



METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LAS DEMANDAS EDILICIAS-ENERGÉTICAS-PRODUCTIVAS APLICADA A LAS REDES DE SALUD Y EDUCACIÓN, UTILIZANDO DIFERENTES NIVELES DE INTEGRACIÓN

Irene Martini, Yael Rosenfeld, Carlos Discoli, Elías Rosenfeld

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Arquitectura

Instituto de Estudios del Hábitat, IDEHAB, U.I. N°2

Calle 47 N°162. CC 478 (1900) La Plata-Buenos Aires-Argentina

Tel-fax: 54-221-4214705

E-mail: idehab@yahoo.com

RESUMEN *En este trabajo se plantea la validación de la metodología desarrollada para el cálculo de las demandas edilicias-energéticas-productivas en las redes de salud y educación considerando sus diferentes niveles de integración: Módulo Edificio-Energético-Productivo (MEEP), Unidad Funcional, Servicios, Areas y Establecimiento. Esto nos permite conocer la demanda de cada nodo y de la red, partiendo de valores totales y discriminados para los diferentes niveles, estableciendo así la participación de cada uno de ellos en el conjunto.*

ABSTRACT *In this work the developed methodology for the calculation of the building energetic productive demand in health and education nets is exposed, considering their different integrated levels: Building-Energetic-Productive Module (MEEP), Functional Unity, Services, Areas and Establishments. This allows us to know each net's node demand starting from total and discriminated values for the different levels, establishing the participation of each of them in the whole.*

1 Introducción

La metodología que se plantea en este trabajo parte de la necesidad de dimensionar y contrastar información considerando la relación **energía-infraestructura-producción**, con el objeto de generar diagnósticos en las redes de servicios del terciario a **escala global y detallada**. Nos estamos refiriendo en particular a los subsectores salud y educación, con visibles dificultades en los procesos de gestión, diagnóstico, decisión y

distribución ecuánime de los recursos, entre ellos los energéticos. En ambas escalas se han producido importantes avances, realimentando la metodología de análisis en cada una de ellas.

En particular, en la escala detallada, se han publicado trabajos (C.Discoli, 1995; Y.Rosenfeld, 1996 y 1998; I.Martini, 1997 y 1999) que han presentado los avances sobre la biblioteca de **Módulos Edilicios Energéticos Productivos (MEEP)** teóricos, teóricos óptimos, reales, optimizados y ambientales de las redes de salud y educación. A partir de los MEEP reales relevados, se ajustó la metodología precisando con mayor rigurosidad los **niveles de integración**, con el objeto de facilitar el análisis de los distintos servicios. De esta manera se redefinieron niveles, manteniendo como nivel **inferior** de desagregación al **diferencial de prestación (MEEP)**, e incorporando como nivel **superior**, a lo que hemos denominado **unidades funcionales**.

En el nivel **inferior** se identificaron: los **MEEP básicos** de los establecimientos de una red a los que consideran las características funcionales, los requerimientos energéticos y la demanda de habitabilidad. Permiten identificar el consumo diferencial desde el punto de vista de la racionalidad energética. Son ejemplos de MEEP para la red de salud: Habitaciones, Cuidados Intensivos, Consultorios, etc. y para la red de educación: aulas, comedor, biblioteca, secretaría, etc. Los MEEP básicos mantienen una interrelación directa con áreas auxiliares a los que identificamos como **MEEP periféricos**. Estos no alcanzan la categoría de diferencial de prestación, aunque intervienen en el proceso, y en algunos casos tienen un peso energético significativo. Es el caso para la red de salud de: los office de enfermería del área internación; las salas de relevado de placas; las áreas de esterilización de material de laboratorio; etc.

En el nivel **superior** de integración, se construyen las **Unidades Funcionales (UF)**, definidas como el conjunto de MEEP básicos y sus periféricos que conforman (UF) mínimas de funcionamiento de la prestación. Cada UF representa las necesidades energéticas mínimas representativas de un determinado sector del establecimiento. Son ejemplos para la red de salud: UF de Internación, UF de Consultorios Odontológicos, UF de Quirófanos, etc. y para la red de educación: UF aulas comunes, UF administración, UF aulas taller, etc.

La integral de Unidades Funcionales de un mismo tipo, conforman los **servicios de prestación** para cada red (servicios de salud y sectores educativos). Como ejemplo se podrían citar los servicios de Internación Clínica, los servicios de Consultorios Externos, etc. de la red de salud y el sector aulas, el sector de Salón de Usos Múltiples, el sector administración etc. de la red de educación.

El conjunto de servicios de prestación y de sectores, se agrupan en **áreas** diferenciadas según el tipo de prestación. Como ejemplo de áreas de un establecimiento se podrían nombrar para la red de salud: las áreas de Internación, áreas de Diagnóstico y Tratamiento, áreas de Consultorios Externos, etc. y para la red de educación: Aulas, Sectores administrativos, Salones de usos múltiples, Areas deportivas y de esparcimiento, Gabinetes específicos, Servicios Auxiliares y de apoyo, etc.

El conjunto de áreas características, con su correspondiente integración, conforman cada **establecimiento** (nodo) de la red. De esta manera, la información obtenida a escala detallada, es utilizada como referencia a escala global, con el objeto de generar diagnósticos acertados en las redes de servicios del terciario y generar acciones

eficientes en la distribución de recursos para cada uno de las escalas desarrolladas. La Figura N°1 describe los distintos niveles de integración que se están planteando.

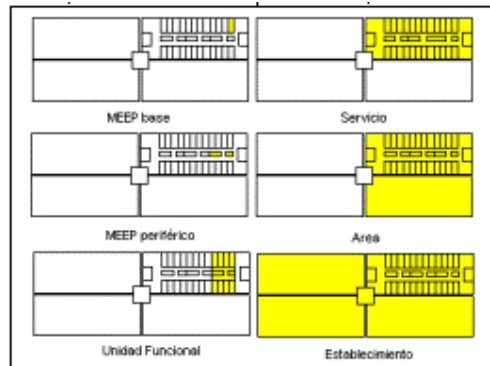


Fig. 1 Niveles de integración

2 Metodología desarrollada a partir de los distintos niveles de integración.

2.1 Los MEEP

Para la construcción de los MEEP resulta importante definir con precisión las características de cada uno de los módulos, de tal manera que resulten representativos de los establecimientos de la red. Los datos principales fueron obtenidos de trabajos sobre el tema (A. Debuchy, 1993; A. Hernandez, 1993; A. Isakov, 1993 y otros) que reseñan desarrollos parciales orientados principalmente según criterios arquitectónico-funcionales, previendo distribución, equipamiento y conectividad adecuada con otras áreas de servicio. A partir de estos datos, se planteó la incorporación de la calidad de la envolvente, la habitabilidad, los tiempos de uso típicos y el peso energético de cada servicio. Paralelamente se desarrolló una metodología para el cálculo de las demandas edilicias-energéticas-productivas en Kwh/día.m² de cada MEEP (base y periférico), cuyos valores parciales y totales se sintetizan en fichas que resumen las variables analizadas para cada uno (I. Martini, 1999; Y. Rosenfeld 1998).

A partir del análisis diferencial de los Módulos Edilicios Energéticos Productivos (MEEP), surge la necesidad de definir indicadores teóricos, que representan las necesidades mínimas de cada prestación; teóricos óptimos, que se construyen a partir de la evaluación del comportamiento lumínico y térmico óptimo de las diferentes tipologías; reales, obtenidos a partir de la verificación in-situ mediante el relevamiento de establecimientos representativos de la red, y reales optimizados que surgen del desarrollo de técnicas, métodos y herramientas probadas para su mejoramiento sobre la base de la contrastación entre teóricos, teóricos óptimos y reales. Estos valores representan los niveles de habitabilidad, confort y consumo energético óptimos para cada módulo diferencial de las redes en estudio.

2.2 Las Unidades Funcionales

La metodología desarrollada para los MEEP fue adaptada y ajustada para el cálculo de la Unidad Funcional. Se definieron de esta manera, las Unidades Funcionales **teóricas** que representan las necesidades mínimas del conjunto de MEEP base y periférico; las Unidades Funcionales **teóricas óptimas**; las Unidades Funcionales **reales**, que se

obtienen a partir de la verificación de las Unidades Funcionales teóricas y teóricas óptimas con los correspondientes servicios de la red edilicia; las Unidades Funcionales **optimizadas**, construidas a partir de las necesidades óptimas de cada Unidad Funcional de un determinado establecimiento.

Para la construcción de las Unidades Funcionales **teóricas** resulta importante integrar las demandas edilicias energéticas productivas mínimas de cada MEEP base y sus periféricos. Para el cálculo se tomaron los valores definidos en las fichas teóricas de cada MEEP que compone la unidad funcional, considerando los valores totales en Kwh/día. De esta manera, se cuantificará el peso energético-edificio-productivo de cada Unidad Funcional.

Para los fines de este trabajo, se tomaron en cuenta en el cálculo las siguientes consideraciones: i. En el cálculo de iluminación, para los MEEP base y periféricos, se utilizaron las mismas características generales que los MEEP teóricos; ii. El equipamiento de los MEEP base y periféricos se obtuvo de los MEEP teóricos correspondientes; iii. Se considera al MEEP base con una de sus caras expuesta de su envolvente edilicia y a los MEEP periféricos con ninguna de sus caras expuestas, (módulos internos); iv. El factor de ocupación y las horas de uso de los locales se determinaron según los turnos característicos de cada MEEP base y periférico.

Así como para la construcción de los MEEP teóricos, las variables intervinientes en los MEEP base, se desagregan en:

$$\begin{aligned} \text{MEEP}_{\text{base}} &= E_{il} + E_{eq} + E_{cl} = \text{Kwh/día} \\ \text{MEEP}_{\text{base}} &= E_{il} + E_{eq} + E_{cli} (E_{oc} + E_{il} + E_{eq} + E_{GAD} + E_{ra} + E_{en}) = \text{Kwh/día} \end{aligned}$$

a. Iluminación

b. Equipamiento

c. Climatización (Cli): Ocupación (Oc); Iluminación (Il); Equipamiento (Eq); Ganancia directa; por ventanas (GAD); Renovaciones de aire (Ra); Envolvente (En)

Las necesidades energéticas del MEEP base surge de dicho balance, cuya ecuación genérica es:

Resulta claro que, en el caso, de los MEEP periféricos internos, no se calculan ni las ganancias

$$\begin{aligned} \text{MEEP}_{\text{perif}} &= E_{il} + E_{eq} + E_{cl} = \text{Kwh/día} \\ \text{MEEP}_{\text{perif}} &= E_{il} + E_{eq} + E_{cli} (E_{oc} + E_{il} + E_{eq}) = \text{Kwh/día} \end{aligned}$$

directas por ventana ni las pérdidas energéticas por envolvente o renovación, ya que se consideran los cuatro muros interiores. Por lo tanto las variables consideradas para el calculo de climatización son: ocupación, iluminación y equipamiento, resultando la ecuación de la siguiente manera:

El valor de la demanda energética de la Unidad Funcional teórica es igual a la suma del total de módulos base y periféricos. Estas expresiones se resumen en el siguiente cuadro:

MEEP	ILUMINACION	EQUIPAMIENTO	CLIMATIZACION	TOTAL
Base	E.Ilum" cant.MEEPbase	E.equi" cant.MEEPbase	E.clim" cant.MEEPbase	Ilum. + Equip. + Climat
Periférico	E.Ilum" cant.MEEPperi	E.equi" cant.MEEPperi	E.clim" cant.MEEPperi	Ilum. + Equip. + Climat
Total UF	Tot.II _{MEEPbase} +Tot.II _{MEEPpe}	Toteq _{MEEPbase} +Toteq _{MEEPpe}	Tot.Cl _{MEEPbase} +Tot.Cl _{MEEPpe}	Tot.Ilum+Tot.Equip+Tot.Clim

Se expone el desarrollo del cálculo de una Unidad Funcional por unidad de superficie cubierta (m²) y por MEEP, con el objeto de comparar resultados con otras Unidades Funcionales y comprender la relación existente entre sectores, nodos y redes. Esto nos permitiría diagnosticar las demandas edilicias-energéticas-productivas de una determinada Unidad Funcional a proyectar o contrastar resultados con los existentes.

El cálculo requiere de la superficie total de la Unidad Funcional, esto implica conocer la superficie de los MEEP base, la de los periféricos, y la correspondiente al porcentaje por área de circulación. Esto es:

$$\text{Sup.Total} = \text{SupMEEPbase} \cdot \text{cant.MEEPbase} + \text{Sup.MEEPperif.} \cdot \text{cant.MEEPperif.} + \text{Sup. Circ.}$$

Conociendo la superficie total de la Unidad Funcional teórica, los pasos a seguir para el cálculo de los valores por unidad de superficie cubierta (m²) y por MEEP son los siguientes:

- Por unidad de superficie cubierta (m²): Para obtener los valores por unidad de superficie cubierta, al valor total obtenido de las demandas energéticas-edilicias-productivas (Kwh/día) de la Unidad Funcional se lo divide por la superficie total de dicha Unidad Funcional, resultando la ecuación de la siguiente manera:

$$\text{Demanda total de energía (Kwh/día) / sup.total de la UF (m}^2\text{)} = \text{Kwh/m}^2\text{.día}$$

- Por MEEP: Para obtener valores por MEEP, al total de la demanda energética de la Unidad Funcional se lo divide por la cantidad de MEEP base de dicha Unidad Funcional, siendo la ecuación la siguiente:

$$\text{Demanda total de energía (Kwh/día) / cant. de MEEP base} = \text{Kwh/día.MEEP}$$

En la Figura N°2, se presenta la ficha de la Unidad Funcional Teórica de internación dos camas, la cual resume las variables de cálculo.

2.3 Los Servicios

La suma de las Unidades Funcionales de un mismo tipo conforman un servicio de prestación para la red de salud y sectores para la red de educación. Al igual que para el cálculo de las Unidades Funcionales, también se considera un porcentaje por área de circulación en función de cada Unidad Funcional y de la cantidad de MEEP base y periférico que la componen. En este nivel, se plantea ampliar la biblioteca (C.Discoli, 1995) a partir de los siguientes tipos de análisis: los Servicios de prestación teóricos, los teóricos óptimos, los reales, los optimizados

Unidad Funcional Internación (12x2camas)	TEÓRICO	UF II
Área: Internación	Fecha: 07/98	

DATOS GENERALES					
Locales	Características	Superficies (m ²)	Totales	Env. (Opac)	Transparente
12 habitaciones a 2 camas 1 Oficina enfermería 1 Estar médicos	Altura: 3,5 m ² T° Interior: 25° GD: SP4 T° media ext: 17,5°	Habitación Oficina Estar Total UF	22,20 6,00 12,00 39,21	10,95 35,00 49,00 215,40	2,00 — — 24,00

ILUMINACIÓN					EQUIPAMIENTO					
Tipo	General		Localizada			Equipo	Local	Cant.	Kw	Hs
Habitación	100 lux	6hs	300 lux	2 ls	3 m ²	Negoscopio	Of y EM	2	0,100	3
Oficina	200 lux	16 hs	—	—	—	Caldera	Of y EM	2	0,450	6
Estar médicos	100 lux	8hs	300 lux	2 ls	2 m ²	Miscostías	Of	1	0,800	3
						Asma	Of	1	5,250	4
						Heladera	Of	1	0,050	24
						Televisor	Eb y EM	13	0,100	4
						Tubovenilador	Eb	12	0,250	1
						Radioabador	Eb	12	0,100	4
TOTALES						TOTALES				
Habitación					0,861	Habitación				1,899
Oficina					0,840	Oficina				29,199
Estar médicos					0,120	Estar médicos				4,499

CLIMATIZACIÓN												
	OCUPACIÓN				GAD	REN	ENV	ELIMINACIÓN			EQUIP	TOTAL
	Per	Hs	F.O	TOTAL				Gal	Loc	TOTAL		
Habitación	4	24	1	9,080	1,544	0,201	5,155	0,007	0,064	0,859	1,859	6,297
Oficina	3	24	1	7,200	-	-	-	0,040	-	0,806	29,199	36,400
Estar médicos	3	16	0,67	3,228	-	-	-	0,010	0,280	0,290	4,488	7,828

MEEP	Iluminación	Equipamiento	Climatización	TOTAL
Habitación	0,061 . 12= 0,732	1,050 . 12= 12,600	6,297 . 12= 75,564	92,896
Oficina	0,040	29,199	36,400	65,699
Estar Médicos	0,120	4,400	7,828	12,348
TOTAL	0,892	46,199	123,404	178,496

	UNIDAD FUNCIONAL			
	Iluminación	Equipamiento	Climatización	TOTAL
Por m ² - Total / sup. total de la Unidad Funcional	0,002	0,123	0,330	0,456
Por m ² - Total / cant. de habitaciones	0,074	3,849	10,284	14,208

	TEÓRICO		EMISIONES CONTAMINANTES (Kg/año)					
	Kwh/año	TEP/año	Part	SO ₂	NO _x	HC	CO	CO ₂
Iluminación	0,892	0,112	0,042	1,120	0,302	0,021	0,086	341,60
Equipamiento	46,190	5,813	2,209	58,13	15,695	1,105	4,476	17729,65
Climatización	123,414	3,883	0,738	0,019	6,989	1,475	1,475	8231,96

y los ambientales. Se adapta y ajusta la metodología ya utilizada en los MEEP a las características

y variables analizadas en cada servicio de prestación y en cada sector. Son ejemplos de servicios de prestación para la red de salud: servicios de Internación Clínica, los servicios de Consultorios Externos, etc. y de sectores para la red de educación el sector aulas, el sector de Salón de Usos Múltiples, el sector administración etc.

Fig.2 Ficha resumen para una Unidad Funcional

2.4 Las Areas

Las áreas representan el conjunto de Servicios de Prestación o de Sectores de un mismo tipo, teniendo en cuenta las particularidades de cada caso. También se considera un porcentaje por área de circulación que depende de las características particulares de cada área, ya sea por el tipo o la cantidad de Servicios o sectores que agrupa. Así como en los otros niveles de integración, se plantea la evaluación de las demandas edilicias-energéticas-productivas a partir del análisis de las áreas teóricas, teóricas óptimas, reales, optimizadas y ambientales adaptando la metodología

desarrollada. Como primera aproximación se definieron las siguientes áreas para la red de salud: las áreas de Internación, áreas de Diagnóstico y Tratamiento, áreas de Consultorios Externos, etc. y para la red de educación: Aulas, Sectores administrativos, Salones de usos múltiples, Areas deportivas y de esparcimiento, Gabinetes específicos, Servicios Auxiliares y de apoyo, etc.

2.5 El Establecimiento

El establecimiento está conformado por la integración de los distintos niveles de análisis, participando como nodo de una red. Se plantea de este modo validar la metodología desarrollada a nivel de MEEP y sus distintos niveles de integración, Unidades Funcionales, Servicios y áreas con el objeto de incorporarlos al sistema complejo analizado (nivel de red).

3 Conclusiones

La biblioteca de MEEP aporta información integral de cada una de las redes en estudio. El conocimiento específico de cada nivel de integración, desde el punto de vista edilicio, energético y productivo, permite determinar la demanda energética y los posibles yacimientos de ahorro de cada una de las áreas específicas de los establecimientos de la red.

La validación de los distintos niveles de integración nos permite: i. producir diagnósticos; ii. particularizar sobre el aspecto energético y sus emisiones; iii. definir la demanda energética de las redes y sus nodos; iv. conocer el peso energético total (Nodo) y discriminado por Módulos Edilicios-Energético-Productivo (MEEP base y MEEP periférico), Unidad Funcional (UF), Servicios o Sectores y Areas; v. localizar áreas de concentración energética dentro del establecimiento, detectando el peso energético-ambiental, y su participación en el conjunto (C.Discoli, 1998).

4 Referencias Bibliográficas

Bogedam de Debuchy, A.; Sandoval, A.M. (1993): Fichas técnicas para el recurso físico en salud. Espacio, equipamiento e instalaciones según tecnología. CIRFS, UBA. (Bs As).

Discoli, C. et al. (1995): Normalización de los sectores ergo-productivos de la red edilicia de salud. III Encuentro Nacional; I Encuentro Latino-Americano. Gramado, RS. (Julio)

Discoli, C. (1998): 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.

Martini, I. et al. (1997): Análisis diferencial de las redes edilicias del terciario. Metodología para la determinación de valores optimizados. IV Encuentro Nacional; II Encuentro Latino-Americano. Bahía. (Noviembre).

Martini, I. (1999): La sistematización de los Módulos Edilicios Energo Productivos (MEEP) en las redes edilicias de salud y educación. Informe de Avance. Beca de Iniciación. CONICET.

Hernandez, A. (1993): Guías para el desarrollo del recurso físico en salud. OPS/OMS. Washington, USA.

Isakov, A. (1993): El interés de la OMS en el desarrollo de guías para el planeamiento de los recursos físicos en salud. OMS.

Rosenfeld, Y. et al. (1996): Sistematización y biblioteca de módulos edilicios energéticos productivos (MEEP) del subsector salud. Actas de la 190 Reunión de ASADES, Universidad Nacional de Mar del Plata. Tomo I, pp. 06.25-06.29. (Mar del Plata).

Rosenfeld, Y. (1998). El contenido de ciencia y tecnología de las redes territoriales y su relación con el desarrollo urbano-regional. Participación de las variables energéticas. Informe de Avance Beca de Perfeccionamiento del CONICET. (Diciembre).