

DISPONIBILIDAD COMERCIAL DE SISTEMAS DE TRANSPORTE DE LUZ NATURAL.

Leandro Ferrón¹, Andrea Pattini², M. Ángel Lara³.

LAHV-INCIHUSA- CRICYT- CONICET,

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

IFIR-CONICET-UNR,

27 de febrero 210 bis 2000, Rosario.

Email: lferron@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo aborda una revisión, desde un enfoque de disponibilidad comercial, de sistemas de transporte de iluminación natural y sus elementos componentes. Se presenta una clasificación por medio de tablas, que contienen una serie de criterios mediante los cuales se puede determinar la aplicación de sistemas según los resultados que se desee obtener. Se detalla una tipificación en tres sub-sistemas: Sistema Colector, Sistema Transportador y Sistema Emisor de luz natural; cada uno de ellos desarrollado a través de tecnologías que responden a principios de funcionamiento diferentes y compuestos por distintos elementos y materiales. El aporte más relevante de la presente publicación es el de presentar una matriz de la disponibilidad comercial en materia de sistemas de transporte de luz natural, identificando el sub-sistema de transporte como el elemento que requiere de mayores innovaciones, representando una oportunidad comercial en la generación de tecnologías endógenas por parte de las empresas nacionales.

INTRODUCCIÓN

A partir de la experiencia realizada durante el trabajo “DISEÑO DE LUMIDUCTOS DE BAJO COSTO PARA VIVIENDA BIOCLIMÁTICA UNIFAMILIAR”, (Pattini, et al., 2003), se percibió claramente la ausencia de un lumiducto desarrollado con tecnologías regionales, que este disponible comercialmente en el mercado nacional. Según Carlota Perez, este hecho puede encontrar explicación en el modelo tecnológico de la década del '90 en la Argentina, donde “la tan lamentada falta de "puente" entre la capacidad local de generación de ciencia y tecnología era consustancial con el modelo de industrialización adoptado; no habiendo en el aparato productivo ni necesidad de formular demandas hacia la tecnología local, ni capacidad para asimilar la posible oferta de innovaciones provenientes de ésta. La tecnología era una mercancía que se compraba a quienes la habían desarrollado y utilizado por muchos años y la política tecnológica adecuada era una política de regulación del comercio de tecnología. Esto era así para el mundo de la producción, aunque desde el mundo especializado de la ciencia y la tecnología costara aceptarlo. El conocimiento necesario para operar tecnologías maduras y optimizadas se obtenía afuera. En estas circunstancias no había razón para que se generaran demandas hacia la capacidad tecnológica local.” (Perez, 1996)

Hoy en día, la tecnología ha dejado de ser una variable más a tomar en cuenta y se ha incorporado como herramienta estratégica fundamental, tanto a nivel de cada empresa como a nivel del país en su conjunto. Esto se debe a dos razones básicas, una de carácter temporal y la otra de carácter permanente. La primera es el hecho de estar atravesando un período de transición tecnológica; la segunda el hecho de que el patrón tecnológico emergente es intensivo en tecnología (Perez, 1996)

Efectivamente, existen en la actualidad, ya dentro del circuito comercial, nuevos desarrollos tecnológicos de carácter innovador relacionados con el aprovechamiento de energías alternativas, en particular nos referiremos a los sistemas de transporte de luz natural, que utilizan como estrategia diferenciadora la promoción del aprovechamiento de la luz del sol como un medio eficiente para lograr importantes ahorros energéticos y alcanzar altos niveles de confort visual.

Enmarcados este contexto, la iluminación natural y el impacto de las estrategias en iluminación son consideradas como 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). Los diseños que ponen a las necesidades humanas en primer lugar y promueven ahorros de energía se caracterizan por la integración entre el conocimiento y el manejo de la cantidad de luz natural disponible, la respuesta de los usuarios y los costos de las tecnologías empleadas.

El presente trabajo aborda una revisión de la disponibilidad comercial sistemas innovadores de transporte de luz denominados Lumiductos. El estudio de una clasificación en materia de lumiductos, con el agregado de información actualizada referente a los costos económicos, disponibilidad de componentes en el mercado nacional y sus beneficios e inconvenientes permitirá establecer pautas para el diseño y proponer líneas de avance para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de sistemas con tecnologías endógenas.

PALABRAS CLAVE: Lumiductos, Clasificación, Disponibilidad Comercial, Costos.

METODOLOGIA:

El método utilizado se basa en la búsqueda bibliográfica de antecedentes en distintos canales: internet, consulta a empresas, folletería comercial, consulta a investigadores del área, etc. En una segunda instancia se procesó la información para ser presentada en de tablas gráficas que permitan una rápida visualización de las características principales de cada sistema.

¹ Becario doctoral CONICET

² Investigadora Adjunta CONICET

³ Investigador independiente CONICET

SISTEMAS GENERALES DE APOVECHAMIENTO DE LUZ SOLAR

Los sistemas de uso de luz natural son, adaptaciones aplicadas a las aberturas laterales o cenitales de la arquitectura con el objetivo de optimizar la cantidad y mejorar la distribución de la luz en los espacios interiores. Estos sistemas pueden estar constituidos por elementos fijos o móviles, entre los que podemos identificar por ejemplo, paneles vidriados especiales, estantes de luz, difusores, u otros elementos de redireccionamiento de la luz. Para el caso de los elementos móviles, el control de los mismos puede ser por medio de comandos manuales o sistemas automáticos, y estos últimos a su vez, pueden basar la activación de sus mecanismos en la disponibilidad de la luz natural exterior. Dentro de los Sistemas Generales de aprovechamiento de la luz solar podemos reconocer elementos con distintos principios de funcionamiento, como por ejemplo paneles de reflexión, prismas refracción, films holográficos, fibras ópticas, etc. El principio de funcionamiento de cada sistema define su clasificación, que para los Lumiductos es denominada Sistemas de Transporte.

SISTEMAS DE TRANSPORTE DE LUZ NATURAL

Incluidos dentro de los sistemas de Transporte de luz se encuentran los Lumiductos, los sistemas de transporte de luz por Fibra Óptica y los Revestimientos Anhidólicos, compuestos por lentes y parábolas de material reflexivo. Existe en la actualidad una importante oferta de mercado en sistemas de lumiductos, desarrollados y aplicados en su mayoría por países centrales, como una respuesta eficiente en la reducción del consumo eléctrico de edificios comerciales. La instalación de estos sistemas presenta una muy alta rentabilidad económica y energética, ya que por lo general se trata de sistemas equipados con motores de seguimiento solar (tracker), que captan la máxima cantidad de radiación solar posible a toda hora del día, con un consumo de entre 12V y 24V, alimentados por paneles fotovoltaicos asistidos por energía eléctrica. Por otro lado, existe también la fabricación y aplicación de sistemas de lumiductos pasivos, para instalaciones verticales u horizontales, cuya hora de mayor rendimiento en el día esta determinada por los índices de radiación del cielo de diseño con el que actúan y el diseño de la fotometría del colector. (Tabla 1)

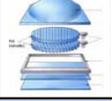
Clasificación de sistemas Comerciales de Lumiductos						
Clasificación	Sistema			Análisis general		Aplicaciones
	Nombre comercial	Esquema	Descripción	Beneficios	Inconvenientes	
Sistemas de Transporte de Luz con movimiento	Himawari		Sensor solar, motor de pasos y conjunto de lentes de fresnel que dirige luz través de fibra óptica. Modelos de 6 a 198 lentes.	Maximo aprovechamiento del sol. Tipología de emision similar a las de focos electricos	Tecnología y mantenimiento de costo muy elevado. Consumo eléctrico.	Espacios interiores, acuarios, cultivos interiores, spots, iluminacion comercial, etc
	Solux		Lente de fresnel que dirige luz través de guias con liquido.	Maximo aprovechamiento del sol. Tipología de emision similar a las de focos electricos	El liquido se filtra por las guias. Las bajas temperaturas congelan el liquido.	German Museum of Technology de Berlin
	Lighttron		Sistema de espejos con motor de pasos que dirige la luz a un punto elegido	Maximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes areas interiores o exteriores	Tecnología y mantenimiento de costo elevado. Consumo eléctrico. Alto grado de exposicion al clima	Airport, Manchester - Hebebygade, Dinamarca - National Museum Korea, Corea del Sur
	Kuzelka		Sistema de espejos con motor de pasos que dirige la luz a un punto elegido	Maximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes areas interiores o exteriores	Tecnología y mantenimiento de costo elevado. Consumo eléctrico. Alto grado de exposicion al clima	Edificio de oficinas en el centro de la Ciudad de Viena.
	Solar Tracker		Espejo con motor de pasos que dirige la luz a un punto elegido	Maximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes areas interiores o exteriores	Tecnología y mantenimiento de costo elevado. Alto grado de exposicion al clima	Labor für regenerative Energien, "Villa Sonnenschein", Fachhochschule für Wirtschaft & Technik, Alemania
	Solaris		Cupula acrilica con laminas internas giratorias y espejo redireccionador inferior adosado al sistema	Maximo aprovechamiento del sol. Reflector protegido. Fácil instalación	Tecnología y mantenimiento de costo elevado. Alto grado de exposicion vandálica.	Espacios interiores, acuarios, cultivos interiores, iluminacion comercial, etc
	So Light		Cupula acrilica con discos acrilicos facetados internos, giratorios	Maximo aprovechamiento del sol. Nivel de iluminacion constante. Reflector protegido	Necesidad de mantenimiento de piezas moviles. Consumo eléctrico.	Uso residencial, espacios interiores, cultivos interiores, iluminacion comercial, etc
	Heliobus		Concentrador parabolico giratorio con forma de cuchara que redirige la luz a un conducto transportador reflexivo.	Maximo aprovechamiento del sol. Rigidez estructural. Buena distribución interior de luz.	Necesidad de mantenimiento de piezas moviles. Consumo eléctrico.	Potsdam Place, Berlin - Proyecto piloto en Edificio Escolar, St. Gallen - Lightpipe Wiesengrund Winterthur, Suiza
Sistemas de Transporte de Luz estaticos	Solatube		Cupula acrilica con pantalla reflectora intena que dirige la luz por un conducto reflexivo	Rigidez estructural, facil instalación, costo accesible.	Rendimiento moderado, distancia de transmision corta	Uso residencial, espacios interiores, iluminacion comercial, etc
	Litra Con		Bloques o paneles de fibra optica compactada con concreto fino, de propiedades translucidas, que transporta luz a los interiores.	Solucion a la iluminacion natural de espacios desde la estructura misma de la arquitectura.	Alto impacto sobre la imagen arquitectonica, puede perjudicar la sensación de intimidad.	Uso residencial, espacios interiores, iluminacion comercial, etc

Tabla I- Clasificación de sistemas comerciales de transporte de luz.

SUBSISTEMAS COMPONENTES DE ARTEFACTOS DE TRANSPORTE DE LUZ.

Cada artefacto de transporte de luz puede dividirse en tres sub-sistemas: Colector, Transportador y Extractor de luz; cada uno de ellos compuesto por distintos elementos y distintas tecnologías que responden a principios de funcionamiento diferentes.

El *colector* puede estar conformado un espejo, generalmente cóncavo, o un lente Fresnel, un sistema rotativo de doble placa prismática, un heliostato o simplemente una cúpula transparente.

El *transportador* puede ser un tubo metálico con una superficie interna pulida altamente reflexiva. Existen varios tipos de transportadores: tubos metálicos reflexivos, fibras ópticas, tubos de acrílico sólido, o prismas para guiar la luz. La eficiencia del sistema depende principalmente del conducto, su calidad y su longitud. La eficiencia de un buen sistema puede llegar a exceder el 25 %, medido desde la luz incidente en colector, hasta el emisor de luz en la habitación. (Fernández Xifra, 2002)

El *Extractor* distribuye la luz que sale del sistema de transporte hacia el espacio a iluminar. Se hace poco evidente que la luz natural halla sido conducida por una cierta distancia, entonces es común que los ocupantes del edificio evidencien la misma calidad de iluminación que se obtiene de una luminaria corriente (luz artificial). El emisor es similar a una luminaria para iluminación eléctrica y según la tarea visual puede ser directo, semi-directo, difusor, semi-indirecto o totalmente indirecto.

A continuación se presenta una serie de tablas que clasifican los mecanismos existentes para estos tres sub-sistemas, en las que se especifica la denominación, una imagen grafica del componente, beneficios e inconvenientes de cada uno y su origen de fabricación. Los costos presentados para cada elemento han sido cotizados en general por empresas nacionales, y están expresado en dólares estadounidenses (u\$d). (Tablas 2, 3, 4)

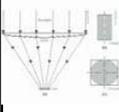
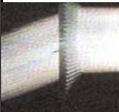
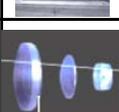
Clasificación de sistemas de Transmisión de Luz Solar								
Sub Sistemas de Colección								
Clasificación	Sistema			Análisis general		Sistemas Asociados	Origen	Costo
	Denominación	Esquema	Descripción	Beneficios	Inconvenientes			
Sub Sistemas de Colección	Concentrador Fresnel		Se trata de un lente obtenido a partir del rebaje con cortes de una lente en anillos circulares concéntricos consecutivos.	Amplifica la potencia de luz solar. Peso y espesor reducidos	Alta transmisión de calor. El ángulo de incidencia determina el rendimiento. Movimiento mecánico	Asociado a sistemas de transmisión por fibra óptica y difusores tipo spot.	Importada	u\$d 139 + envío- Lámina plástica 1mt x 1,25mt Longitud focal 40" (1)
	Laser Cut Panel		Panel acrílico con micro cortes colocado entre dos vidrios. Los cortes funcionan como espejos que redireccionan la luz.	Peso y espesor reducidos. Alto rendimiento	Rendimiento según la profundidad de los cortes y ángulo de incidencia.	Asociado a sistemas de transmisión tipo ducto. Uso en ventanas laterales y senitales	Posible fabricación Nacional - Importada	u\$d 265 x mt2 acrílico de 40mm (2)
	Panel Prismático		Panel acrílico moldeado con una cara plana y una cara con prismas o cuñas triangulares	Peso y espesor reducidos. Buen rendimiento. Aprovechamiento de la luz difusa	Costo de de instalación elevado. El ángulo de incidencia solar determina el rendimiento	Asociado a sistemas de transmisión tipo ducto. Uso en ventanas laterales y senitales	Nacional - Importada	u\$d 148 x mt2 acrílico de 25mm (3)
	Micro Laminas Reflexivas		Laminas transversales y vertical que reflejan la luz incidente. Fabricadas en plástico con metalización de aluminio.	Aprovechamiento de la luz directa y difusa. Exclusion del calor	Tecnología y mantenimiento de costo elevado. El grado de incidencia solar determina el rendimiento	Asociado a cubiertas anhidolicas y sistemas de captacion senitales.	Posible fabricación Nacional - Importada	u\$d 216 x mt2 costo de instalación (4)
	Espejo Direccionador (Heliostato)		Sistema de espejos metálicos que diecciona la luz hacia espacios interiores o abiertos.	Aprovechamiento de la luz directa y difusa. Iluminación de grandes áreas.	Tecnología y mantenimiento de costo elevado. El grado de incidencia solar determina el rendimiento	Asociado a sistemas de transmisión por sistema de espejos.	Posible fabricación Nacional - Importada	u\$d 250 reflector de 1,20mtx1,20mt + u\$d 372 motor de dos ejes de giro (5)
	Colector Parabolico		Plano metálico de curvatura doble parabólica (cóncavo) que concentra la luz captada en distintos puntos según el ángulo de incidencia.	Aprovechamiento de la luz directa y difusa. Buena relación costo rendimiento.	A mayor superficie mayor captación, elevado peso, acabado pulido de alto costo.	Asociado a sistemas de transmisión tipo ducto, senitales y laterales	Posible fabricación Nacional	u\$d 78 estimado material + mano de obra, para colector de 1mt2 desplegado. (6)
	Concentrador Anhidolico		Sistema de espejos y lentes que concentran la luz elevando el rendimiento de la radiación disponible	Amplifica la potencia de luz solar.	Altas exigencias de precisión en el instalación.	Asociado a sistemas de transmisión tipo ducto. Uso en ventanas laterales y senitales	Posible fabricación Nacional - Importada	u\$d 360 estimado parabolos + lentes. (7)

Tabla II – Subsistemas de Colección.

1. Sin disponibilidad en el mercado nacional, cotizado por <http://www.edmundoptics.com>
2. Cotizado por DAYPLAS S.A., Mendoza, incluido el costo del corte láser.
3. Cotizado por DAYPLAS S.A, Mendoza
4. Sin disponibilidad en el mercado nacional, cotizado por SITECO Ghb.
5. Cotizado por DAYPLAS S.A., Mendoza
6. Cotizado por ACEROS CUYO, Mendoza
7. Cotizado por ACEROS CUYO, Mendoza

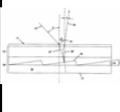
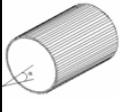
Sub Sistemas de Transporte								
Clasificación	Sistema			Análisis general		Sistemas Asociados	Origen	Costo
	Denominación	Esquema	Descripción	Beneficios	Inconvenientes			
Sub Sistemas de Transporte	Fibra Optica		Consiste en varias hebras delgadas de vidrio o plástico con diámetro de 50 a 125 micras con un revestimiento que rodea y protege al núcleo.	Alto coeficiente de transmisión, filtro selectivo de longitudes de onda, buen rendimiento de color. Versatilidad de aplicaciones.	Alto costo, fragilidad del sistema instalado	Asociado a concentradores tipo Fresnel de alto rendimiento	Importada	u\$s 68 x mts, Diámetro útil 15.8mm - mínimo recomendado 5 cables tipo multifilar (126 x 0.75mm) (8)
	Guías de luz líquidas		Similares a las fibras ópticas plásticas, pero con su interior lleno de líquido.	Muy bajas pérdidas de transmisión luminosa	El líquido se filtra por las guías y las bajas temperaturas lo congelan.	Asociado a concentradores tipo Fresnel de alto rendimiento	Posible fabricación Nacional - Importada	u\$d 62 x mts lineal diámetro 3 mm (9)
	Guías acrílicas solidas		Prismas o cilindros sólidos de material plástico translúcido que transmite la luz por el principio de reflexión total interna.	Alto coeficiente de transmisión, transmisión de altos flujos de luz según diámetro, rigidez estructural	Dificultad de instalación, baja resistencia mecánica alto costo, fragilidad del sistema	Asociado a concentradores tipo Fresnel de alto rendimiento	Importada	u\$d 75 x mts lineal diámetro 3 mm (10)
	Ductos Reflexivos		FILM OPTICO - con estructuras prismáticas tridimensionales que reflejan la luz entrante. La orientación del facetado determina el patrón reflexivo deseado.	Alto coeficiente de transmisión, buen rendimiento de color.	Difícil en el forrado interno de los ductos, baja resistencia mecánica, dificultad de manipulación	Asociado a concentradores Fresnel, Concentradores Anhidricos, LCP y Concentradores parabólicos	Importada	u\$d 54 x mts x 1.5mc (11)
			MYLAR - Película termoplástica con orientación biaxial, compuesta del glicol de etileno y dimethyl terephthalate (DMT).	Alto coeficiente de transmisión, buen rendimiento de color.	Difícil en el forrado interno de los ductos, baja resistencia mecánica, dificultad de manipulación	Asociado a concentradores Fresnel, Concentradores Anhidricos, LCP y Concentradores parabólicos	Importada	u\$d 89,95 2.54mtx1,2mtx2mc (12)
			TUBO - Conductos de acero inoxidable pulido espejo en su interior. Se conforman a medida según la instalación	Buen coeficiente de transmisión, buen rendimiento de color.	Proceso de pulido de alto costo	Asociado a concentradores Fresnel, Concentradores Anhidricos, LCP y Concentradores parabólicos	Posible fabricación Nacional	u\$d 79 estimado material + mano de obra, para 2mt de tubo de 300mm de diámetro. (13)
			GUIA SOLIDA DE PERIMETRO PRISMATICO sección cuadrada o cilíndrica de acrílico con micro-secciones prismáticas	Alto coeficiente de transmisión, buen rendimiento de color.	Dificultad de instalación, baja resistencia mecánica alto costo, fragilidad del sistema	Asociado a concentradores Fresnel, Concentradores Anhidricos, LCP y Concentradores parabólicos	Importada	u\$s 109 x mts, Diámetro útil 50mm (14)
Sistemas Aéreos		Conjunto de lentes o parábolas enfocadas a la distancia	Baja intervención arquitectónica para la instalación, transmite grandes flujos de luz.	Requiere precisión en la orientación de las parábolas para minimizar pérdidas por mal enfoque.	Asociado a concentradores tipo Fresnel de alto rendimiento	Importada	Sin costo en elementos de transporte. (15)	

Tabla III – Subsistemas de Transporte

8. Cotizado por <http://www.fibrasopticas.com.ar>
9. Cotizado *EXFO Electro-Optical Engineering Inc.*, <http://www.exfo-uv.com>
10. Cotizado por <http://www.fibrasopticas.com.ar>
11. Cotizado por *RODIN S.A.*, Mendoza, más \$11 por mt. lineal de instalación.
12. Cotizado en <http://www.bestgrowlights.com>, Tacoma, Wa., sin inclusión de gastos de envío.
13. Cotizado por *ACEROS CUYO* Mendoza.
14. Cotizado por *DAYPLAS S.A.* Mendoza

Sub Sistemas Extractores								
Clasificación	Sistema			Análisis general		Aplicaciones	Origen	Costo
	Denominación	Esquema	Descripción	Beneficios	Inconvenientes			
Sub Sistemas Extractores	Fibra Óptica		Consiste en varias hebras delgadas de vidrio o plástico con diámetro de 50 a 125 micras con un revestimiento que rodea y protege al núcleo.	Posibilidad de aplicaciones tipo spot, líneas de luz periféricas, ramificación de puntos iluminados.	Dificultad para la iluminación de grandes áreas, alto costo.	residencial, comercial, decoración, publicidad, estetoscopia, iluminación puntual, cultivos vegetales.	Importada	u\$d 68 x mts. Diámetro útil 15.8mm - tipo multifilar (126 x 0,75mm) (16)
	Difusores		Pueden ser plásticos, de cristal, o metálicos tipo louver, cromados, mate o blancos.	Funciona como una luminaria convencional, pero alimentada por luz natural.	Durante periodos de baja colección reduce considerablemente el nivel de luz emitida	Residencial, comercial, grandes ambientes.	Nacional	u\$d 3,5 - 400mm x 400mm (17)
	Extractores		Sistema de espejos que refleja un porcentaje de la luz incidente, dejando pasar un resto.	Ayuda a mantener niveles de uniformidad en interiores de grandes dimensiones.	Durante periodos de baja colección reduce considerablemente el nivel de luz emitida	Residencial, comercial, grandes ambientes, iluminación en profundidad.	Posible fabricación Nacional	u\$d 35 x mt2 - mano de obra según la instalación (18)

Tabla IV – Subsistemas de Extracción

16. Cotizado por <http://www.fibrasopticas.com.ar>
17. Cotizado por LUMINEX, Bs As.
18. Cotizado por ACEROS CUYO, Mendoza

ANÁLISIS

De los distintos elementos presentados en la clasificación precedente, encontramos que un 66,6% de los actuales componentes utilizados en la fabricación de Sistemas de transporte de luz son de origen exclusivamente extranjero, contra un 16,6% de elementos que se producen en el país. El 16,8% de elementos restantes son fabricados por pedido o importados desde el extranjero pero poseen un alto grado de factibilidad de ser producidos en serie por la industria nacional.

En el caso de los Sub-Sistemas Colectores, encontramos que los componentes que actualmente se utilizan tienen un alto porcentaje de posibilidades de ser producidos por empresas nacionales (71,4%), estando estos asociados en su mayoría a tecnologías relacionadas con la industria metalmeccánica (2, 4, 5, 6, 7).

Para el caso de los Sub-Sistemas de Transporte, vemos en cambio que la posibilidad de producción nacional de elementos se reduce a un 25% (9, 13), con el agravante de que la mitad de este porcentaje corresponde a elementos asociados a Sub-sistemas de Colección de producción extranjera, lo que no permitiría el desarrollo de un Lumiducto con tecnología enteramente nacional. La respuesta a este problema podría buscarse en el desarrollo de nuevas aplicaciones a los principios de funcionamiento físico, que conjugue un rendimiento eficiente con la posibilidad de utilizar tecnología nacional para la fabricación de Sub-sistemas de Transporte, o la profundización en la investigación e innovación de estos Sub-sistemas en relación a los Sub-sistemas de Colección con los que generalmente están asociados. (Características ópticas de los materiales). Finalmente, dentro de los Sub-sistemas de extracción, encontramos que los elementos que permiten aplicaciones de iluminación general se construyen actualmente en el país, como componentes estándar o por pedido. Sin embargo, para el caso de aplicaciones de iluminación puntual, como son los extractores de fibra óptica, los productos disponibles son solo de origen extranjero (las empresas productoras de cables de fibra óptica solo comercializan productos de aplicación en el campo de las telecomunicaciones), lo que reduce el campo de tipologías de aplicación en diversos ambientes.

En cuanto al costo de comercialización de los componentes, en los Sub-sistemas de colección se puede apreciar una importante diferencia en el rango de precios, relacionada directamente con el tipo de tecnología necesaria para su fabricación. En este caso, la producción de componentes plásticos muestra costos muy elevados en cuanto a la manufactura de bajas series, debido a que la materia prima para su fabricación es de origen importado, y a que el costo inicial de maquinaria y matriceria es muy elevado en comparación a otras tecnologías.

Para los productos fabricados en metal, generalmente acero o aluminio, el incremento del costo se concentra en la fuerte intervención de mano de obra (productos intensivos en mano de obra), que a falta de maquinaria específica, se realiza mediante una tarea artesanal de pulido de las piezas, realizadas comúnmente por encargo como elementos únicos, es decir, no seriados. La incorporación de mecanismos para el seguimiento de la trayectoria solar incrementa el costo de los Sub sistemas por cuanto estos se pueden fabricar por pedido, pero no se desarrollan en forma seriada en nuestro país.

Para los Sub sistemas de transporte, encontramos que los costos encuentran una variación menor, rondando un promedio de u\$d 72,5 x mt. lineal, y con dos casos extremos, por un lado las *guías sólidas de perímetro prismático*, de u\$d 109 x mt. x 50mm, y por otro, los *tubos de acero pulido*, construidos con un costo de u\$d 50 x mt x 300mm. Estos componentes no se fabrican en forma seriada en el país, razón por la cual los costos de fabricación e instalación de este tipo de elementos se incrementan considerablemente, debiendo encargar la producción de piezas como un trabajo especializado, con la labor adicional de una fuerte supervisión y control de la manufactura final de los componentes terminados.

Finalmente, los Sub sistemas de extracción presentados muestran una gran diferencia de costos, directamente relacionada con el tipo de aplicación para el que esté proyectado el sistema, pudiendo encontrarse soluciones altamente estandarizadas o necesitar la proyectación de un dispositivo específico.

Respecto del costo total de un sistema de Lumiducto, este puede estimarse a través de la sumatoria del costo de los subsistemas que lo componen, para lo cual se indica en las tablas precedentes de que manera de encuentran asociados habitualmente estos subsistemas para obtener mayores rendimientos. El costo resultante, como ya se indicó, sería estimativo, ya que el valor de los lumiductos comerciales en el mercado es, por supuesto, menor que el valor de la suma de sus componentes.

De esta forma, podemos estimar el precio de un sistema de bajo costo, de 2mt de longitud en u\$D 160.5, resultado de la sumatoria de un sistema colector parabólico, un sistema de ductos reflexivos de acero y un extractor acrílico. Para el caso de un sistema compuesto por un colector lente de Fresnel y fibras ópticas para el transmisor y el extractor, el costo estimado sería de u\$D 547 para una longitud de 2mt.

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la producción de Sistemas de Transporte de Luz Natural como artefactos de iluminación comercial en la Republica Argentina encontramos que las características y las capacidades de la industria presentarían amplias posibilidades de cubrir la fabricación de los distintos componentes que integran estos sistemas. Sin embargo, es necesario el desarrollo de nuevos elementos que, basados en la aplicación de innovaciones aportadas desde el ámbito científico-tecnológico, y tomando en consideración la capacidad real industrial de nuestro país, generen nuevas propuestas de sistemas de transporte de luz tanto para el mercado nacional como internacional. En futuros desarrollos de investigación, sería importante establecer qué aspectos resultan de mayor relevancia para los usuarios al momento de decidir la compra e instalación de un sistema de transporte de luz, posibilitando a través de un estudio de estas características, determinar las variables que requieren mayores grados de innovación y desarrollo para una comercialización exitosa.

Una de las consecuencias de las acciones propuestas podría ser la posibilidad de impulsar la gestación de nuevas empresas de base tecnológica especializadas en el área de las energías renovables.

Como conclusión podemos establecer entonces:

1. Los conocimientos generados dentro del sistema científico-tecnológico nacional no se han podido canalizar aún de manera masiva hacia la industria, propiciando así la producción seriada y comercialización de Sistemas de Transporte de luz natural.
2. Como Sub sistema, los componentes colectores existentes ofrecen en la actualidad las mayores posibilidades de fabricación en el país, y su posible exportación como componentes de Lumiductos al extranjero.
3. Los Sub sistemas de transporte requieren de importantes estudios y aportes innovativos, en los que debería focalizar su atención el sistema científico-tecnológico, para generar nuevas aplicaciones de propiedades ópticas de materiales que permitan alcanzar una producción seriada de artefactos con tecnologías endógenas.
4. Los Sub sistemas de extracción pueden llegar a un mayor desarrollo, basado en este caso no en el avance de procesos a nivel tecnológico, sino en el estudio de necesidades y tipologías de uso frecuente, tanto en ámbitos comerciales como residenciales, relacionadas con las tareas visuales predominantes en los espacios a iluminar.

REFERENCIAS

- Institut für Licht und Bautechnik FH Köln. *Systematic zu Tageslichtsystemen*. Fachhochschule Köln, Colônia, 2000.
- Naves, C., Amorim, D., *Iluminação Natural e Eficiência Energética-Parte II Sistemas Inovadores para a Luz Natural*, Brasil, 2002
- Pohl, W., Anselm, C., *Review of existing heliostats*, Bartenbach LichtLabor GmbH, Rinner Straße 14, A-6071 Aldrans/Innsbruck, Austria, 2000
- Jutta Schade, E.A., *Daylighting by optical fiber*, Master tesis, Lulea University of technology, Sweden, 2002
- Aizenberg, J., Mills, E., *A Brief History of Light Guides*, CIE Technical Committee, 1998
- Fontoynt, M., Tsangrassoulis, A., Synnefa, A., *SynthLight Handbook Chapter 2: Daylighting*, revision 2004.
- Perez, C., *Nueva concepción de la tecnología y sistema nacional de innovación*, Cuadernos de CENDES, Año 13 N° 31, Segunda Epoca, Enero-Abril, pp.9-33, 1996.
- Pattini, A., Mitchell, J., Ferrón, L., *Diseño de lumiductos de bajo costo para vivienda bioclimática unifamiliar*, Revista AVERMA, ISSN 0329-5184, Vol. 7, N° 1, 2003.
- Fernández Xifra, M.V., Evans, J.M., *Sistemas innovativos para el direccionamiento de luz natural películas holográficas y lumiductos*, Revista AVERMA, ISSN 0329-5184, Vol. 6, N° 2, 2002.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen la colaboración de los especialistas y representantes comerciales de las empresas consultadas.

ABSTRACT

The approach of present paper is a commercial review of the systems of LIGHT PIPES for natural illumination and its component.

Paper sample by mean of tables a classification that contains a series of criteria by means of which can determine the use of each system according to the results to obtain.

A tipificación in three subsystems is detailed: Collection System, Transporting System and Emitting light System; each one of them developed through technologies that respond at the beginning of different uses and made up of different components and materials.

The most relevant contribution of the present paper is to show a matrix of the commercial availability of natural lighting systems, identifying the subsystems of transport like the element that requires greater innovations, representing a commercial opportunity at the generation of endogenous technologies by part of national industries.