdot \frac{1}{A} \frac{Kwh}{día \cdot m^2} \quad (7)$$

RENOVACIONES HORARIAS	
Sala de internación/habitaciones	5 a 7
Emergencia	
Hemoterapia	5 a 8
Centro Obstétrico	15
Laboratorio	8 a 10
Radiología	
Aulas Comunes	7
Anatomía Patológica	8
Internación Infecciosos	
Terapia Intensiva	12
Centro Quirúrgico	10 a 20
Oficinas Administración	5
Consultorios	
Cocinas/Offices	

Tabla 1: Tabla de Renovaciones Horarias. *Elaboración propia*

vi. Pérdidas de calor por envolvente:

Las pérdidas energéticas por envolvente dependen fundamentalmente de las características del sistema constructivo y del grado de exposición que tenga el local con respecto al exterior. La Eq. (8) calcula las pérdidas para todos los tipos de materiales que conformen la envolvente (transparentes y opacos). Algunos datos de transmitancias térmicas (K) se pueden ver en la Tabla 2.

$$C_{envolvente} = (K_o \cdot A_o + K_t \cdot A_t) \cdot \frac{1}{A} \cdot \tau \cdot GDD \cdot FE \frac{Kwh}{día \cdot m^2} \quad (8)$$

artificiales y ii. la reducción de pérdidas térmicas originadas por los distintos tipos de paramentos, (superficie, transmitancia térmica, características climáticas de la localidad). En cuanto al equipamiento sanitario, la sustitución como estrategia forma parte del cambio tecnológico previsto en las diferentes áreas de salud, cuya realización depende de las políticas sanitarias establecidas.

3.3.1. Evaluación del comportamiento lumínico natural y artificial

Para la evaluación del comportamiento lumínico se utilizó el programa de simulación denominado RAFIS (Rough Analysis For Illuminating Spaces)⁹. Este sistema permite calcular los porcentajes de iluminación natural que se introducen en los módulos teniendo en cuenta la orientación y el aventanamiento.

La entrada de datos es simplificada, adoptando un modelo de cielo cubierto¹⁰. La elección de simular con cielo cubierto se debe a que se lo estudia en su condición más desfavorable. El programa cuenta con salidas numéricas y gráficas representando los valores de "Factor de Iluminación Natural" en un plano teórico situado a una determinada altura del suelo¹¹.

Estos resultados permiten ser contrastados con los obtenidos del relevamiento in situ de cada módulo y así proponer alternativas de diseño para su optimización. La evaluación se realiza para cada sector del módulo considerando los distintos locales que lo conforman.

Teniendo en cuenta que para la ciudad de La Plata (34° Latitud Sur) durante el mes de junio se considera un aportelumínico exterior de 4000 lux a las 8 hs y a las 16 hs; de 45000 lux a las 10 hs y a las 14 hs y de 55000 lux a las 12 hs¹², los valores de iluminación natural aportados en los distintos sectores del módulo de acuerdo a los porcentajes establecidos por el programa RAFIS, son los representados en la Tabla 3.

Lab.	4000 (lux) 8hs y 16hs	45000 (lux) 10hs y 14hs	55000 (lux) 12hs
3%	120	1350	1650
7%	280	3150	3850
17%	680	7650	9350
42%	1680	18900	23100

Tabla 3: Valores de iluminación natural según el programa RAFIS. *Elaboración propia*

Las Tablas 4 y 5 muestran la iluminación artificial necesaria en relación a los porcentajes de iluminación natural y a los valores de iluminación general y localizada necesaria para cada módulo (MEEP Teórico). Los valores positivos corresponden a la cantidad de lux de iluminación artificial necesarios para cada sector. La demanda en iluminación artificial general y localizada se calcula por las Eqs. (10) y (11).

$$I_{\text{gral.}} = E - E_{\%} \quad \text{lux} \quad (10)$$

$$I_{\text{loc.}} = E - E_{\%} \quad \text{lux} \quad (11)$$

Con la demanda lumínica artificial (Tablas 4 y 5), podemos calcular la energía necesaria en $\left[\frac{\text{Kwh}}{\text{día} \cdot \text{m}^2} \right]$ a partir de las Eqs. (12) y (13).

$$I_{\text{gral}} = E \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \frac{\text{Kwh}}{\text{día} \cdot \text{m}^2} \quad (12)$$

$$I_{\text{loc}} = E \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \frac{\text{Kwh}}{\text{día} \cdot \text{m}^2} \quad (13)$$

3.3.2. Evaluación de las pérdidas energéticas por envolvente.

Las pérdidas energéticas por envolvente dependen de la calidad térmica y constructiva de sus componentes. Para su evaluación y los posibles ahorros energéticos se plantearon alternativas constructivas que mejoran la calidad térmica y se simularon con software específico (EvalK)¹³.

Se evalúa según la Norma IRAM 11.605 (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). El software cuenta con más de 100 casos de sistemas constructivos usuales para las zonas bioambientales del país.

Se consideró un muro tradicional de ladrillo común, un FE (factor de exposición) de 1 y un coeficiente K (transmitancia térmica) de 2,67 W/m²°C. Para la situación mejorada, se propuso una mejora de la aislación térmica en los muros incorporando aislación térmica, 1" poliestireno expandido de 20Kg/m³ y terminación interior reduciendo el coeficiente K (transmitancia térmica) a 0,51 W/m²°C y el consumo energético total en un 40%. La Tabla 6 muestra los resultados con las diferentes alternativas constructivas.

3.4. Los MEEPA (ambientales): Metodología para la evaluación de las emisiones de contaminantes aéreos

Desarrolladas las instancias de MEEP Teóricos, Reales y Optimizados, se analizaron por último las emisiones aéreas asociadas al consumo de energía. Con el peso energético de los distintos módulos se cuantificó el nivel de emisiones de contaminantes para cada fuente utilizada. La integración de los resultados nos permitió dimensionar la participación de estos establecimientos energo-intensivos en el conjunto urbano.

Entre los contaminantes emitidos consideramos: material particulado (Part.), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (Nox), hidrocarburos (Hidroc),

equivalentes dentro de una red de un sector urbano, conociendo el peso energético de cada módulo en el establecimiento y con su integración, el de cada establecimiento dentro de la red, detectando áreas urbanas con concentración de consumo, de insuficiencia de infraestructura, etc. Conocer la dinámica del conjunto de nodos de una red nos permite formular, en este caso, un diagnóstico de la demanda energética del sector salud dentro de la globalidad de las redes edilicias del sector terciario del consumo de energía.

La metodología de análisis y los resultados obtenidos representan los primeros módulos edilicios energéticos productivos que relacionan e integran las variables energéticas, edilicias y productivas de la red de salud. La formulación de una biblioteca dinámica, permite actualizar resultados en forma permanente y continua, establecer estándares de diseño, comparar y resolver dispersiones entre situaciones homologas o equivalentes.

REFERENCIAS

1. DISCOLI, C. *El diagnóstico de la gestión productiva-energético-ambiental de las redes territoriales del sector salud*. Tesis de Maestría. Maestría en Ambiente y Patología Ambiental. Universidad Nacional de La Plata y Escuela de los Altos Estudios de Siena. 1998
2. Op. Cit. Nota N°1.
3. Op. Cit. Nota N°1í
4. Los datos de criterios arquitectónico-funcionales, de distribución, equipamiento y la conectividad adecuada con otras áreas de servicio se obtuvieron de las fichas técnicas para el recurso físico de la salud, espacio, equipamiento e instalaciones según tecnología. CIRFS, UBA, Buenos Aires, 1993 de Bodegam de Debuchy, A; Sandoval, A.M.; de las Guías para el desarrollo del recurso físico en salud, OPS/OMS, Washington, USA, 1993; del interés de la OMS en el desarrollo de guías para el planeamiento de los recursos físicos en salud, OMS, 1993; de las guías de diseño hospitalario para América Latina, OPS/OMS y de la racionalización de la planificación y construcción de instalaciones de asistencia médica en los países en desarrollo. Lovaina, Bélgica.
5. YAÑEZ, E. *Hospitales de seguridad social*. 8ª. Edición. Limusa, Noriega Ed., México, 1986.
6. Elements of the general hospital. Architectural Record. Julio 1946.
7. MASCARÓ L.R. "Luminotecnia. Luz natural." Colección Manuales, Vol.N°1. Ed. SUMMA, Bs As, 1977.
8. GUERRERO, J.; ROSENFELD, E. et al. *Conservación de energías. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda. Resolución SeDUV 116/82*.
9. SERRA, R.; LLADSER, J.; PARERA, H.; COCH, X. "RAFIS. Rough Analysis For Illuminating Spaces". UPC, ETSAB, Barcelona, 1992.
10. SAN JUAN, G et. al. en "Desarrollo metodológico para la evaluación del comportamiento lumínico de la red tipológica de edificios de educación de la Provincia de Buenos Aires" definen al cielo cubierto como aquel caracterizado por una luminancia cenital máxima que disminuye con el ángulo de altura.
11. SAN JUAN, G; BOGATTO, M.; TOIGO, A.; ROSENFELD, E. "Desarrollo metodológico para la evaluación del

comportamiento lumínico de la red tipológica de edificios de educación de la Provincia de Buenos Aires". Actas de la 19ª reunión de ASADES, Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, 1996.

12. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Asociación Argentina de Luminotecnia. Iluminación natural en edificios. Condiciones generales y requisitos especiales.

13. CZAJKOWSKI, J. (1999) "Desarrollo del programa AuditCAD para el análisis de edificios a partir de auditorías ambientales." En Avances en energías renovables y medio ambiente. ISSN 0329-5184. Pág. 08-5 a 8. Vol 3. Nro 2.

NOMENCLATURA

A = Superficie [m²]
 At = Superficie Transparente [m²]
 Ao = Superficie Opaca [m²]
 r/ = Rendimiento Lumínico [lm/W]
 r = Tiempo [hs/día]
 E = Nivel lumínico [lux]
 E_% = Nivel lumínico [lux] según los porcentajes establecidos por el programa RAFIS en relación a la iluminación natural ext.
 n_c = Numero de equipamientos
 n = Numero de personas
 n_d = Numero de días
 P = Potencia eléctrica [kW]
 GP = Ganancia por persona [W]
 FO = Factor de Ocupación
 h_c = Rendimiento calórico
 h = Altura del local [m]
 n = Renovaciones de aire [vol/h]
 P° = Densidad del aire [Kg/m³]
 = Entalpia del aire [Kj/Kg°C]
 °D = Grados Días [°C]
 Ko = Transmitancia térmica de la sup. opaca [W/m²C]
 Kt = Transmitancia térmica de la sup. transparente [W/m²C]
 FE = Factor de exposición
 TEP = Toneladas Equivalentes de Petróleo. [1 TEP=11600 kWh]
 K. = Transmitancia térmica [W/m²C]
 GAD = Ganancia Directa a través de ventanas