

DISEÑO DE LUMIDUCTOS DE BAJO COSTO PARA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR

Andrea Pattini, Jorge Mitchell, Leandro Ferrón

Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV). Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales (INCIHUSA). CRICYT- CONICET

Avda. Ruiz Leal s/n Parque Gral. San Martín 5500, Mendoza, Argentina.

Tel.: 54-0261-4288797 / Fax: 54-0261-2287370

Email: apattini@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN:

Los espacios arquitectónicos de los edificios pueden ser clasificados como: espacios perimetrales y espacios interiores. Los primeros pueden ser iluminados con luz natural utilizando ventanas laterales, pero los segundos, generalmente no tienen buen acceso a la luz natural económicamente posibles. Esta situación puede inducir a utilizar sistemas innovativos de iluminación natural; uno de ellos, los lumiductos, son particularmente apropiados para iluminar locales en climas soleados, a pesar de esto no son usualmente utilizados debido a su alto costo (alrededor de US\$ 300). El presente trabajo expone un caso de estudio de diseño, fabricación y colocación de lumiductos de bajo costo (US\$ 44) que fueron instalados en una vivienda bioclimática unifamiliar.

PALABRAS CLAVE: lumiductos – iluminación natural- transferencia tecnológica - arquitectura bioclimática

1. INTRODUCCION

Dentro del partido arquitectónico de un edificio, muchas veces es imposible lograr la orientación más favorable de todos los ambientes sin provocar complicaciones en la funcionalidad del mismo, otras veces por la forma o superficie del terreno es imposible esta orientación. Estas limitaciones están, en muchos casos contempladas en los códigos de edificaciones municipales, liberándolos de las exigencias que rigen para los espacios principales, posibilitando una salida proyectual pero con deficiencias ambientales.

Los proyectistas ante la imposibilidad de poder compatibilizar aspectos espaciales, técnicos y económicos, deben relegar los espacios secundarios (servicios y circulación) los que deberán consumir energía eléctrica para iluminación en periodos diurnos ante la imposibilidad de iluminarlos con luz natural a través de ventanas laterales. Estos espacios sombríos no logran niveles aceptables de confort lumínico, quedan completamente desjerarquizados y con serios inconvenientes para los ocupantes desde el punto de vista de la ergonomía visual.

La iluminación natural y el impacto de las estrategias en iluminación continúan hoy siendo un aspecto vital para los propietarios de los edificios, para los diseñadores y para los ocupantes o usuarios debido al uso de energía eléctrica y sus emisiones contaminantes asociadas (IEA, 2003) La energía ahorrada debida al uso de edificios iluminados con luz natural puede jugar un papel importante en la disminución del impacto ambiental. No solo esta es una razón para su actual estudio, sino que además la respuesta de los ocupantes es un elemento crítico y su integración es vital para introducir con éxito los diseños de sistemas de iluminación natural.

Las soluciones exitosas que ponen a las necesidades humanas en primer lugar y promueven a sustentables ahorros de energía se caracterizan por la integración entre el conocimiento y manejo de la cantidad de luz natural disponible regionalmente, la respuesta de los usuarios y los costos de las tecnologías empleadas.

CASO DE ANALISIS

El presente trabajo muestra la resolución del diseño y construcción de lumiductos de bajo costo utilizados para proveer de luz natural a los espacios interiores de una vivienda proyectada con principios bioclimáticos.

2.1 Descripción de la vivienda

La vivienda objeto de la transferencia está situada en el Distrito de El Challao (32,88 latitud Sur, 68,85 longitud Oeste; 827 msnm, GD (18°C) 1384°C.), en la provincia de Mendoza, Argentina. El lugar es de característica pedemontana,

correspondiente al cordón de Los Andes. El terreno en particular se sitúa en la parte más antigua del lugar, en la margen norte del arroyo que lleva su nombre, y con una frondosa forestación de principios de siglo.

La nueva vivienda es de uso permanente y su implantación tiene en consideración su historia, aunque no deja de lado las preocupaciones presentes por un ambiente sustentable. Conscientes de las bondades del uso de las energías renovables, los propietarios fueron muy receptivos a la propuesta de una vivienda bioclimática que consideró los aspectos termo- lumínicos en su concepción.

El proyecto favoreció por un lado la buena orientación norte y por el otro las vistas al entorno. Sus principales visuales estaban dirigidas al arroyo, el que se encuentra al sur- este del terreno y en contrapendiente. Esta situación planteaba una dicotomía, vistas versus radiación solar. La opción por una de las variables hubiera resultado un error de concepto, porque es tan importante respetar la vocación del lugar como lograr un buen aprovechamiento de la radiación. Es por ello que la opción era plantear una vivienda conservativa para luego considerar las estrategias de ganancia directa, iluminación natural y ventilación de confort para verano. El resultado es una volumetría compacta, con ganancia directa por diferencia de techos, iluminación natural para todos los espacios, ventilación cruzada de confort, aislamiento de paredes y techos, carpinterías con doble contacto y doble vidrio.

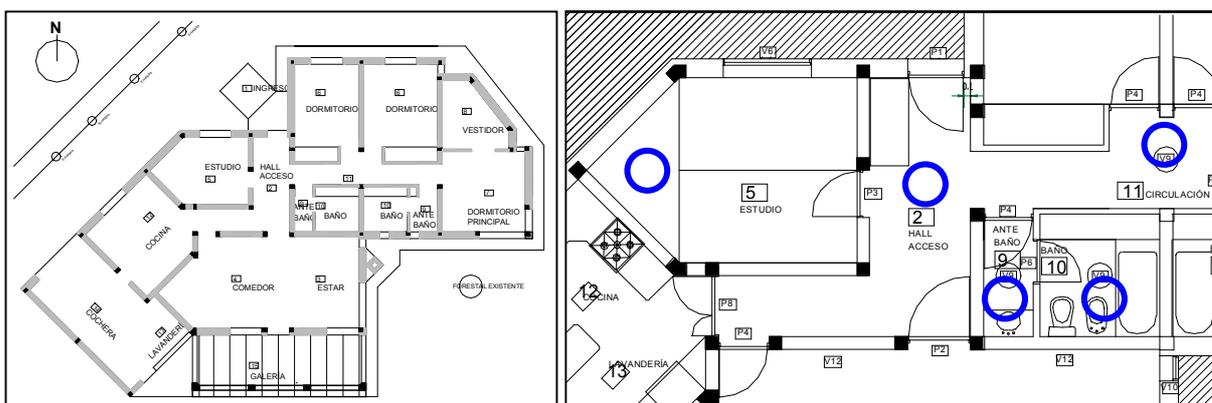


Figura 1. Planta de la vivienda y ubicación de los lumiductos en los respectivos locales

La organización de los espacios para que cumpliera con las pautas de proyecto antes mencionadas, condicionó su iluminación natural en algunos espacios y que sólo era posible por los techos. Esta alternativa desechó a los lucernarios por razones de seguridad, limitando la superficie de los agujeros en el techo a un área mínima. En este sentido, los propietarios aceptaron la utilización de los lumiductos que posibilitarían la iluminación natural de dichos locales (ingreso, baño y antebañ de visita, circulación de los dormitorios y apoyo de iluminación en el estudio).

2.2 Propuesta de iluminación natural de espacios secundarios a través de lumiductos.

En la vivienda familiar descrita en el punto anterior los espacios secundarios (antebañ, baño, ingreso, circulación dormitorios) no tienen acceso a ventanas laterales que provean de iluminación natural, por lo cual una opción es que durante las horas del día éstos sean iluminados con luz artificial, o bien resolver el problema mediante la incorporación de lumiductos.

Marca	8"	9"	10"	12"	13"	14"	16"	21"	22"	Reflector	Tipo de tubo	Garantía
DayLite Division	239			339						Metal galvanizado	CVD Spray	Perpetuo en USA
Solatube			270			380	470			Plástico	Acola	7 años
Sun Pipe		261			347			529		Metal galvanizado	--	5 años
Tubular Skylight	210				299			499		Metal galvanizado	--	--
Sun Tunnel						399			499	acero	Flex Tube	7 años
Vista Light			169							Plástico	--	10 años
Solabrite – Skypipe			185							Plástico	Flex tube	
Tru-Lite				329			449			Metal galvanizado	3M Film	5 años
Sun Scope					308					Metal galvanizado	Acola Film	10 años USA
www.sunscope.com											3M Film	--
Solar Bright Corp.			249							Metal galvanizado	3M Film	Perpetuo
www.Solarbright.com												
Sun Tech			129			179				--	--	--

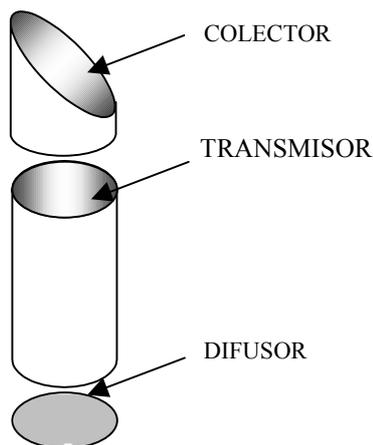
Tabla 1. Lumiductos comercialmente disponibles. Los precios están en US\$.

En el mercado local no hay lumiductos de fabricación nacional, de modo que la primera opción sería la colocación de los que puedan ser importados por el comercio. Tabla 1

Los altos precios de la importación de lumiductos, desalienta en la mayoría de los casos, a los proyectista y propietarios. Motivo por el cual teniendo la intención del proyectista y la predisposición a apoyar un desarrollo particular de lumiductos de bajo costo para su vivienda por parte del propietario, se diseñó un lumiducto de bajo costo (US\$ 44 por unidad) para dotar de luz natural los espacios secundarios de la vivienda.

2.2 Diseño del sistema:

Los lumiductos fueron diseñados en función de sus tres componentes principales: colector, transmisor y emisor o difusor de la luz al interior.(fig. 2).



Se partió como soporte constructivo de un caño de PVC, de \varnothing 0,20 m y con espesor de pared de 4mm. con una longitud total de 4 m.

Para el colector se practicó un corte oblicuo a 45° de la vertical en uno de los extremos del caño con una cubierta de Poliacrlyl vinilo plano, con protección de UV, vinculado al caño para la protección al exterior del lumiducto.

Por el interior se lo revistió con una lámina de poliéster metalizado reflexivo unido por adhesivo de contacto en aerosol.

Para el difusor o emisor se colocó en el otro extremo plano del caño un disco de poliacrlyl vinilo con textura traslúcida.

Figura 2. Composición de los lumiductos.

En la figura 3 se han representado los rayos solares incidentes y reflejados en el interior del lumiducto para las 12 hs del día 166 (invierno), el día 259 (estación intermedia) y el día 319 (verano) respectivamente.

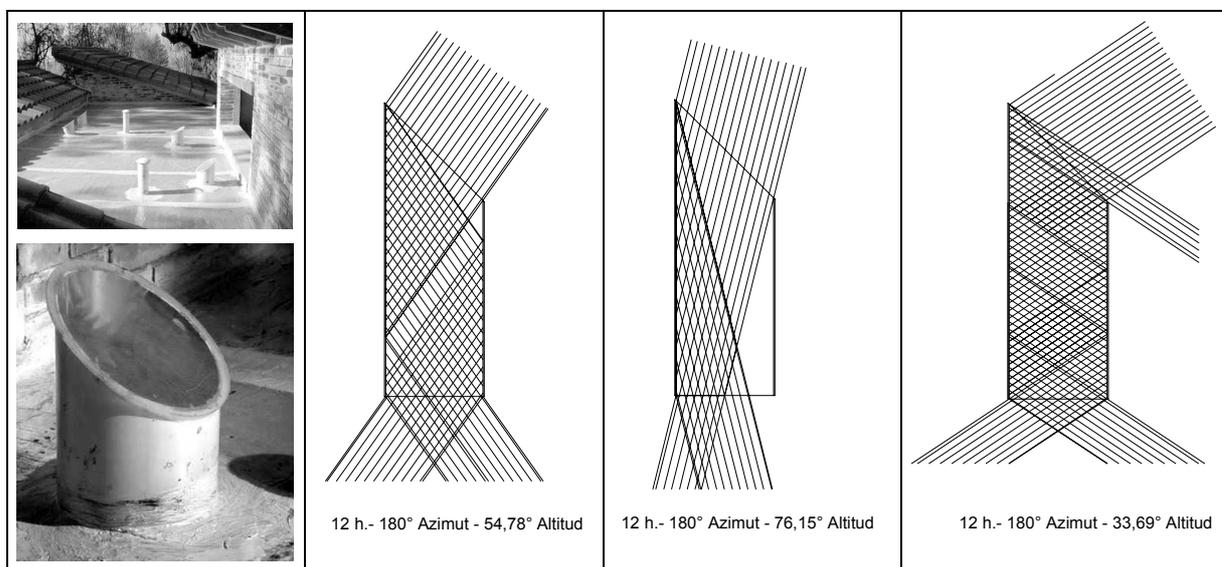


Figura 3. Trazador de rayos incidentes en el lumiducto para las estaciones de invierno, intermedia y verano.

2.3 Costo del lumiducto

Los elementos utilizados para los lumiductos fueron:
 Película de poliéster metalizado (reflectancia 0.9) lámina de 1m x 0,65m
 Caño de PVC de \varnothing 0.20m x 4m de longitud y 4mm de espesor.
 Plexiglas con filtro UV círculo de \varnothing 0.20m
 Adhesivo

Sellador de silicona

Manguera cristal de Ø 5 mm con sales deshidratantes en su interior (para absorber humedad del interior del lumiducto)

Disco Difusor de Ø 0.20m.

El costo unitario para los lumiductos del presente caso de estudio es de US\$ 44. El precio medio de los lumiductos disponibles comercialmente de similar relación l/d es de US\$ 260; es decir que el lumiducto diseñado tiene un costo de 1/6 del precio de un lumiducto comercial.

2.4 Estimación de rendimiento

Distintos autores (Vázquez, 1996; Zastrow, 1986; Cáster, 2002) han realizado estudios para predecir el rendimiento lumínico de los lumiductos. A modo de simplificación (Oakley, 2000) para un lumiducto de relación l/d (longitud/diámetro) = 3 provee el 70% de la iluminancia que ingresa por un lucernario de la misma sección o boca de entrada de luz. Es el caso presentado en este trabajo donde l/d= 3 (l=0,6 m y d=0,2 m).

Se realizaron simulaciones con el Lumen Micro para una grilla interior de 2,20 x 2,20 m; ubicada a 1,70 metros desde la boca de entrada interior del lumiducto, para las 12:00 hs de los meses de Junio, Marzo y Diciembre respectivamente, la figura 3 muestra la distribución de la iluminación en el espacio interior.

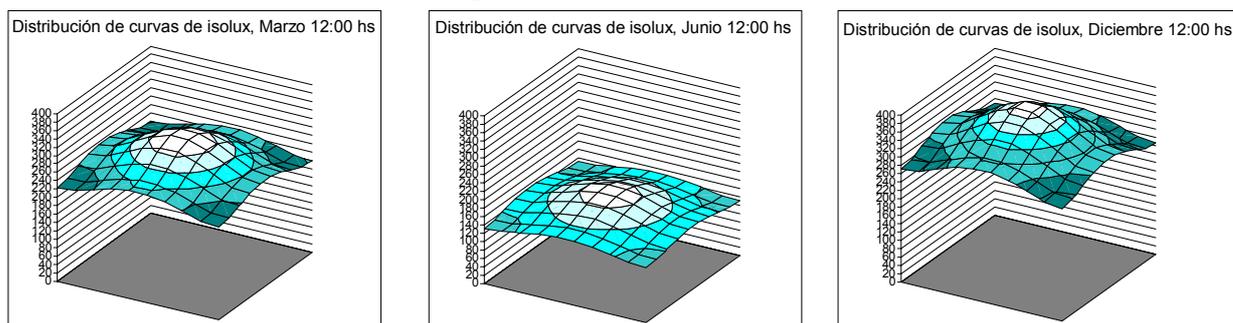


Figura 3. Representación de las curvas de isolux para las 12 hs, para Marzo, Junio y Diciembre respectivamente; obtenidas con Lumen Micro.

La luz natural provista por los lumiductos verticales de interior espejado, con un difusor en su boca de entrada al ambiente genera una buena distribución de la iluminación. (tabla 2).

Esto hace que los mismos sean un buen complemento para evitar los fuertes contrastes que provoca la iluminación unilateral provistas por las ventanas verticales, provocando en los ocupantes que, aún teniendo valores altos de iluminación, enciendan las luces artificiales para mejorar la uniformidad de luz.

	JUNIO	DICIEMBRE	MARZO
Promedio	153	315	258
Mínimo	130	268	218
Máximo	189	387	317
máx/mín	1,5	1,4	1,5
prom/mín	1,2	1,2	1,2

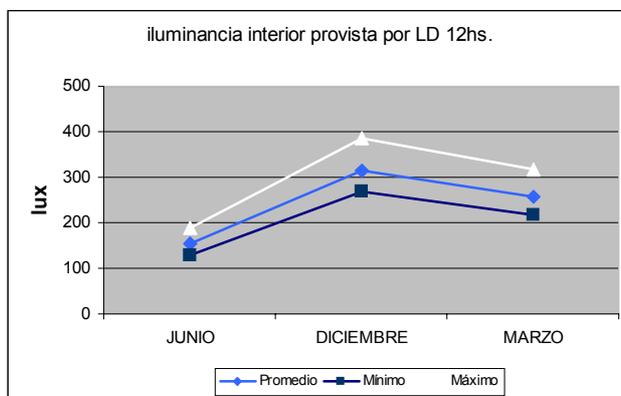


Tabla 2. Valores simulados de uniformidad de iluminación (máx/mín y prom/mín)

Figura 4 . Valores Promedios mínimos y máximos de iluminancia interior.

3. CONCLUSIONES

Dotar de iluminación natural a todos los espacios interiores no siempre es posible con estrategias tradicionales (ventanas laterales). La incorporación de estrategias innovativas de iluminación natural, como los lumiductos, son una alternativa válida y depende en gran medida de la disponibilidad económica de los usuarios y el conocimiento de sus ventajas. Es por ello que, la posibilidad de desarrollar localmente lumiductos de bajo costo, ha permitido en este caso iluminar naturalmente locales que habrían quedado iluminados sólo artificialmente. Los primeros resultados estimados tienen un rango aproximado entre 130 a 387 Lux para todo el año, y a un costo que no supera 1/6 del valor de un lumiducto comercialmente disponible de similares características, los que no son de producción nacional.

La transferencia tecnológica materializada en este caso ha permitido un desarrollo local, a partir de materiales que se encuentran en el mercado. Por otro lado, ha sido considerada en su etapa de diseño, la simplificación del proceso de fabricación y optimización en el uso de los insumos.

Se considera de particular importancia para su posterior difusión la concreción de casos reales que permitan no sólo un análisis de rendimientos energéticos, sino que su materialización alienta a futuros usuarios a que utilicen la luz natural en su dimensión sustentable, es decir "para iluminar".

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los comitentes la aceptación de la propuesta de incorporación de estrategias innovativas de iluminación natural en su vivienda, y la materialización de la transferencia.

REFERENCIAS

IEA. Solar, Heating and Cooling Program. (2003) TASK 31- daylighting buildings in the 21st century. <http://www.iea-shc.org/task31>.

Vázquez, J. A. y otros (1996) Optimización de la iluminación natural en locales profundos mediante lumiductos. Actas de ASADES 1996, Mar del Plata.

Zastrow, A; Wittwer, V. (1986) Proceeding of the society of Photo-optical Instrumentation Engineers, 692, 227.

Cárter, D.(2002) The measured and predicted performance of passive solar light pipe systems. Lighting Research and Technol. 34,1, 39-52.

Oakley, G. (2000) Daylight performance of lightpipes. Cast Issue 2 april. Institute of Building Technology School of the Built Environment. Nottingham, UK.

DESIGN OF PASIVE LOW COST LIGHT PIPES TO BIOCLIMATIC HOUSING

ABSTRACT: Architectural spaces in building can be classified as: peripheral and inner spaces. The first spaces are illuminated by natural light using architectural strategies (as windows) but the second do not have good access to daylight. This situation can overcome using innovative daylighting systems; one of them, light pipes, are quite adequate to the local sunny climate conditions but they are not usually installed because the cost is very high (around US\$ 300 US). This paper show one study case of design and application of a low cost Light Pipe, with local available materials and tools and also adequate for a bioclimatic building. The final cost is around US\$ 44, and was installed in a bioclimatic family house. The use of LP in this case permit savings in artificial lighting and comfort.

Keyword: light pipes – daylighting- low technology –bioclimatic building