

Universidad de Oriente
Facultad de Construcciones
Departamento de Arquitectura y Urbanismo

título:

Catálogo de materiales. Características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica

tesis presentada en opción al título de arquitecto

catálogo de **materiales**

autor:

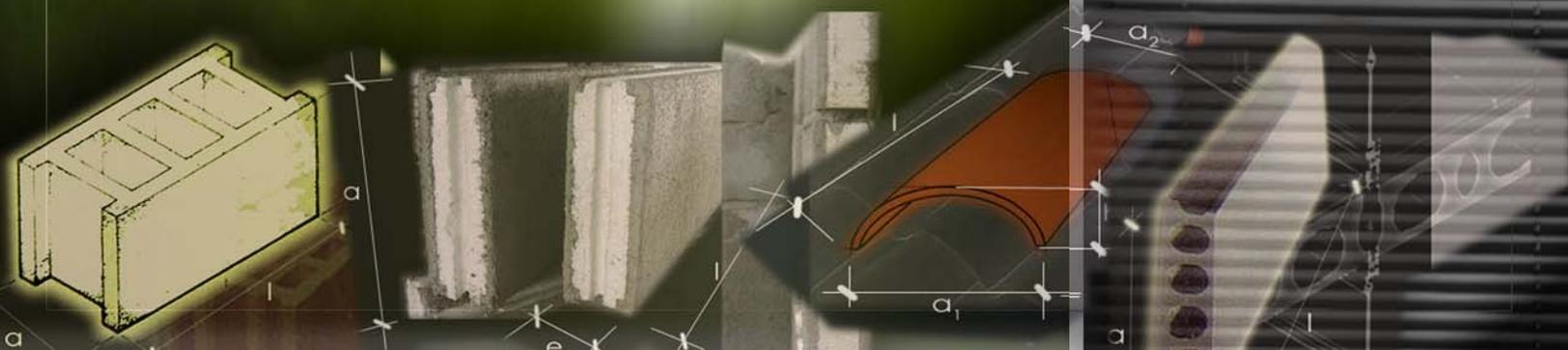
Agustin Calzado Calderon

tutores:

MSc. Arq. Mario L. Paneque Vazquez.

Dr. Arq. Rafael A. Rodríguez Abreu.

Santiago de Cuba, año 2009



Universidad de Oriente
Facultad de Construcciones
Departamento de Arquitectura y Urbanismo

título:

Catálogo de materiales. Características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica

tesis presentada en opción al título de arquitecto

autor:

Agustin Calzado Calderon

tutores:

MSc. Arq. Mario L. Paneque Vazquez.

Dr. Arq. Rafael A. Rodríguez Abreu.

Santiago de Cuba, año 2009

Dedicatoria

Dedicatoria

Pensé que cuando llegara este momento no iba ser tan empalagoso, pero después..., te das cuenta que la oportunidad de alcanzar el título Universitario es realmente única para dedicarle todo este esfuerzo:

A mis padres: Ramona y Agustín, (*porque si no es a ellos... a quién más,)*

A: la chiquita de los Calzado Calderón, (*Ojalá te pueda servir de inspiración*).

A mi Abuela "*Julia*" y mi Abuelo "*Papa*" (*que no está, pero está...*)

Agradecimientos

Agradecimientos

Le agradezco

Profesionalmente

A: Mis tutores Rafael y Paneque por haberme transmitido parte de su experiencia acumulada y unirme aún más con esta disciplina (Acondicionamiento Ambiental). Paneque gracias por regular los tiempos de esta tesis.

A: Los asesores informáticos de esta tesis Francisco y Wanton por aportar sabiduría y profesionalidad.

A: Los trabajadores de las Empresas visitadas por colaborar con esta investigación.

A: A todos los trabajadores y profesores del Departamento de Arquitectura por auxiliarme cuando lo he necesitado. Específicamente a las profesoras Sonia y Maritza porque sí.

A: Mis compañeros de la Universidad Central de las Villas por hacerme disfrutar todo un semestre fuera de casa en algo tan importante como lo es aprender.

Personalmente

A: Mi familia toda, por ser un sólo cuerpo con varias cabezas.

A: Quien comparte mi vida en estos momentos, Lisbeth Quiala Boza por significar muchísimo para mí. Sé que has acogido esta tesis, con tanta aprehensión que sólo te puedo decir que el resultado es tuyo también.

A: Mis suegros (Idalmis y Ramón) por soportarme en esta etapa de la vida.

Puede parecer manido, pero sin la colaboración y ayuda de estas personas, no hubiese sido posible la realización de este trabajo. Se aprende que: una palabra, un gesto, una crítica, cambian el rumbo de tus pensamientos.

Resumen



RESUMEN

Este trabajo investiga los materiales y componentes constructivos más utilizados en la conformación de la envolvente arquitectónica, durante el proceso de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios. La problemática planteada está relacionada con las afectaciones a los requerimientos de confort y el elevado consumo energético de los nuevos inmuebles remodelados y construidos en la ciudad de Santiago de Cuba, asociado esencialmente, al empleo desacertado de materiales para la conformación del cierre de la edificación. El objetivo trazado fue elaborar un catálogo de materiales con las características y propiedades físico – ambientales de la envolvente arquitectónica, que le permita al profesional de la disciplina tener referencias cuantitativas y cualitativas de los materiales, en relación a los parámetros térmicos, lumínicos, acústicos, y que estos a su vez, le ayuden a conciliar soluciones adecuadas durante la selección de los materiales para la propuesta de la envolvente del edificio.

Se realizaron las consideraciones teórico-conceptuales acerca del objeto de estudio, que demostraron la necesidad implementar una herramienta que permitiera considerar los cierres del edificio como elemento capaz de controlar las condiciones ambientales en el interior de forma natural o como agente reductor de los sistemas de acondicionamiento artificial, partiendo de criterios bioclimáticos en el diseño arquitectónico. En este sentido se presenta en soporte digital, un catálogo de materiales que agrupa en las características y propiedades físico-ambientales de los materiales más utilizados en el territorio para la conformación de la envolvente arquitectónica; exhibiéndose en forma de multimedia interactiva que logró involucrar de forma más directa al proyectista en las primeras etapas del proceso de diseño, en el complejo tema del tratamiento de la envolvente.

Abstract



ABSTRACT

This work deal with the research on the building materials and construction components used in the shaping of architectural envelop during the designing process for the environmental building conditioning. The problem presented is related to affectation of requirements for human comfort and increasing energy consumption of the rehabilitated and new buildings constructed in Santiago de Cuba city, associate essentially, to the mistaken use of materials for the shaping of building envelope. The aim was to make a catalogue of materials with the characteristics and physical - environmental properties of architectural envelop, allowing to professional of the discipline to have quantitative and qualitative references of the materials in relation to the thermal, luminous, acoustic parameters, and these at the same time, helping to the designer reconcile the solutions during the selection of the materials for the proposal of the building envelope.

The theoretical and conceptual considerations about the study object were demonstrated the need to implement a tool that it permit considering the building skin as an element to control the environmental conditions in indoor or like reducing agent of systems of artificial conditioning, starting from bioclimatic criteria in the architectural design. In this sense it showed up in digital support, a catalogue of building materials grouped in the characteristics and physical environmental properties of the materials more used at the our territory for shaping of architectural envelop. Appearing in the shape of interactive stock, it was able to involve a more direct way, in which the architectural designer can be involved in the first phase of designing process in the complex topic of treatment of the building envelope.

Índice

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. BASE CONCEPTUAL DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL DE LOS EDIFICIOS CON ENFOQUE BIOCLIMÁTICO. TRATAMIENTO DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA	
1.1 Características generales del diseño para el acondicionamiento ambiental	6
1.1.2 Sistemas de control ambiental	7
1.1.3 Análisis bioclimático	7
1.1.3.1 Arquitectura bioclimática	8
1.1.3.2 Antecedentes históricos de la arquitectura bioclimática	9
1.1.3.3 La solución de diseño para el acondicionamiento ambiental	9
1.1.4 Comportamiento histórico de la envolvente a los fenómenos climáticos	10
1.2 Confort o bienestar	13
1.2.1 Tipos de confort	13
1.2.1.1 Confort visual	13
1.2.1.2 Confort lumínico	13
1.2.1.3 Confort térmico.	14
1.2.1.4 Confort acústico	15
1.3 La envolvente arquitectónica.	16
1.3.1 Estructura conceptual	16
1.3.2 La envolvente como conector, barrera, filtro, e interruptor.	17
1.3.3 Flujos energéticos a través la envolvente	17
1.3.3.1 Principales mecanismos de transferencia de térmica.	18
1.3.3.2 Flujos de aire sucedidos en la envolvente.	18
1.3.3.3 Interrelación radiación solar –luz en elementos transparente de la envolvente	19
1.3.3.4 Energía sonora en la envolvente	19
1.4 Análisis del comportamiento de la envolvente en algunos edificios	20
CAPITULO 2. ARGUMENTO DEL CATÁLOGO, ESTRUCTURA Y MODO DE UTILIZACIÓN	
2.1 Fundamentación de la necesidad del catálogo o base de datos en el proceso	24
2.2 Análisis de las características y alcance de otros catálogos, atlas o base de datos existentes sobre materiales y elementos constructivos.	25

2.2.1	Aportes de catálogos y fuentes de información nacional e internacional	26
2.2.2	Otros materiales consultados	29
2.3	Marco general para la estructuración del catálogo	29
2.4	Criterios para la estructuración del catálogo. Análisis de las propiedades y características propuestas.	32
2.5	Estructura del catálogo	35
2.6	Forma de utilización por el diseñador y soporte de la base de datos según tendencias actuales de la informática.	40
2.7	Finalidad de los cierres en nuestro territorio.	41
	Conclusiones	43
	Recomendaciones	45
	Referencias bibliográficas	

Introducción



INTRODUCCIÓN

Hoy en día, los problemas medioambientales y la escasez, siempre latente, de los recursos energéticos disponibles hacen muy importante el aprovechamiento de las energías naturales. En este contexto la arquitectura tiende a apoyarse, cada vez más, en el uso de sistemas artificiales, sofisticados, con controles informatizados que no consiguen esconder la básica contradicción de su diseño, que los hace consumidores desmesurados de energía, bajo la pretenciosa simplicidad de su piel austera (Serra.1995).

Es este uno de los principales problemas que afronta la esfera constructiva pues, la construcción es una actividad humana que deteriora el medioambiente de forma considerable siendo la práctica arquitectónica responsable, de forma directa, de elevados consumos energéticos y materiales no renovables de todo el mundo. La crisis energética originada a partir de 1973 sirvió de alerta con relación al peligro que representaba la absoluta dependencia de los combustibles fósiles para nuestro desarrollo. Es por ello que la búsqueda y aplicación de sistemas arquitectónicos más eficientes se hace indispensable para la construcción de edificios que optimicen la energía y preserven el medio ambiente desde su ejecución hasta la puesta en marcha de los mismos.

Los hermanos Pupo, autores del libro *Diseño y Condiciones Ambientales en la Arquitectura*, llegaron a plantear que una de las funciones principales de la arquitectura y el urbanismo es la creación de espacios habitables ó nichos ecológicos donde las condiciones ambientales sean aptas a la función de cada espacio (Pupo.1982).

En este sentido la llamada arquitectura bioclimática ofrece la lectura más amplia del tema abordado porque en su estructura es capaz de relacionar la arquitectura, el ser humano y el medio ambiente en una combinación única capaz de satisfacer las necesidades de cada uno de estos elementos aislados y que tributen a un mismo fin. La esencia de lo anterior significa aprovechar las formas de arquitectura que consideren el acondicionamiento ambiental de los edificios como aspecto fundamental para lograr condiciones de confort y espacios con ajustados contextos de habitabilidad por las personas y con adecuados niveles de optimización de la energía atendiendo a condiciones de implantación, forma, tratamiento de la envolvente, proceso constructivo y acabado interior de los edificios.

De ahí que al arquitecto moderno le corresponda ofrecer espacios que además de ser funcionales y posean valor estético, se adecuen a los nuevos requerimientos de las sociedades actuales



(espacios saludables y confortables que propicien mayor eficiencia y productividad en nuestros edificios). En nuestro país se han elaborado, documentos que regulan y normalizan estas actividades, de ellos la NC-198.2004 que trata sobre las buenas prácticas para el diseño del clima interior térmico y visual. Afirma que su cumplimiento estricto contribuirá a minimizar los impactos al medio ambiente, al reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables para iluminar y ventilar los espacios interiores de los edificios, esto se traduce en la reducción de la contaminación ambiental por emisiones gaseosas (CO₂) asociadas con la combustión de combustibles fósiles y emisiones de sustancias agotadoras de la capa de ozono, considerando que una parte importante de estas emisiones procede de los sistemas de climatización de los edificios. Con su aplicación se contribuirá a que se concilien las soluciones de diseño entre las especialidades para alcanzar ambientes confortables y saludables, con un uso racional de la energía.

Estas normas, por lo general son consideradas superficialmente o por obligación, es por ello que durante el proceso de diseño frecuentemente se toman decisiones relacionadas con la selección de materiales y componentes constructivos que no constituyen respuestas acertadas a los problemas del acondicionamiento ambiental y eficiencia energética de los edificios.

En tal sentido el ministro de Comercio Interior Marino Murillo Jorge en la Asamblea Anual del Parlamento Cubano del año 2008 explicó que la tendencia a la climatización de los locales correspondientes a este organismo, en ocasiones supera el real servicio y originan gastos innecesarios a la economía, además expuso la necesidad de adopción de medidas para reducir el consumo de energía y garantizar la eficiencia energética de los equipos (citado por G. Katia).

Lo anterior se evidencia en los nuevos inmuebles construidos y remodelados en la ciudad de Santiago de Cuba, que habitualmente padecen de afectaciones a los requerimientos de confort de sus espacios arquitectónicos y un elevado consumo energético de su equipamiento. En sitios como la Florería Yarima, la Maqueta de la ciudad, el lobby del aeropuerto Antonio Maceo por solo citar algunos, se percibe una aguda sensación de calor que en algunos casos estando previamente climatizados, persiste la situación de discomfort. En otros por el contrario la sensación de frío es bastante intensa, casi siempre por el uso excesivo de los equipos de climatización en locales totalmente cerrados que trabajan ininterrumpidamente, bajo cualquiera de las dos condiciones anteriores se desmejoran los requerimientos del confort térmico. Se



producen molestias con los ruidos en el interior de los locales, y en otros se observan personas que deben moverse dentro del espacio interior para protegerse del sol o en la búsqueda de este para satisfacer sus necesidades luminosas.

De lo planteado anteriormente se deriva como **definición del problema** *las afectaciones a los requerimientos de confort y el elevado consumo energético de los nuevos edificios construidos y remodelados en la ciudad de Santiago de Cuba.*

Esto está asociado principalmente al empleo de materiales desacertados en el cierre de las edificaciones y malas decisiones en su selección, actualmente se evidencian enormes superficies acristaladas que proporcionan demasiada luz en el interior, y excesivas ganancias térmicas, así como el fenómeno de la reverberación acústica en estos sitios recientemente construidos. Es por ello que se plantea en esta investigación como **objeto de estudio** *Los materiales y elementos constructivos más usados en el cierre o envolvente de las edificaciones en nuestro territorio.*

Si tomamos en cuenta que las sociedades actuales se organizan sobre la idea de opciones, y la nuestra no está exenta de ello y que a su vez es necesario transformar las ideas de consumo y aprovechar la interacción mientras se escoge en bases que contienen la información a procesar. La solución de un conjunto de catálogos en constante preparación y reelaboración de los contenidos, que agrupen la información dispersa relacionada con las propiedades físico – ambientales de los materiales, posibilitará economizar y abreviar en estudios que permitan la factibilidad de las propuestas a los problemas tratados por el proyectista en materia de la selección de materiales para la envolvente arquitectónica con un enfoque a los principios de la arquitectura bioclimática como elemento permeable y que dialoga adecuadamente con el clima, entonces se puntualizará como **objetivo:** *Catálogo de materiales sobre las características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica.*

Atendiendo a que el objetivo de la investigación es en sí mismo bastante pretencioso se delimita como **campo de acción** *el proceso de diseño arquitectónico para el acondicionamiento ambiental de los edificios con enfoque desde la arquitectura bioclimática.*

Se propone como **hipótesis:** *La disposición de una base de datos ó base informacional que durante el proceso de diseño le permita al proyectista escoger las soluciones de materiales y elementos constructivos para el acondicionamiento ambiental, a partir de las características y*



propiedades de la envolvente del edificio según las condiciones microclimáticas de cada localidad, reduce considerablemente las afectaciones al confort y el elevado consumo energético de los edificios.

Métodos científicos de investigación y su aplicación:

Método histórico-lógico. *En el estudio de la evolución histórica de los materiales que conforman la envolvente arquitectónica y su respuesta a los fenómenos climáticos, en etapas de la arquitectura y el urbanismo en Cuba.*

Método de análisis y síntesis. *En el estudio de los materiales y componentes constructivos para determinar sus características y propiedades físico - ambientales.*

Métodos empíricos. *En la observación de las condiciones en las que se realiza el proceso de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios mediante el trabajo de campo y la realización de entrevistas a proyectistas, inversionistas y especialistas en la materia.*

Estructura de la investigación.

Capítulo 1. Base conceptual para el proceso de diseño. Caracterización del proceso de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios con un enfoque bioclimático. Tratamiento de la envolvente de los edificios.

Capítulo 2.

Parte 1. Fundamentación y estructuración del catálogo ó base informacional con las características y propiedades físico-ambientales de los materiales y elementos constructivos más utilizados en el territorio.

Parte 2. Catálogo de las características y propiedades físico- ambientales de los materiales y elementos constructivos más utilizados en el territorio.



Diseño de la investigación

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
OBJETO.	Afectaciones al confort y elevado consumo energético de los nuevos edificios construidos y remodelados en la ciudad de Santiago de Cuba
OBJETIVO DEL TRABAJO	Los materiales y elementos constructivos más usados en el cierre o envolvente de las edificaciones en nuestro territorio.
CAMPO DE ACCIÓN	Catálogo de materiales sobre las características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica.
BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	El proceso de diseño arquitectónico para el acondicionamiento ambiental de los edificios con enfoque desde la arquitectura bioclimática
ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN	Pasiva Revisión de libros, revistas, normas, catálogos, sitios en internet, proyectos, obras, etc. Activa Entrevistas, visitas, encuestas Capítulo 1. Base conceptual para el proceso de diseño. Caracterización del proceso de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios con un enfoque bioclimático. Tratamiento de la envolvente o piel de los edificios. Capítulo 2. Parte 1. Fundamentación y estructuración del catálogo ó base informacional con las características y propiedades físico-ambientales de los materiales y elementos constructivos más utilizados en el territorio. Parte 2. Catálogo de materiales. Características y propiedades físico - ambientales de la envolvente arquitectónica.
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	

Capítulo 1

CAPÍTULO 1. BASE CONCEPTUAL DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL DE LOS EDIFICIOS CON ENFOQUE BIOCLIMÁTICO. TRATAMIENTO DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA

En este capítulo se abordan los conceptos básicos del acondicionamiento ambiental de los edificios desde la perspectiva de la arquitectura bioclimática con una aproximación histórica al tema, así como los requerimientos de confort para el diseño de los espacios arquitectónicos. Se valorarán experiencias en nuestro país que no constituyen respuestas acertadas al tratamiento de la envolvente así como toda la estructura conceptual relacionada con el tema.

1.1 Características generales del diseño para el acondicionamiento ambiental

El proceso de diseño arquitectónico es el arte de proyectar y construir edificaciones con la finalidad de proporcionar espacios adecuados para que el ser humano desarrolle sus actividades. Además de considerar aspectos funcionales, estructurales, formales, etc, debe satisfacer las necesidades fisiológicas (bienestar térmico, luminoso, sonoro) y por otra parte contribuir a reducir el consumo de las energías no renovables, con el máximo aprovechamiento de la energía natural (Dearriba.T).

De ahí que el **acondicionamiento ambiental** para los edificios analice las cualidades del ambiente en relación a su acción sobre el hombre y de las condiciones necesarias para que este ambiente sea el adecuado considerando los requerimientos de confort. Por lo general las decisiones del proyectista de un edificio tienen gran peso e influencia en su comportamiento ambiental y energético. Para ello se consideran conceptos de tipo abstracto, como la volumetría, el tratamiento genérico de la envolvente que rodea el edificio y su interior, etc.; una vez que se llegan a definir las condicionantes exteriores así como los requerimientos o niveles de confort, de esta interrelación se arriba a una propuesta o solución de diseño que deberá satisfacer de forma más apropiada los requerimientos ambientales de los usuarios del edificio acorde a las exigencias que imponga el microclima y el entorno (Ver Fig. 1.1) (entrevista a R. Rodríguez y M. Paneque)

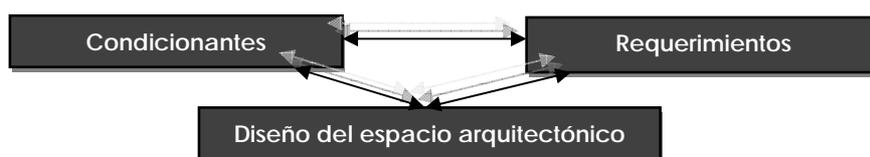


Fig. 1.1 Enfoque de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios.



En nuestro caso entiéndase como condicionantes exteriores las características del sitio y microclima, donde **el sitio** es, el tipo del terreno, la superficie, la topografía, la vegetación, la presencia de agua, las visuales, las actividades humanas, el calor, el ruido, etc. (Entrevista a R. Rodríguez y M. Paneque) y el **microclima** es el conjunto de condiciones climáticas propias de un punto geográfico o área reducida y que representan una modificación local del clima general del territorio debido a la influencia de distintos factores ecológicos. La acción combinada del relieve, la altitud, el suelo, o la vegetación que influyen en la determinación de un microclima u otro (Wikipedia.com).

Por otra parte los requerimientos ambientales están relacionados a las exigencias de confort (bienestar térmico, visual, sonoro) que se desean, dentro del espacio arquitectónico.

1.1.2 Sistemas de control ambiental

Para lograr un adecuado funcionamiento del espacio interior es necesario tener presente los sistemas específicos lumínicos, acústicos y climáticos, así como los sistemas artificiales, que a veces los entendemos como componentes ortopédicos que intervienen corrigiendo defectos básicos del diseño, que se podrían haber resuelto a menudo con un proyecto adecuado (Serra.1995). Estos sistemas se encargan de rechazar, admitir o reorientar la energía para garantizar un estado confortable en el espacio arquitectónico produciendo un **control ambiental general** del espacio.

Los proyectistas han tendido implícitamente a considerar que el objetivo de estas técnicas (control ambiental) sea la obtención del espacio "*perfecto*" desde el punto de vista ambiental y esta posición es peligrosa en su propio planteamiento. Un espacio "*perfecto*" puede ser un espacio excesivamente neutro y, como tal, puede afectar negativamente al funcionamiento fisiológico y psicológico de los individuos. Por lo tanto es necesario tener una cierta caracterización y variabilidad en el ambiente que lo haga "vivo", de manera que mantenga un diálogo con los que lo ocupan (Serra.1995).

1.1.3 Análisis bioclimático

El diseño razonable de los espacios arquitectónicos en la actualidad, se ha convertido en tema recurrente por las respuestas que se han originado en el ámbito profesional. La necesidad de buscar un calificativo único para las nuevas formas de proyectar y construir teniendo en cuenta la

variable ambiental como eje rector del ejercicio de diseño se ha convertido en elemento esencial en el diseño arquitectónico. Diversas adjetivaciones han intentado caracterizar esta forma de hacer arquitectura (arquitectura natural, ecológica, razonable, autosuficiente, pasiva, solar, etc.), todas abordando desde diferentes perspectivas lo que podríamos llamar de manera general arquitectura “medioambiental” (Sánchez. B). Este autor asumirá el concepto de arquitectura bioclimática ya que brinda una lectura más completa y evolucionada sobre el tema, y a su vez permite considerar la envolvente del edificio como el mecanismo de integración entre el ser humano, y el medio.

1.1.3.1 Arquitectura bioclimática

Según Serra, «la palabra bioclimática intenta recoger el interés que tiene la respuesta del hombre, el bios, como usuario de la arquitectura, frente al ambiente exterior, el clima, afectando ambos al mismo tiempo la forma arquitectónica». Por tanto, se trata de optimizar la relación hombre-clima mediante la forma arquitectónica. En la (NC: 198.2004) es la arquitectura, la que hace uso de los recursos naturales para satisfacer las exigencias de confort del usuario y minimizar la necesidad de emplear los sistemas artificiales de acondicionamiento ambiental de los edificios.

Este último acercamiento es la esencia de **lo bioclimático** pues se trata de dar soporte al bienestar y confort de los usuarios así como al uso energético eficiente de la edificación. Este diseño solo se logra a través de los elementos que condicionan el aérea de trabajo en busca de un diseño lógico, de sentido común, que consideren las variables climáticas y ambientales así como los problemas energéticos, tratando de evitar o disminuir la climatización artificial o iluminación artificial y a la misma vez tener en cuenta la utilización de los sistemas energéticos pasivos como complemento arquitectónico.

Objetivos que persigue la arquitectura bioclimática

1. Crear espacios habitables que cumplan con una finalidad funcional y expresiva que sean física y psicológicamente saludables y confortables para propiciar el óptimo desarrollo del hombre y sus actividades.
2. Hacer uso eficiente de la energía y los recursos, tendiendo a la autosuficiencia de las edificaciones.

3. Preservar y mejorar el medio ambiente integrando al hombre a un sistema equilibrado a través de los espacios edificados. (Fuentes.2004)

1.1.3.2 Antecedentes históricos de la arquitectura bioclimática

Los primeros en emplear este término fueron los hermanos Olgyay (que aún hoy constituyen clásicos del tema), quienes por primera vez dieron un enfoque científico al diseño arquitectónico como respuesta a las condiciones del clima circundante. Múltiples han sido los diagramas de confort propuestos a partir de la carta bioclimática de Olgyay y los métodos (inicialmente analíticos y gráficos, y hoy automatizados) desarrollados para evaluar la influencia de las soluciones de diseño en el confort térmico humano (D. González.).

En nuestro país el término bioclimático se asocia muchas veces a la arquitectura colonial, se ha tendido a la idealización de esta arquitectura como lo apropiado ó adecuado, sin considerar que los modelos bioclimáticos recomendados para climas cálidos – húmedos como el nuestro se corresponden con el representativo de la arquitectura desarrollada por los aborígenes antes de la colonización española, condicionados solo por la utilización de los nuevas tecnologías y materiales de las sociedades actuales, evitando responder a su origen de tipología esencialmente rural.

1.1.3.3 La solución de diseño para el acondicionamiento ambiental

Para el diseño de los edificios Rafael Serra define tres niveles que constituyen elementos básicos en la conformación ó definición de la propuesta. Ellos son: la forma general del edificio, las características de su interior y las características de la envolvente.

La **forma general del edificio** que significa el conjunto de las características geométricas y volumétricas que puede tener y definen un edificio. En esencia es el tratamiento de sus volúmenes, sus proporciones y al aspecto exterior de estos volúmenes en relación con la repercusión ambiental que estos propician.

El **interior del edificio** es considerado como el conjunto de elementos, constructivos o no, que quedan encerrados por su envolvente y además la parte de esta envolvente que influye en el comportamiento de este interior.

En la **envolvente** la terminología utilizada para determinar su definición es muy variada, de ahí que según la (NC-198.2004) sea definida como el conjunto de las fachadas y cubiertas de un edificio. En el caso de (Serra, 1995) la define como la piel constructiva que envuelve físicamente

al edificio, separando el interior del exterior. En este trabajo se asume como **envolvente del edificio** los elementos básicos del cierre del edificio (vanos, paredes y cubierta) para la búsqueda de espacios confortables y que constituye el elemento de transición donde interactúan las condicionantes exteriores e interiores (Stein y otros)

1.1.4 Comportamiento histórico de la envolvente a los fenómenos climáticos

La arquitectura autóctona, producida por los aborígenes antes de la colonización española se puede decir que es la continuación en el tiempo de un buen modelo arquitectónico pues esta **arquitectura rural** era construida a partir de materiales naturales disponibles localmente, reflejaba las costumbres y formas de vida y se adecuaba satisfactoriamente a las condiciones climáticas del entorno: máxima protección contra el sol y la lluvia a través de materiales orgánicos (guano de palma, fibras de madera, etc.), que permitían una mínima ganancia térmica en los espacios interiores al poseer un bajo coeficiente global de transferencia térmica, y máxima permeabilidad al paso del aire como mecanismo termorregulador por excelencia en climas cálidos - húmedos (Ver Fig. 1.2 a).

En otros casos la vivienda directamente vinculada a la costa, se levantaba sobre pilotes para asimilar los cambios de las mareas y evitar la humedad por capilaridad; las cubiertas, aunque ligeras e inclinadas, no se ejecutaban con guano de palma, sino con otros materiales, como la teja alfarera o las planchas de acero galvanizado (siempre sobre soportería de madera y con altos puntales), y la vivienda se rodeaba de un portal o galería perimetral que garantizaba la protección solar y permitía disfrutar de la brisa marina. Ejemplo, la tipología de vivienda desarrollada en el cayó Granma de la provincia Santiago de Cuba. (Ver Fig. 1.2 b)

Las **soluciones mixtas** eran las más ajustadas, consistían en la combinación de los materiales, en ellas predominan los techos inclinados de armadura y en ocasiones colgadizos rematados con tejas de guano, tejamanil o zinc como solución más avanzada empleando algunos recursos adicionales de diseño bioclimático, como la ventilación convectiva con monitores o claraboyas en la parte alta, o la doble cubierta ventilada con aberturas en el plano superior, que en las zonas cafetaleras de las provincias orientales, se aprovechaban para secar el café utilizando la radiación proveniente de la cubierta exterior, de planchas de acero galvanizado, para el secado del café y a la vez atenuar su transmisión a los espacios interiores. En los materiales de construcción

predominan el uso de la cal, rocas calizas y materiales ligeros como el guano, la madera, quienes le confieren un carácter efímero y vulnerable a la arquitectura doméstica del batey frente a la acción del tiempo y el medio natural (citado por Rizo.2005) (Ver Fig. 1.2 c).

Ya en la colonia los españoles trajeron sus modelos arquitectónicos y urbanos mediterráneos. Las edificaciones eran medianeras con paredes de gran espesor que almacenaban el calor ganado durante el día para aprovecharlo en la noche y por lo general tenían mínimas aberturas al exterior. Estos **modelos coloniales** se transformaron para adecuarse de una mejor manera a las condiciones del trópico y en el caso de la envolvente se añaden elementos de protección solar como los balcones y portales, aparecieron los vitrales para tamizar la intensa luz solar, aumentaron las dimensiones de los vanos cerrados con persianas que a su vez permitían regular el paso de la luz, el viento y las visuales. De esta manera se logró una mejor transferencia térmica entre el exterior y el interior. (Ver Fig. 1.2 d)



Figura 1.2. Uso de diferentes soluciones de la envolvente a través del tiempo

Con la llegada del movimiento moderno, se estandarizan los materiales para poder ser producidos en la industria, y se ubican en distintas latitudes con independencia de climas, culturas, tradiciones e idiosincrasias. El esquema extrapolado para climas cálidos – húmedos como el de Cuba correspondía a edificios estrechos para facilitar la ventilación cruzada, pero según (Gonzales.2004) era desfavorable la ganancia térmica en los espacios interiores a través de los cierres exteriores expuestos, lo cual se acrecienta teniendo en cuenta que los nuevos materiales y tecnologías, como las paredes ligeras de hormigón armado, son altamente transmisoras del calor (Ver fig. 1.3 a).

Durante los primeros años de la Revolución Cubana en la arquitectura se originaron respuestas acertadas en el tratamiento de la envolvente. Entre ellas podemos citar: la transparencia espacial interior-exterior, mediatizada por tramas texturadas de luz y sombra fijas, como es el caso de las celosías, o regulables móviles como las persianas múltiples, o directas mediante vidrios claros o coloreados; la protección solar mediante grandes aleros, portales, terrazas, galerías y balcones, y la presencia de la vegetación, que diluye el límite entre el espacio interior y exterior (Ver Fig. 1.3 b).

El nuevo repertorio temático originado posteriormente produjo interesantes soluciones (hospitales, edificios multifamiliares, escuelas, etc) desde el punto de vista microclimático, casi siempre en zonas abiertas, donde las condiciones de trabajo eran mucho más favorables, una muestra de ello es la ciudad universitaria (CUJAE) ubicada en la ciudad de La Habana, según (Segre.1990) la obra más significativa comenzada en esta etapa, donde los elementos de cierre basado en un sistema constructivo prefabricado (lift-slab) estaban formados por carpintería de aluminio o paneles de Siporex, rigidizados por medios de piezas de hormigón, en donde el predominio de las galerías y la adecuada orientación de los bloques típicos aprovechaban de manera excepcional el emplazamiento en un terreno libre. (Ver Fig. 1.3 c)

Actualmente se sustituyen los modelos y materiales tradicionales (naturales y locales) en la vivienda rural por cubiertas delgadas y horizontales de hormigón armado, como solución más duradera y de mayor calidad, sin tener en cuenta su deficiente comportamiento térmico y dificultad para la evacuación pluvial (Ver Fig. 1.3 d)

En la zona urbana los edificios carecen de identidad, existe una repetitividad excesiva en los materiales utilizados para el cierre de las edificaciones en algunos casos se tiende a confundir las mejores actuaciones originadas en la época colonial al reinterpretar superficialmente esta arquitectura, como lo auténticamente cubano, mediante la reproducción de arcadas y el uso de la teja criolla; en otros hacen una utilización desmedida de los sistemas de climatización en locales totalmente cerrados, insertados dentro de la trama urbana demostrando la ausencia de un adecuado diseño bioclimático, que se manifiesta en la falta de protección solar de los cierres exteriores y exceso de vanos vidriados expuestos al sol. (Ver Fig. 1.3 e)



Figura 1.3 Uso de diferentes soluciones de la envolvente a través del tiempo

1.2 Confort o bienestar

El confort no es más que el estado físico y mental en el cual se expresa la satisfacción, (bienestar) con el medio ambiente circundante, esta característica se refiere a un estado de percepción ambiental momentáneo (casi instantáneo) y está determinado por factores exógenos o externos y los factores endógenos o internos del individuo.

Encontramos entonces que, constituye un elemento necesario para el proyectista pues de los parámetros de confort se llegan a establecer algunas de las prioridades para las soluciones o propuestas arquitectónicas.

1.2.1 Tipos de confort

Por lo general en la sensación de confort de un ambiente influyen simultáneamente los estímulos recogidos por todos los sentidos, además de otros factores a veces muy difícilmente reconocibles Solo aquellos factores naturales o artificiales que determinan un estado de satisfacción o bienestar físico o psicológico de manera general definirán lo podríamos llamar **confort ambiental**. Entiéndase que sólo se obtendrá a través de la integración de todos los factores con fines prácticos dividiéndose en varios tipos y se clasifica según el canal que involucre (Serra.1995).

1.2.1.1 Confort visual

Es la sensación visual agradable que siente el hombre en un ambiente determinado donde existe confort lumínico (De la Peña. 2006).

1.2.1.2 Confort lumínico

Es la sensación agradable que siente el hombre cuando puede observar el objetivo deseado sin fatiga visual. El concepto de confort lumínico es más ergonómico y está referido



fundamentalmente al puesto de trabajo o a la actividad que se realiza, en el mismo intervienen aspectos físicos totalmente medibles, mientras que, el concepto de confort visual se refiere al ambiente que se crea en el espacio e integra los factores que intervienen en el confort lumínico con los elementos subjetivos tales como cultura, moda, gusto, etc... (De la Peña. 2006).

Es necesario considerar el deslumbramiento como "parámetro de confort", pues este es el efecto molesto para la visión debido a un excesivo contraste de luminancias en el campo visual, se debe a que existe una pequeña superficie de mucha claridad (luminancia) en un campo visual con un valor medio bastante más bajo, normalmente a causa de la presencia de una luminaria o de una ventana, por lo que debe evitarse durante el proceso de diseño (Serra.1995).

Respuesta de la envolvente al confort lumínico.

Aprovechar al máximo la luz natural es requisito indispensable para el proyectista, no sólo por su beneficiosa influencia tanto física como psíquica, sino también por el ahorro energético que representa. Profundizando en las soluciones que se dan a las envolventes (disposición y dimensiones de ventanas y lucernarios, solución de protección, colores utilizados y tipos de ventanas) se obtiene calidad y nivel de iluminación, recomendable para el espacio arquitectónico. Garantizando lo anterior se está en condiciones de proyectar el alumbrado artificial, con el objetivo de suplir una iluminación natural deficiente y garantizar por tanto un menor consumo de energía no renovable (Dearriba. T).

1.2.1.3 Confort térmico.

Es donde intervienen los complejos fenómenos energéticos de intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente. Este confort está determinado por los "parámetros térmicos" del ambiente es decir: temperatura del aire, temperatura de radiación, humedad relativa y velocidad del aire y a su vez considera otros factores de dependencia de carácter:

- Social: tipo de actividad, vestido, etc.
- Fisiotemporal: aclimatación en períodos cortos o largos
- Fisiológicos: anatomía y fisiología del usuario
- Psicológicos: tipo de carácter, educación, sinestesias

Respuesta de la envolvente

La envolvente de la edificación es considerada nuestra tercera piel o capa de aislamiento; separa el medio ambiente exterior del interior. El intercambio de calor entre el interior y el exterior,



mediante la envolvente ocurre de la misma forma que entre el cuerpo y el medio ambiente interior, a través de los mecanismos de conducción, radiación, evaporación, convección. Un correcto diseño de la edificación, el aprovechamiento óptimo de los elementos arquitectónicos, la selección adecuada de los materiales que componen la envolvente hacen que nuestros mecanismos naturales de regulación del calor corporal se adapten al espacio requerido y con ello se logra un ambiente interior saludable y confortable para el desarrollo de nuestras actividades. Con el mínimo empleo de equipos de acondicionamiento ambiental y por tanto el mínimo consumo de energía no renovable (Dearriba.T).

1.2.1.4 Confort acústico.

Es cuando se logra que el carácter y la magnitud de los ruidos de fondo sean compatibles con el uso satisfactorio del espacio, además de existir una adecuada audibilidad de la palabra o la música en función de la actividad que se esté desarrollando (Stein y otros). Comúnmente este confort se asocia a la existencia de un ruido molesto si consideramos este último, como todo sonido no deseado.

Cuando este sonido no deseado se convierte en un fenómeno de persistencia en un punto determinado del interior del local debido a reflexiones sucesivas en los cerramientos del mismo, sucede lo que se conoce como **reverberación** (Serra.1995). Evitar este fenómeno constituye un parámetro de confort acústico.

Los ruidos tienen una clasificación teniendo en cuenta como característica medible los niveles de ruido alcanzado, se hallan agrupado en:

Destructores: cuando tienen más de 95-100 dB y afectan físicamente el sentido del oído de manera permanente,

Excitantes: cuando tienen entre 50-90 dB y 95-100 dB, muy molestos pero sin llegar a causar lesiones permanentes,

Irritantes: para niveles inferiores, donde se produce molestia por el hecho de ser sonidos indeseados.

Respuesta de la envolvente.

Los fenómenos acústicos pueden resolverse con muy poco o ningún gasto adicional si se tiene en cuenta durante el proceso de diseño, la selección satisfactoria de la envolvente, para ello es esencial conocer los problemas acústicos (eco, reverberación, equipotencialidad sonora, ecos múltiples) que puedan incidir en la correcta audibilidad y luego considerar las vías para resolver y prever el bienestar sonoro ya sea por la elección del terreno, emplazamiento de la edificación, disposición de los espacios internos, así como la selección de materiales y técnicas de construcción. En este sentido el tratamiento de la envolvente constituye una parte integrante del problema arquitectónico y urbano desde la fase de proyecto hasta los detalles finales. (Dearriba.T)

1.3 La envolvente arquitectónica.

1.3.1 Estructura conceptual

La envolvente del edificio, constituye una extensión del ser humano por lo que esta debe ser diseñada como agente dinámico que interactúe favorablemente entre el exterior e interior y viceversa, debe actuar como embudo selectivo de los factores biotérmicos, acústico, lumínico etc. Esta debe ser capaz de modificar la acción de los elementos naturales admitiéndolos, rechazándolos y/o transformándolos cuando así se requiera (Fuentes.2004).

Elementos que conforman la envolvente

La envolvente estará determinada a controlar cuanto de afuera se tiene adentro considerando los requerimientos ambientales y las condicionantes del sitio. De ahí que los elementos que la integran jueguen un papel fundamental en este sentido: paredes, cubiertas y vanos, así como los elementos de protección, son los encargados de crear espacios confortables y funcionar como agentes reductores de energía (ver Fig. 1.4)

En el documento Acondicionamiento Ambiental conceptos básicos (Dearriba.T) señala, que la envolvente del edificio no es meramente una serie de superficies exteriores; esta, es un espacio de transición donde interactúan las condicionantes exteriores e interiores. Algunas de estas interacciones incluyen las formas de las cuales el sol y la luz del día son admitidas y reorientadas al exterior, el encauzamiento de las brisas, el sonido y la desviación de la lluvia. (Ver Fig. 1.5)



Figura 1.4 Componentes de la envolvente (paredes, cubierta, vanos y elementos de protección)

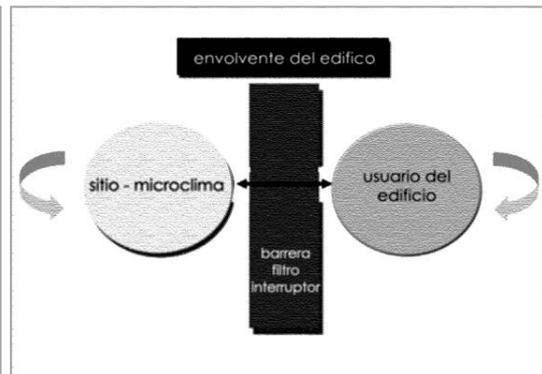


Fig. 1.5 La envolvente se convierte en (conector, barrera, filtro, e interruptor) entre las condiciones del sitio – microclima y el usuario del edificio)

1.3.2 La envolvente como conector, barrera, filtro, e interruptor.

Llamados por sus nombres familiares los componentes básicos que conforman el cierre de la edificación (ventanas, puertas, paredes, cubiertas) pueden incluir iluminación cenital y lateral, pantallas, postigos, cortinas, persianas, en algunos casos difusores y/o reflectores, es decir un conjunto de componentes que la determinan, más exactamente como la envolvente realiza el trabajo de transición entre el exterior y el interior. Cualquier elemento de la envolvente podrá definirse entonces por la función que desempeña en este intercambio como: filtro, conector, barrera e interruptor (Stein y otros).

Conector, cuando la envolvente aparece como un medio para establecer una relación directa, por ejemplo: el portal o el corredor.

Filtro, cuando la envolvente aparece como un medio de comunicación indirecta (controlado), por ejemplo: una pared opaca sirve como filtro para calentar o enfriar un espacio.

Interruptor, cuando es un conector de regulación, ejemplo: las puertas y ventanas, porque estas le permiten al usuario abrir o cerrar según su voluntad.

Barrera, cuando la envolvente aparece como elemento de separación. Ejemplo: una pared opaca como barrera al paso de la luz.

1.3.3 Flujos energéticos a través la envolvente

A través de la envolvente se produce un considerable número de flujos energéticos naturales que son capaces de modificar estructuralmente el espacio arquitectónico, de ahí que se le preste

atención a las formas de canalizar los movimientos naturales de esta energía con el fin de aprovechar ó rechazar al máximo las condicionantes provenientes del medio exterior, esencialmente los parámetros térmicos, lumínicos y acústicos

1.3.3.1 Principales mecanismos de transferencia de térmica.

Estos se agrupan en tres fenómenos distintos: conducción, convección, radiación.

Conducción

Es cuando en una materia sólida se calientan las primeras partículas y por consiguiente se calientan las moléculas adyacentes.

Convección

Es cuando existen transferencias de calor entre líquidos y gases por lo que es más rápido que la conducción.

Radiación

Es la transferencia de calor que se produce a través de ondas electromagnéticas y no requiere materia alguna para su transporte.

(Ver Fig. 1.6)

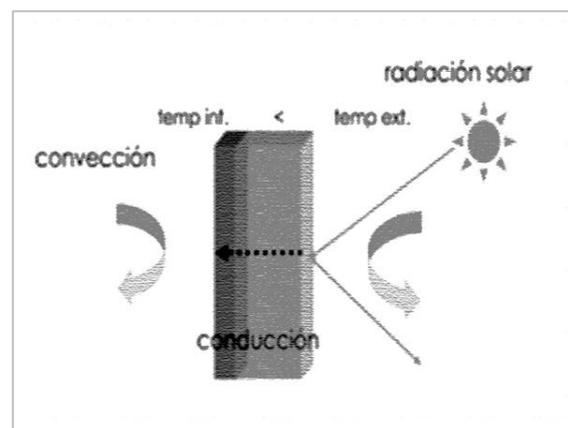


Figura 1.6 Esquema demuestra la transferencia de calor a través de la envolvente del edificio e integra los tres fenómenos mencionados anteriormente

1.3.3.2 Flujos de aire sucedidos en la envolvente.

En climas cálidos húmedos, los elementos de cierre deben permitir un satisfactorio flujo de aire como principio básico para lograr el confort térmico. Entre los principales requisitos de diseño para la envolvente tenemos las grandes aberturas y su implantación típica en formas alargadas y estrechas, independientes y alejadas entre sí, para no crear barreras al viento de unos edificios sobre otros. Así como renovar el caudal aire para que el balance térmico del edificio dependa de la relación de total de aire ganado o perdido por la estructura y la masa de aire de los locales y calor liberado aportado mediante la renovación de la masa del aire interior (Serra.1995). Este comportamiento repercutirá en un favorable **flujo de aire** a través de la envolvente (ver Fig. 1.7)

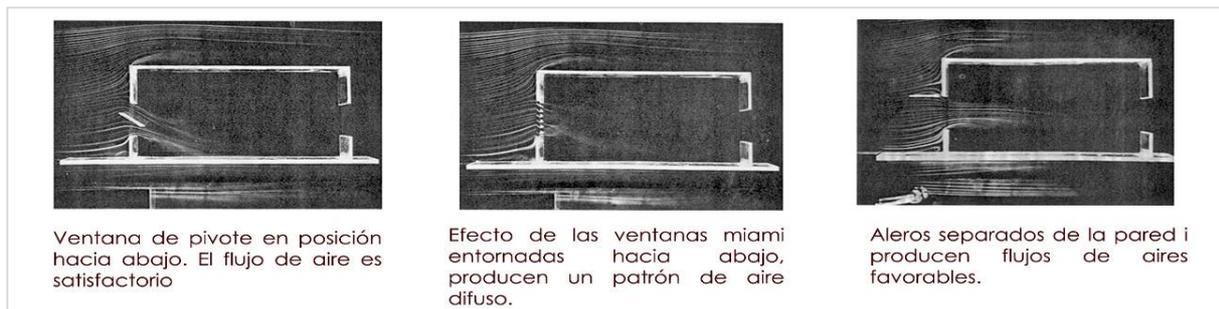


Figura 1.7 Variaciones del flujo de aire ante diferentes situaciones del vano.

Por otra parte, podemos encontrar que los elementos de cierre pueden estar expuestos a la incidencia de **la radiación solar** con altas temperaturas del aire exterior, y dependerá de las propiedades térmicas de los materiales que conforman el elemento de cierre brindar una respuesta adecuada en las superficies interiores que envuelven el edificio, modificando así los valores de reflexión y refracción térmica que representan el cambio en la dirección de la propagación de la energía que ocurre entre el exterior y el interior. (Ver Fig. 1.8)

1.3.3.3 Interrelación radiación solar –luz en elementos transparente de la envolvente

Este fenómeno es muy usual en las superficies de cubiertas, y las fachadas oeste y este, por lo que (Alemany.1986) recomienda al diseñador tener limitadas las ganancias por absorción de la radiación solar, en las superficies opacas, pero considerarlas en el tratamiento del **flujo luminoso** en las superficies transparentes, dado por las características de permeabilidad de la luz del material utilizado en las fenestraciones para iluminar de forma natural y crear ambientes lumínicos confortables, con un mínimo de recursos no renovables o consumo de naturaleza a través de la envolvente.

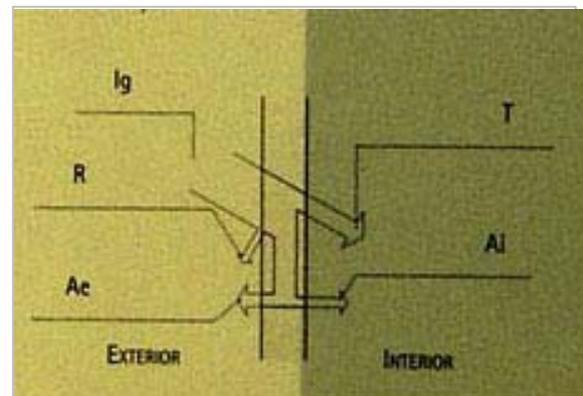


Figura 1.8 Interrelación radiación solar –luz en elementos transparente de la envolvente

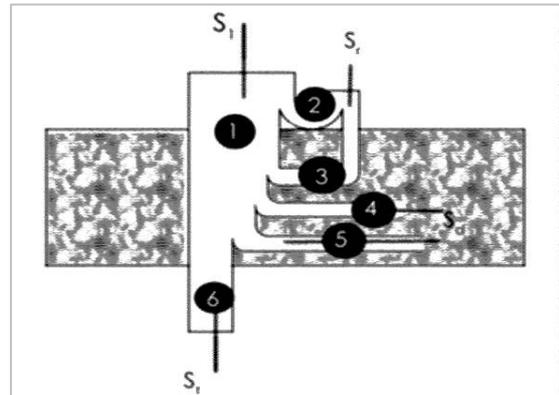
1.3.3.4 Energía sonora en la envolvente

De igual manera sucede con la energía sonora, cuando un panel o paramento se interpone al avance del sonido, la energía de este queda repartida en partes variables entre el sonido que atraviesa la envolvente, el sonido reflejado y el sonido disipado y el transmitido. (Ver Fig. 1.9) donde se muestra como se realiza esta distribución. De ahí que influya en la composición del

panel o paramento de cierre, el grado de aislamiento que tenga el material para un correcto comportamiento ante la energía sonora.

Figura 1.9 Comportamiento de la envolvente ante los fenómenos de absorción, reflexión y transmisión.

1. Sonido incidente S_i .
2. Sonido reflejado S_r .
3. 4. 5. Sonido disipado pérdida de calor mas pérdida por transmisión S_d .



1.4 Análisis del comportamiento de la envolvente en algunos edificios

Para valorar la situación actual de los materiales utilizados en la conformación de la envolvente del edificio, se analizaron algunos inmuebles recientemente construidos o remodelados en la ciudad de Santiago de Cuba. Estos servirían como muestra de partida para ilustrar el restringido surtido de materiales con que cuenta el territorio y las respuestas desacertadas originadas por los diseñadores a la hora de utilizar los materiales en el cierre, hecho este que repercute en la problemática planteada.

Caso1

Inmueble: Maqueta de la ciudad.

Ubicación: Situada en Corona entre San Basilio y Santa Lucia.

Función : Sala de exposicion de la maqueta de la ciudad de Santiago de Cuba.

Comportamiento de los materiales utilizados en la envolvente del edificio: La cubierta está formada por tejas de zinc, con un falso techo de plástico separados a 1m de la misma, estableciendo una camara de aire que intenta aislar el calor de la fuente emisora al local interior. Denota el poco cuidado que se tuvo durante la selección del material en la solución de cubierta, puesto que si observamos las propiedades de conductividad y transmitancia térmica que posee el zinc observaremos que sus características no se corresponden con la función asignada, maxime si pensaba considerar la climatización del local como complemento al acondicionamiento natural. (Ver Fig 1.10).

Por otro parte, presenta vanos vidriados orientadas hacia el sur, sin ningún tipo de protección a la radiación solar, ocasionando un estado de discomfort a los usuarios que visitan la sala de exposición y la sobrecarga a los equipos de climatización.



Fig. 1.10 Interiores de la sala de posición. Nótese el falso techo de grosfillex (material plástico - PVC) y la galería superior de ventanas vidriadas al Sur con el considerable aporte térmico.

Caso 2

Inmueble: Florería Yarima

Ubicación: Situada en calle Aguilera esquina Calvario

Función : Venta de flores naturales.

Comportamiento de los materiales utilizados en la envolvente del edificio: Presenta grandes superficies acristaladas en su fachada lateral con orientación sur, posibilitando la insolación del muro con el consiguiente aumento térmico en el local climatizado. En el vestíbulo las terminaciones de los elementos de cierre en su mayoría son superficies reflectantes que combinadas con la espaciosidad del local provoca el fenómeno de la reverberación acústica. La cubierta es de zinc con un cercano falso techo de plástico e influye en la mala climatización del local, ya que existe poca separación entre los mismos y la cámara de aire cuya función es aislar el calor recibido y almacenado por la cubierta, no llega a funcionar (Ver. Fig. 1.11)



Fig. 1.11 Vistas exteriores e interiores de la florería Yarima. Nótese el acristalamiento en la mayoría de las fachadas



Caso 3

Inmueble: Lobby del Aeropuerto internacional Antonio Maceo

Ubicación: Al Sur de la provincia, en la zona comprendida entre Carretera del morro y el mar

Función : Transporte aéreo de pasajeros

Comportamiento de los materiales utilizados en la envolvente del edificio: Está constituido por losas de hormigón prefabricadas de 200 mm en la cubierta, sustentadas por vigas de acero. Presenta como impermeabilizante manta asfáltica y falso techo “Javor” (material conformado por láminas metálicas, separadas a 1 cm) para aislar la fuente emisora del usuario en el interior del local. Posee un lucernario de policarbonato traslúcido que dejan pasar la radiación de onda corta junto con la radiación difusa de la bóveda celeste, elevando así la temperatura en el interior del lobby. Los vanos feron resueltos con carpintería de aluminio combinada con elementos de madera y paños de cristal en las cuatro fachadas. Sin protección en la fachada Sur y con una falsa fachada en el Oeste del material “Javor.” Siendo el lucernario el elemento que mayor carga térmica aporta al lobby de pasajeros afectando el confort y consumo.

Conclusiones parciales

Considerando la información y análisis aportados por las fuentes estudiadas se evidencia que los principios de la arquitectura bioclimática constituyen un buen modelo a seguir para la obtención de correctas soluciones respecto al tema de la envolvente pues es más integrada al medio circundante y da una mejor respuesta al diseño de nuestros edificios de forma natural.

Por otra parte el análisis de la evolución histórico ha evidenciado algunas tendencias negativas en el tema del tratamiento de los cierres en nuestra arquitectura, que en sus inicios fue mucho más correspondida a las características y aprovechamiento del medio circundante y actualmente no se tiene un adecuado estudio del acondicionamiento natural de los espacios, dado por la corrección ortopédica de los sistemas sofisticados de climatización.

En la medida que la envolvente, sea capaz de rechazar, admitir o reorientar los principales flujos que se suceden alrededor en función de las características y propiedades de los materiales utilizados, estos repercutirán en un mejor ambiente interior de nuestros edificios.

En este contexto quedó demostrado que se puede lograr la eficiencia energética mejorando las soluciones de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios mediante la utilización de formas de análisis o herramientas, que permitan hacer una correcta selección de los materiales que conforman la envolvente.

Capítulo 2



CAPITULO 2. ARGUMENTOS DEL CATÁLOGO, ESTRUCTURA Y MODO DE UTILIZACIÓN

En este capítulo se presenta el análisis de los resultados aportados por las encuestas y entrevistas realizadas a los especialistas en el tema relacionado con la envolvente arquitectónica y su proceso de diseño. Se tiene en cuenta el estudio de otras bases de datos existentes para definir la estructura del catálogo de materiales partiendo de una valoración previa de las propiedades que se incluyen en el mismo y por otra parte se precisó la plataforma sobre la cual estará montada la información para un mejor uso y aprovechamiento por parte del profesional durante la selección del material para el acondicionamiento ambiental de los edificios.

Parte 1. Fundamentación y estructuración del catálogo de materiales sobre las características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica.

2.1 Fundamentación de la necesidad del catálogo o base de datos en el proceso de diseño arquitectónico.

Para fundamentar la necesidad del catálogo se tomaron como argumentos los criterios aportados en las entrevistas realizadas a proyectistas, inversionistas, comerciales, y especialistas en el tema del acondicionamiento ambiental de los edificios, se constató una serie de consideraciones que establecen la objetividad del catálogo de materiales para la información de las características y propiedades físico-ambientales de los elementos de cierre. Entre los principales aspectos se encuentran:

- No se conoce por los proyectistas documento alguno que relacione los materiales y sus características físico - ambientales para su utilización en las primeras etapas del proyecto.
- La información sobre características y propiedades físico-ambientales de la envolvente aparece de forma dispersa y demanda preocupación en la búsqueda por parte del diseñador u otro profesional que esté trabajando en la selección de materiales.
- El proceso de selección de materiales o elementos constructivos por parte de los proyectistas frecuentemente es omitido, ya que aparecen prefijadas las condiciones de trabajo así como los materiales que se van a utilizar, casi siempre responden a criterios económicos y al conocimiento empírico que tienen los proyectistas.



- Quienes gestionan los materiales a emplear en una obra determinada son los inversionistas, y por lo general los surtidos son restringidos, por lo que uno de los principales los proyectistas necesita que se realicen una diversificación del surtido y sus características.
- Los términos y conceptos relacionados con la propiedades y características de los materiales no se visualizan de manera práctica, por ejemplo se cree más fácil proteger una fachada orientada hacia el Sur con un elemento de protección solar que valorar la transmitancia, conductividad, o retraso térmico de los materiales que componen esa fachada.
- En la NC-220 referente al tratamiento de la envolvente de los edificios, las recomendaciones de diseño insisten en la dimensión, proporción, y protección de vanos, y por otra parte la información referente a las características y propiedades de los materiales que conforman la envolvente son insuficientes.
- Las empresas que producen, comercializan y distribuyen materiales en obra no poseen una base actualizada de los productos con que cuentan. Por lo general se refieren a las características de presentación, dimensiones, utilización, del producto pero no a la información que repercute desde el punto vista ambiental de los materiales. Las propiedades físico-ambientales no se brindan, aunque se pueden estimar, partiendo de una comparación previa con materiales similares de los que sí brindan esas características y propiedades.

2.2 Análisis de las características y alcance de otros catálogos, atlas o base de datos existentes sobre materiales y elementos constructivos.

Este epígrafe aborda un análisis general de documentos que de alguna manera recopilan la información referente a los materiales de la construcción de acuerdo a los fines de cada entidad, empresa o institución según corresponda y que sirvieron de base para esta propuesta, considerando sus ventajas, modo de aplicación, limitaciones y estructuración de la base informacional. De ellos se buscó los que de una forma u otra relacionan los materiales y elementos constructivos que componen la envolvente arquitectónica y la información necesaria para el análisis de la variable del acondicionamiento ambiental y como aplicar criterios bioclimáticos dentro de su estructura.



Es necesario destacar de antemano, que de la documentación analizada, sólo el Atlas de los materiales de la Universidad Central de Las Villas, ofrece una información referente a las características y propiedades físico-ambientales de los materiales, válida para el análisis de la variable del acondicionamiento ambiental, los otros catálogos fueron tratados por la forma de presentar los productos, presentación, recomendaciones de uso etc., que constituyen elementos que de alguna forma pueden estar comprendidos en el “Catálogo de Materiales. Características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica” de esta investigación.

2.2 1 Aportes de catálogos y fuentes de información nacional e internacional

Catálogo de la construcción del MICONS

Este catálogo fue elaborado por: Arq. Sergio Ferro y producido por el ministerio de industria y materiales la construcción en octubre de 1978. Incluye los principales materiales y productos que se emplean en el sector de las construcciones civiles en Cuba. El mismo presenta un carácter abierto, que recomienda el autor enriquecerse con el paso del tiempo a medida que aparecen en el mercado cubano los nuevos productos relacionados con la esfera constructiva. Las especificaciones técnicas responden a propiedades generales del material (dimensiones, peso, variedades de color, resistencia al desgaste, etc...) y no se detallan las propiedades que se utilizan para dar respuesta a las condiciones ambientales de locales en los edificios. Es efectivo aclarar que incluye las propiedades higiénico-sanitarias de los materiales, que pocas veces es tratada en estos documentos que agrupan información relativa a los materiales e incluye recomendaciones de uso del material y a su vez ilustra el aspecto físico del material según las combinaciones posibles del mismo.

Relación de materiales que aparecen incluidos en el catálogo de la construcción Sergio Ferro. Se definen 13 categorías y aparecen clasificados en:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. Materiales conglomerantes | 7. productos de plásticos |
| 2. Áridos | 8. Tubos y conexiones |
| 3. Hormigón y productos conglomerados | 9. Puertas y ventanas |
| 4. Productos de asbesto cemento | 10. Muebles |
| 5. Productos de cerámica roja | 11. Impermeabilizantes |
| 6. Productos de cerámica blanca. | 12. Mármol y otras piedras ornamentales |
| | 13. Otros materiales y productos |

En esta investigación se utilizaron los acápites de materiales y productos conglomerados, productos de cerámica roja, productos de asbesto cemento y el acápite de puertas y ventanas puesto que son elementos que conforman la envolvente. Por lo general en la selección de los materiales y componentes constructivos realizada se tiene un cuidadoso detalle de los aspectos técnicos – constructivos de los productos de los que disponía el país en esta etapa. La información aunque está fechada en 1978 no ha sido sufrido cambio sustanciales dado que las empresas productoras de materiales del territorio, lo que han experimentado es la incorporación los nuevos materiales que están en el mercado, manteniendo una línea base de productos.

Atlas de los materiales de la Universidad Central de las Villas “Martha Abreu”, año 2003

Constituye un trabajo de diploma desarrollado en la provincia de Villa Clara, tutorado por el Dr. Arq. Arnoldo Álvarez y se refiere a la producción de materiales en la provincia de Villa Clara, basado esencialmente en la producción de materiales de la provincia por empresas y organismos que se han dado la tarea de producir componentes constructivos y soluciones que satisfagan la demanda de los sectores constructivos, ya sea a gran escala o que responda sólo a las necesidades internas. Valora el hecho de como pueden servir estos materiales para una respuesta bioclimática en esta provincia del centro del país, analizando especialmente el fenómeno de la isla de calor para la ciudad, ofrece elementos importantes del clima urbano, sus características, metodologías, análisis y efectos microclimáticos, así como la interrelación con los indicadores urbanísticos de diseño y la implicación en la salud humana. Se ejemplifican los resultados en la ciudad de Santa Clara en la etapa 1988-1994 y está estructurado en tres líneas fundamentales:

1. Un grupo de temas teórico conceptual referente al clima urbano
2. Las características físico-ambientales de algunos materiales con las posibles soluciones de cubierta, así como datos de producciones locales en el territorio.
3. Anexos que contiene los mapas, gráficos, y esquemas desarrollados para el atlas interactivo.

Para esta investigación se aprovechan las propiedades y características referentes el tema de los requerimientos térmicos de los materiales específicamente de las variadas soluciones de cubierta, estudia la composición de la cubierta en número bastante amplio de combinaciones, aunque sólo se tomarán los casos de utilización más frecuentes o comunes en nuestro territorio.



Lo anterior no omite la posibilidad de brindar soluciones que le puedan interesar al profesional y se encuentren en la base informacional mencionada.

Fichas técnicas de la Empresa de Materiales de la Construcción 14 Santiago de Cuba

Es un documento que ofrece información de un elemento específico referente a los materiales producidos por la empresa, y trata de manera general los aspectos más comunes relacionados con el elemento constructivo (dimensiones, criterios de uso, recomendaciones de diseño, surtido, etc.)

Aporta una referencia descriptiva del material y analiza principalmente las ventajas técnico-constructivo de los materiales.

Dossier de construcciones de la Revista Española TECTÓNICA

Este material aporta una visión panorámica de los productos más novedosos e interesantes que empresas especializadas españolas han ido presentando en las distintas ferias profesionales y pretenden con ello ofrecer un servicio de información y selección de productos en el amplio sector de la construcción

Está estructurado en 9 secciones planteadas de la siguiente manera:

- | | |
|-------------------|-------------------------------------|
| 1. Estructuras | 6. Aislamiento e impermeabilización |
| 2. Fachadas | 7. Instalaciones |
| 3. Particiones | 8. Control energético |
| 4. Cubiertas | 9. Urbanización e informática. |
| 5. Revestimientos | |

Para la investigación sólo se utilizaron algunos criterios y aportes de los acápites de fachada, cubiertas y revestimientos. Se constató que el dossier constituye una guía práctica que le permite al profesional orientarse en el amplio mundo de las construcciones, a través de la forma de presentar su información estableciendo las relaciones en forma matricial de los productos y sus propiedades.

2.2.2 Otros materiales consultados

Durante el desarrollo de este epígrafe se consultaron otros materiales que ofrecen información de los materiales referente a las características y propiedades físico-ambientales que aparecen en formas de anexo, tablas, o notas puntuales que no están destinados precisamente a la relación de los materiales para el conocimiento de sus características. De los mismos se extrajo información que será utilizada para la conformación del catálogo. Entre los materiales consultados se encuentran: Economía y calidad de la vivienda (Gonzales. 1997), Diseño y condiciones ambientales (Pupo.1982), Acondicionamiento natural y arquitectura (Pupo.1972), Climatología, iluminación y acústica. Aplicación en la arquitectura (Alemany.1986) y Requisitos de diseño para la eficiencia energética. Parte 1: envolvente del edificio (NC-220.2002). Por lo general ofrecen información para la selección adecuada del material en las primeras etapas de diseño, según el análisis de la variable de acondicionamiento ambiental.

2.3 Marco general para la estructuración del catálogo

El análisis del proceso de diseño hasta llegar al tratamiento de la envolvente y la utilización del catálogo se presenta en un esquema (ver Fig.2.1) donde los temas están ordenados desde los aspectos más generales a los más particulares siguiendo en cierta forma lo que será el orden lógico en la toma de decisiones por el proyectista, para un correcto desarrollo de la variable del acondicionamiento ambiental específicamente el diseño de la envolvente arquitectónica, y la utilización del catálogo de materiales. Este autor no pretende prefijar este orden como el único orden posible, por lo que se permite al profesional de la disciplina la posibilidad de modificar su orden para adecuarse a sus condiciones de trabajo. Aunque es necesario aclarar que en este estudio se consideró el desglose, de acuerdo a un esquema o respuesta típica, por los cuales se rigen la mayoría de los diseñadores.

En esencia este argumento responde a las entrevistas realizadas a una selección de diseñadores en el territorio, así como a los especialistas de la materia en el tema relacionado con el acondicionamiento ambiental y eficiencia energética de los edificios, puesto que estos serían la muestra de partida para llegar a este diagrama de diseño.

Se parte del acondicionamiento ambiental de los edificios, donde aparecen las condicionantes exteriores y los requerimientos ambientales que son los encargados de originar las soluciones de



diseño, el primero responde a las características del sitio y el microclima y el segundo a las condiciones necesarias para un adecuado confort térmico, lumínico, y acústico.

De las soluciones de diseño se tomaron los tres niveles que constituyen elementos básicos en la conformación ó definición de la propuesta: la **forma general del edificio**, donde se tratan los aspectos volumétricos más significativos del proyecto, la **envolvente del edificio** que es la que mayormente afecta los flujos de energía que entran y salen del edificio, y por último se considera el **interior del edificio** donde se eligen las características del acabado y la estabilidad energética.

Del diseño de la envolvente se analizan los componentes o elementos básicos que la conforman (vanos y cierres) y se estudian las propuestas generales que mayor peso tienen durante el diseño. El conocimiento del comportamiento físico-ambiental de estas soluciones constructivas repercutirá en mejores respuestas al tratamiento de la envolvente.

Se especifica que este análisis propuesto es la respuesta de una parte del diseño (la envolvente arquitectónica) que no se desliga del todo, esta es una respuesta parcial que conduce al resultado del diseño final, tras sucesivos procesos de análisis y síntesis que están en constante reelaboración e interrelacionados con otras variables del proceso de diseño (aspectos funcionales, técnicos-constructivos, formales) y a su vez responden a la magnitud del diseño y del grado certero que quiera lograr el proyectista. (Lapidus.1986)

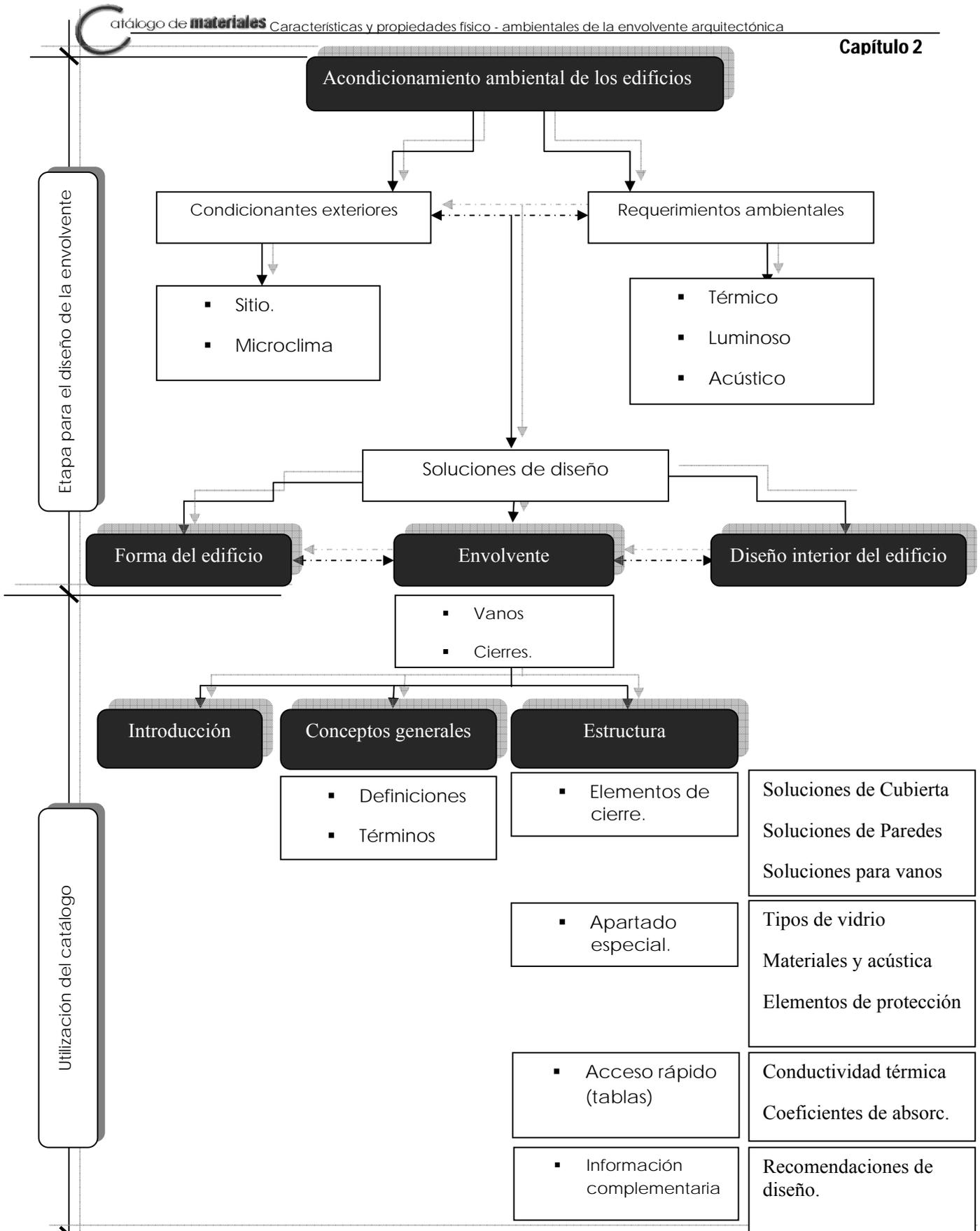


Fig. 2.1 Esquema que demuestra cómo se llega a realizar el diseño de la envolvente arquitectónica así como la etapa de utilización y estructura del catálogo.

2.4 Criterios para la estructuración del catálogo. Análisis de las propiedades y características propuestas.

Partiendo de los criterios expuestos en las bases de datos existente y de la actividad práctica de los profesionales que utilizan las características y propiedades físico-ambientales de los materiales, se relacionan una serie de valores físicos necesarios para el diseñador, que responden a propiedades térmicas, lumínicas y acústicas de los materiales.

Propiedades térmicas.

Dentro de los aspectos térmicos se enfatizan las propiedades de:

- Transmitancia térmica o Coeficiente global de transferencia de calor
- Conductividad
- Resistencia térmica
- Capacidad calorífica.
- Retraso térmico

Se tomaron estos valores porque en la bibliografía especializada existe coincidencia a la hora de ofrecer estos datos y por otra parte los especialistas en el tema, le confieren un mayor peso a estas propiedades porque influyen de forma práctica en la ganancia o pérdida de calor de los materiales. Esto no quiere decir que se obviarán los casos en que aparezcan referidos otros datos relativos a las propiedades del material.

Transmitancia térmica o Coeficiente global de transferencia de calor (U): Significa la Proporción de flujo de calor que pasa a través de un elemento de área unitaria cuando la diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior es unitaria. Unidad de medida: $W/m^2 \text{ } ^\circ C$. (NC-220.2002)

Conductividad térmica: Es la capacidad para conducir o transmitir el calor por conducción de un punto a otro del material. (Alemany.1986)



Capacidad calorífica: Es la cantidad de calor que se necesita para elevar en 1°C la temperatura de 1 m² del elemento, $C=c.p.d$, si el elemento está compuesto por varias capas, la capacidad calorífica será: $C=cn.pn.dn$ (NC-51-23.1983)

Resistencia térmica: Es la resistencia que opone el material al flujo de calor. $R=R_{ex}+R_i+R_a+R_{in}$; donde: R_{ex} y R_{in} son las resistencias térmicas superficiales; R_i es la resistencia térmica del componente i del elemento constructivo compuesto, el valor de R_i se obtiene: $R_i=d_i/\lambda_i$; y

R_a es la resistencia térmica de la cámara de aire. (Alemany.1986)

Retraso térmico: Es el tiempo que puede transcurrir entre el momento en que se producen las máximas temperaturas en la superficie exterior y el momento en que se producirán las máximas temperaturas en la superficie interior (Alemany.1986)

Propiedades lumínicas.

En el estudio relacionado con las condiciones lumínicas requeridas de los edificios, a través de la iluminación natural de los mismos, se analizaron las pantallas o elementos transparentes que son los que se encargan de reflejar, absorber y transmitir en el interior de los locales la luz proveniente de la bóveda celeste, particularmente los materiales que componen estas pantallas.

Transparentes: Cuando dejan pasar toda la luz que incide sobre ellos, sin deformarlas.

Traslúcidos. Cuando dejan pasar la luz de forma difusa, de manera que no se perciben las formas nítidamente (Aguado.1986). Bajo estas condiciones se tomaron las propiedades de:

- Coeficiente de reducción global de la luz

Coeficiente de reducción global: Esta determinado por el tipo de cierre que se diseña para la ventana o cualquier área permeable a la luz, el cual afecta directamente al factor día, la uniformidad y el deslumbramiento. Es el producto de los coeficientes de reducción por refracción del material, el coeficiente de reducción de la estructura de la ventana y el coeficiente de reducción producto de la suciedad ambiental.

Estos fenómenos más que propiedades se presentan como indicadores de reducción pues no tienen medida alguna y lo que se evalúa es la capacidad del material de admitir o rechazar las

radiaciones luminosas, teniendo en cuenta las combinaciones de las propiedades termofísicas de los materiales analizados.

Propiedades acústicas

Al diseñar un edificio se tendrán en cuenta los aspectos acústicos, tanto en el aspecto de confort interior como en las repercusiones exteriores que generen sus actividades e instalaciones. Y tanto en el proyecto como en la ejecución. Este aspecto debe ser enfocado bajo dos puntos de vista: el acondicionamiento de aquellos locales cuya función es la audición y el aislamiento acústico o defensa de los ruidos.

El primero debe ser resuelto con un estudio en particular, caso por caso y con detenimiento en la solución de proyecto (Pupo.1972). En este estudio lo que se propone es más bien una guía de orientación para encarar los problemas de aislamiento y absorción de los ruidos, asumiendo los valores físico-ambientales de los materiales utilizados con este fin. De ahí que se utilicen en su diseño la propiedad de:

- Pérdida de transmisión ó Aislamiento Acústico

Pérdida de transmisión: Es la relación expresada en decibeles de la energía acústica irradiada por la barrera en relación a la energía acústica incidente. Este valor expresa la calidad del aislamiento sonoro y se obtiene en pruebas de laboratorios controladas. (En Europa la pérdida de transmisión es expresada como de Índice de Reducción Sonora o aislamiento acústico, esta última definición es la utilizada por la Norma Cubana).

En relación a la pérdida de transmisión, los valores promedios no resultan lo suficientemente veraces para su uso práctico en el proyecto e este sentido el (Sound Transmission Class) o clase de transmisión sonora ofrece un valor más práctico y simple que esta relacionado con el material y tipo de local a utilizar.

Estos valores se consideraran eficientes cuando se cumplan las condiciones de: cierre hermético del espacio, eliminación de las vibraciones afirmado bien la pantalla (es decir cuando se aumenta el peso del cierre), y cuando se detalla la forma y posición de los cierres. Sin embargo en las aberturas la transmisión de los ruidos es proporcional al espesor del elemento transparente (simple o doble), a la hermeticidad de las fisuras, así como la posición, dimensión y tipo de abertura.

Se especifica que dentro de la estructura del catálogo aparece un acápite destinado solo a los materiales y acústica ya que contienen propiedades muy específicas y por lo general dificultan su acondicionamiento, cuando se integran a los otros requerimientos ambientales. Por ejemplo una ventana Miami cuando permite el flujo de la ventilación y la iluminación, desmejora las exigencias acústicas.

2.5 Estructura del catálogo

Previo a la selección del material sépase, que el análisis propuesto considera los vanos y los cierres. Los primeros se refieren a las ventanas y puertas, aunque es necesario aclarar que las puertas son el resultado de las relaciones entre espacios para permitir el paso físico (por lo que no constituyen objeto de esta investigación), mientras que las ventanas permiten la relación con el exterior y determinan las condiciones ambientales del interior del local (González. 1997); los segundos están asociados a las pantallas opacas y se concentra en su influencia en el ambiente térmico interior, así como los casos en que pueda aparecer como aislante acústico.

La estructura está contenida en cuatro categorías fundamentales (Ver Fig. 2.2)

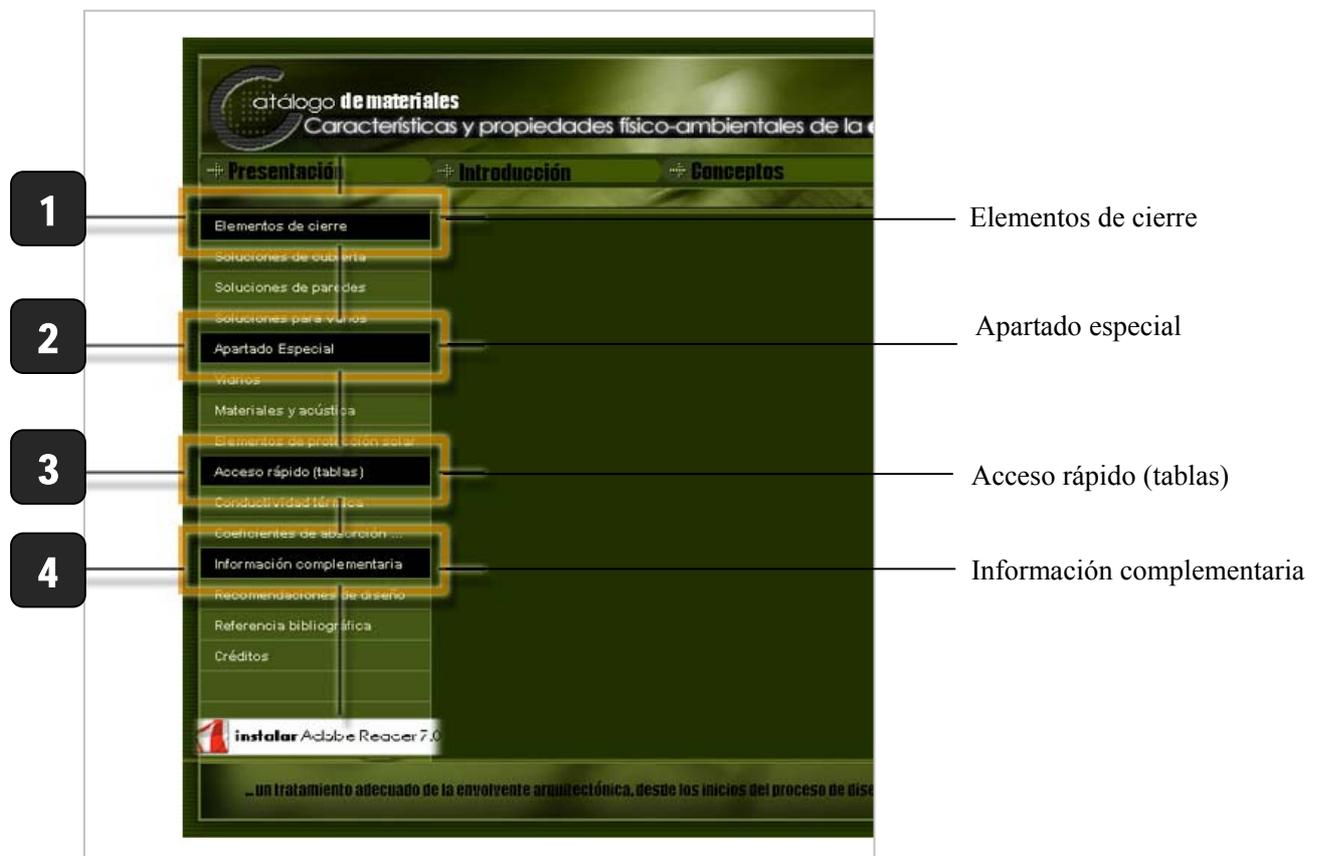


Fig. 2.2 Página principal del catálogo y relación de las categorías fundamentales

1. Elementos que componen el cierre de la edificación

Se tratan las soluciones más frecuentes utilizadas en el territorio relacionada con la envolvente arquitectónica para ello se estructuró en tres secciones diferentes que agrupan los materiales y componentes constructivos en soluciones de cubierta, soluciones de paredes, y soluciones para los vanos. Se le atribuye según correspondan las características y propiedades térmicas lumínicas y acústicas de cada material.

▪ Soluciones de cubierta

Esta reúne las principales cubiertas encontradas y producidas en el territorio, agrupadas en cinco apartados (compuestos de hormigón, compuestos de mortero, bóvedas, tejas, y vigueta y bovedilla) que integran las soluciones de cubiertas pesadas y las ligeras y generalmente incluyen la composición del sistema que conforma la cubierta. En todos los casos los valores son tomados de otros autores puesto que no se realizaron mediciones a los materiales y en algunas soluciones de cubierta que no aparecen referidas las propiedades se establecieron comparaciones analógicas de materiales y por estimación se ofrecen sus propiedades. Se señala que el procedimiento previamente mencionado es válido para el resto de las soluciones.

▪ Soluciones de paredes

Agrupar los productos y elementos constructivos encontrados para las soluciones de muros y paredes en el área, recoge desde los elementos simples que deben combinarse entre sí para la formación del cerramiento hasta paneles prefabricados con una mayor complejidad técnica resueltos en una sola pieza. De estos se constató que existe un conocimiento previo por parte del profesional, por la frecuencia con que son utilizados materiales como el bloque de hormigón en los cierres de nuestros edificios. Precisamente una de las premisas de esta sección es destacar el surtido que no muy extenso pero variado, existe respecto a las soluciones de paredes, sobre todo en productos de cerámica roja que tienen valores positivos en el comportamiento de las condiciones térmicas del interior del edificio.

▪ Soluciones para los vanos

Esta sección como anteriormente se mencionó se refiere a las ventanas como respuesta común a las perforaciones que se suceden en el edificio, se realiza una clasificación, según el tipo de

ventanas, puesto que constituye la forma sistemática de abordar el tema y ayuda a una mejor organización de la sección. Se consideró que básicamente existen solamente dos formas de ventanas (ventanas regulables, móviles, practicables y ventanas fijas) en la que están contenidos los diferentes tipos mostrados en el catálogo (Ver Fig. 2.3).



Fig. 2.3 Página Soluciones para vanos

Por otro lado las pantallas transparentes, que cierran las aberturas, no transmiten totalmente la luz que reciben, siendo una cantidad reflejada y una cierta cantidad absorbida. Estas pantallas transparentes o traslúcidas pueden ser de vidrio o de material plástico y tienen un índice de transmisión de la luz muy variable en relación al color del vidrio, al tipo de textura superficial, al espesor, etc. (Pupo.1972). Considerando estos aspectos las pantallas transparentes quedarán definidas en tres naturalezas fundamentales:

- Vidrios
- Acrílicos
- Policarbonatos.

Pueden existir otras, pero estas se consideran las de uso más frecuente y entre estos se define el vidrio, como elemento de referencia dentro de las pantallas transparentes, las fuentes estudiadas así lo consideran.

2. Apartado especial

Se consideró durante la estructuración del catálogo una sección destinada los componentes y materiales especiales que por su diversidad y variedad arquitectónica no podían organizarse debido a su representatividad, ya que en ocasiones se encontraban involucrados en varios de los acápite anteriormente mencionados y por su complejidad podían estudiarse en detalle, entre ellos se encuentran los:

- **Vidrios**

Reúne los vidrios más habituales en la construcción con referencia a sus propiedades térmicas, acústicas, y lumínicas y se considera al vidrio como un material con su propia identidad y no como un mero componente de sistemas de carpintería y fachada. Estos aparecen clasificados en su forma general como: vidrios incoloro, de color, de color filtrante (verde, bronce,gris), de control solar cara exterior reflectante, de control solar cara interior reflectante, de baja emisividad, dibujado y de doble acristalamiento) pues de esta forma aparecen referidos en las principales fuentes relacionadas con el tema.

Otras formas de clasificar los vidrios es de acuerdo a las características que presentan para una función determinada entre estos se encuentran: los vidrios para el aislamiento térmico, vidrios para el aislamiento acústico, vidrios para el control solar y lumínico, vidrios de seguridad, vidrios resistentes al fuego, y los vidrios decorativos. De ellos se ofrecen los coeficientes de reducción global o coeficiente de sombra del vidrio, la composición laminar que presenta así como los colores y texturas en que pueden aparecer.

- **Materiales y acústica:**

En este apartado se consideraron las soluciones y materiales más frecuentes en el territorio y como repercuten un adecuado control del ruido por lo que los convierte inicialmente en buenos aislantes acústicos para posteriormente acondicionar acústicamente los locales. Esta condición determina la diferencia que existe entre el acondicionamiento y el aislamiento acústico, el acondicionamiento trata de un espacio, su forma, su superficie y del coeficiente de absorción de los materiales para que este sea se difunda como se ha proyectado y el aislamiento acústico

impide que el ruido que se genera en un local se transmita a otro local, es por ello que se prioriza el aislamiento acústico pues afecta directamente la envolvente del edificio.

- **Elementos de protección solar**

Esta sección está dedicada a aquellos dispositivos particularmente o integralmente diseñados para la protección de la envolvente, capaces de hacer penetrar la luz natural o controlar la radiación a través de un componente de paso, se encuentra clasificado en cinco grupos: superficies separadoras, pantallas flexibles, pantallas rígidas, filtros solares y obstructores solares. Es una sección dedicada a recomendaciones de diseño para el proyectista, partiendo de soluciones dadas anteriormente.

3. Acceso rápido (tablas)

En esta categoría se consideran las tablas de conductividad térmica y absorción y emisión de los materiales opacos para tener una referencia rápida de los materiales que se están utilizando en relación a los valores de ganancia térmica por radiación solar de los materiales y las superficies de acabado. De ellos la tabla de:

- **Conductividad térmica:**

Relaciona diversos materiales utilizados en la esfera constructiva aportando la densidad y la capacidad que tiene el material de conducir el calor de un punto a otro

- **Absorción y emisión de materiales opacos**

Se refiere a los materiales o superficies de acabado que tienen incidencia en la ganancia térmica de los locales.

4. Información complementaria

Está relacionado con las recomendaciones de diseño para el proyectista de forma tal que pueda tener algunos criterios especializados que le permitan mejorar sus soluciones desde el punto de vista ambiental, con el consiguiente aumento de espacios confortables y reducción del consumo energético.



2.6 Forma de utilización por el diseñador y soporte de la base de datos según tendencias actuales de la informática.

El catálogo está distribuido en una base de información procesada digitalmente y diseñada para resolver el problema de manejo de información, relativo a las propiedades físico-ambientales de los materiales, para la mejor adecuación y conformación de la envolvente arquitectónica.

Los profesionales y estudiantes que trabajan en el diseño de los edificios disponen de una base informacional en las etapas iniciales del proceso de diseño que está enmarcada dentro de un sistema general que considera otras variables del diseño, tratando individualmente los aspectos climáticos con un funcionamiento independiente. Además de ser una recomendación generalizada de diseño para la selección de materiales, aporta información que opera cualitativa, cuantitativa, y gráficamente, y se establece un soporte conceptual para la producción arquitectónica con principios bioclimáticos.

Para lograr la interactividad con el usuario a través del procesamiento de la información de manera digital, se muestra en forma de Multimedia, atendiendo a las exigencias actuales de la informática por los cuales se rige el profesional moderno. Si consideramos que cada vez se tiende a la mayor utilización de los sistemas computacionales en la arquitectura (Autocad, Sketchup, Corell, etc..) entonces la implementación del catálogo de materiales sobre las características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica resulta una herramienta útil para el diseñador. Para la realización de la misma se consideraron los siguientes aspectos:

- El perfil del usuario a quien está dirigido el catálogo de materiales: este podrá ser utilizado por cualquier profesional o estudiante que esté trabajando en el ejercicio de diseño de los edificios y posea un nivel de conocimientos mínimos sobre computación.
- El soporte tecnológico: Tiene una capacidad relativamente pequeña (50 MB) por lo que funciona como CDROM portable capaz de almacenar y manejar datos e información: gráfica, textual y cuantitativa; así como establecer relaciones entre la información sin necesidad de seguir una secuencia unidireccional o estructurada.

Realizado en Machtware Mediator se opera desde una página de inicio o página central que se encarga de presentar la información con una interfaz de usuario dinámica que está tratada por tópicos que van de lo general a lo particular. De esta manera quedará listada la relación de las categorías fundamentales por la que está compuesto el catálogo y se mantendrá un vínculo directo a la página de inicio. Los temas seleccionados están relacionados en una bandeja de

búsqueda muy amplia por lo que esta disminuye considerablemente el procesamiento de la información por parte de los diseñadores (Ver Fig 2.4).



Fig. 2.4 Pagina principal del catálogo.

Proyecciones futuras.

Se especifica que el catálogo permite la inclusión progresiva de datos, en la medida que vayan apareciendo nuevos materiales en el territorio de los cuales se puedan ofrecer sus características y propiedades físico-ambientales. Para ello la base de datos permanecerá abierta y podrá ser actualizada por este autor.

2.7 Finalidad de los cierres en nuestro territorio.

Como parte del estudio de la envolvente, en esta investigación a parte de establecer una base informacional respecto a las características y propiedades físico-ambientales de los materiales, necesaria para el proyectista durante el proceso de diseño. Se llegaron a localizar recomendaciones o estrategias a seguir por las cuales se deben regir los diseñadores respecto al



tema de tratamiento de la envolvente en climas cálidos - húmedos como el nuestro, los cierres deberán cumplir los siguientes aspectos:

- Deben ser permeables al paso del viento y de la iluminación natural, permitiendo una transparencia espacial interior- exterior.
- Conviene considerar las tramas texturadas de luz (celosías, bloques de vidrio, etc.) como fuente principal de aprovechamiento de la luz natural.
- Utilizar el concepto de doble piel para la conformación general de la envolvente, estas dobles fachadas o segundo cierre pueden ser móviles – regulables, pantallas verdes, elementos captore, etc.

Estas son consideraciones que no sólo garantizan la eficiencia energética y adecuación a los requerimientos de confort sino que también garantiza la sustentabilidad de nuestras edificaciones, a partir de principios bioclimáticos en el diseño arquitectónico.

Parte 2. *Catálogo de materiales sobre las características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica.* [Ir al catálogo](#)

Conclusiones parciales

Las entrevistas demostraron la necesidad de implementar una base informacional a partir de las limitaciones evidenciadas que tiene el diseñador en el conocimiento de las características y propiedades físico-ambientales de los materiales. La estructura definida en el catálogo repercute no sólo en la agilización de los procesos de obtención de información, y la toma de decisiones; sino también en la optimización de los tiempos de diseño, disminuyendo los costos de inversión y mejorando, como es necesario, la eficiencia energética de la envolvente arquitectónica así como las precisas condiciones de confort en los edificios diseñados.

Por otro lado la plataforma en que se presenta la base informacional, resulta de fácil manejo, esto le permite al diseñador interactuar entre las recomendaciones de diseño, mientras escoge la información necesaria para el proyecto. Las recomendaciones o estrategias de diseño a tener en cuenta en el tratamiento de la envolvente, se consideran punto de partida para la sustentabilidad de nuestras edificaciones.

Conclusiones



CONCLUSIONES

Con la realización de esta investigación desarrolló la etapa inicial del catálogo de materiales con la información correspondiente a las características y propiedades físico-ambientales de la envolvente arquitectónica. Se mostró en forma de multimedia atendiendo a los nuevos criterios de procesamiento digital de la información y se cumplió con el objetivo planteado inicialmente.

En este sentido se arribaron a las siguientes conclusiones:

- Los principios estudiados de la arquitectura bioclimática constituyen un buen modelo a seguir para la obtención de correctas soluciones respecto al tema de la envolvente pues es más integrada al medio circundante y da una mejor respuesta al diseño de nuestros edificios de forma natural.
- Se ha evidenciado como en la actualidad se han desatendido los requerimientos para el acondicionamiento ambiental de los edificios por parte de los diseñadores en el tema de los materiales del cierre de la edificación, específicamente en la conformación de la envolvente.
- Se demostró la necesidad de considerar los cierres del edificio como elemento capaz de controlar las condiciones ambientales en el interior de forma natural o como agente reductor de los sistemas de acondicionamiento artificial, partiendo de criterios bioclimáticos en el diseño arquitectónico
- La estructura definida en el catálogo digital repercutió no sólo en la agilización de los procesos de obtención de información, y la toma de decisiones; sino también en la optimización de los tiempos de diseño, disminuyendo los costos de inversión y mejorando, como es necesario, la eficiencia energética de la envolvente arquitectónica así como las condiciones precisas de confort en los edificios diseñados.
- La plataforma en que se presenta la base informacional, resulta de fácil manejo, esto le permite al diseñador interactuar con los criterios para el uso correcto de los materiales, mientras escoge la información necesaria para el proyecto, además de definir aspectos teórico-metodológicos, puede realizar los análisis cualitativos necesarios en etapas preliminares del diseño arquitectónico, con el objetivo de disminuir el empleo de cálculos complejos que alejan la física ambiental de los agitados procesos de diseño arquitectónico.



- Las estrategias de diseño a seguir por parte de los diseñadores que favorecen la reducción del consumo energético de la edificación y el mejoramiento de las condiciones de confort quedaron localizadas, destacando: la utilización del concepto de doble piel o doble fachada para el tratamiento de los cierres, la transparencia espacial interior necesaria para climas cálidos –húmedos como el nuestro, y una acción tan sencilla como el blanqueo de las superficies exteriores que permite reducir alrededor de un 5 % la ganancia térmica proveniente del exterior.

De la investigación realizada se desprende que, evidentemente, el conocimiento de las características y propiedades físico-ambientales de los materiales de la envolvente arquitectónica, partiendo de una herramienta interactiva que se utilice en las primeras etapas del proceso de diseño influye favorablemente en la disminución energética y aumenta el confort en los edificios.

Recomendaciones



RECOMENDACIONES

Considerando el estudio realizado, se recomienda:

- Extender los resultados de la investigación a las empresas de proyectos y entidades de diseño, que permitan al diseñador apoderarse de la herramienta propuesta con el fin de contribuir a la necesaria mejora que debe producirse durante el proceso de diseño en el acondicionamiento ambiental de los edificios.
- Incluir en los estudios de pregrado el Catálogo de materiales, para garantizar la utilización coherente de los materiales que conforman la envolvente arquitectónica desde el ejercicio integrador de diseño.
- Extender el uso de los sistemas interactivos de procesamiento de la información (multimedia) a otros aspectos del diseño, para hacer más comprensible e involucrar de manera más directa al diseñador en temas que pudieran resultar complejos para el mismo.

Para permitir la continuidad científica de la investigación, es necesario:

- Completar las propiedades físico-ambientales de los materiales propuestos, a través de del estudio de ensayos y mediciones de laboratorio que permitan una mayor veracidad y actualidad sobre la información aportada, dado por la importancia que esto reviste en el campo del Acondicionamiento Ambiental, sobre todo para los nuevos materiales de construcción que aparecen en el mercado cubano.
- Profundizar en estudios posteriores sobre el comportamiento higrotérmico de los materiales que conforman la envolvente arquitectónica, ya que esta no sólo debe ofrecer una respuesta a los fenómenos: térmicos, luminosos y acústicos, sino que también debe favorecer la estanqueidad respecto a agentes externos como el agua. Específicamente el tema de los materiales impermeabilizantes utilizados en la cubierta.
- Abordar el estudio de las otras variables de diseño (condiciones exteriores y espacio interior) en otra base informacional que agrupe las propiedades, características y repercusiones físico-ambientales de los elementos utilizados en estas, debido que esta investigación solo se encargó de analizar la envolvente como agente intermedio de las dos condiciones anteriormente mencionadas.

Bibliografía



BIBLIOGRAFÍA

Libros

- **(Aguado.1986)** Aguado Fernando, Crespo (1986): “*Materiales aplicados*”, imprenta ISPJAE, La Habana, Cuba.
- **(Alemany.1986)** Alemany Barreras, Alba (1986): “*Climatología, iluminación y acústica. Aplicación en la arquitectura*”, departamento de ediciones ISPJAE, La Habana, Cuba.
- **(Baño.2005)** Baño Nieva, Antonio (2005): “*Guía de construcción sostenible*”, instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), escuela de arquitectura de la Universidad de Alcalá de Henares, España.
- **(Fuentes.2004)** Fuentes Freixanet, Víctor (2004): “*Arquitectura bioclimática*”, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México.
- **(Gonzales.1997)** Gonzales Couret, Dania (1997): *Economía y calidad en la vivienda.* Editorial científico-técnica, Ciudad de La Habana, Cuba.
- **(Lapidus.1986)** Lapidus Mandel, Luis (1986): “*Diseño arquitectónico*”, Editorial Pueblo y educación. Año 1986.
- **(Samuel.1990)** Samuel Russell, Rolando A (1990): *Industrialización en las edificaciones para viviendas*, Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, Cuba
- **(Segre.1990)** Segre, Roberto (1990): “*Arquitectura y urbanismo de la revolución cubana*”, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba.
- **(Stein y otros)** Stein y otros autores: “*Mechanical Electrical Equipament for building, parte I y II*”.
- **(Pupo.1972)** Ernesto y Giorgio Alberto Pupo (1972): “*Acondicionamiento natural y arquitectura*”, Marcombo, S.A de Boixareu Editores, México.
- **(Pupo.1982)** Ernesto y Giorgio Alberto Pupo (1982) “*Diseño y condiciones ambientales*”, Marcombo, S.A de Boixareu Editores. Año 1982.
- **(Serra.1995)** Serra Florensa, Rafael (1995): “*Arquitectura y energía natural*”, Ediciones UPC, España.

Artículos en revistas o periódicos

- **(G. Katia)** García, Katia: “Mayor rigor en servicios a la población.”, *Periódico Granma* No 308, edición única, 26 de diciembre 2008, pág. 6, Ciudad de La Habana, Cuba.



- **(Gonzalez.2004)** González Couret, Dania (2004): “La arquitectura bioclimática en Cuba”, *Energía y tú. Conciencia energética y respeto ambiental*, No 25 (Enero-marzo), Ciudad de La Habana, Cuba.
- **(González.2003)** González Couret, Dania (2003): “Apuntes sobre la arquitectura bioclimática”, *Energía y tú. Conciencia energética y respeto ambiental*, No 22 (Abril-junio). Ciudad de La Habana, Cuba.

Trabajos de diploma o Tesis de maestría o doctorado

- **(Fernández.2003)** Fernández Armas, Anubys (2003): “Atlas interactivo para el hábitat bioclimático y el ecourbanismo”, Tesis en opción al título de arquitecto, Tutor: Dr. Arq. Arnoldo Álvarez López. Facultad de Construcciones Universidad central de las Villas, Santa Clara, Cuba.
- **(Pompa.2007)** “Mejoramiento de las condiciones ambientales del lobby del aeropuerto internacional Antonio Maceo de Santiago de Cuba”, Adriel Pompa Magon, Tesis presentada en opción al título de arquitecto, Tutor: Msc Mario Paneque. Facultad de Construcciones, Departamento de Arquitectura y Urbanismo, Santiago de Cuba.
- **(Rizo.2005)** Rizo, Lourdes (2005): “La arquitectura agroindustrial cafetalera del siglo XIX en Santiago de Cuba”, Tesis presentada en opción al título de Doctor en Ciencias, Tutor: Dr. Arq. Roberto López Machado, Universidad de Oriente, Facultad de Construcciones, Departamento de Arquitectura y Urbanismo, Santiago de Cuba.

Documentos y folletos

- **(Dearriba. T)** Dearriba, Tania: “Acondicionamiento ambiental. Conceptos básicos”, Departamento de Arquitectura, Facultad de construcciones, Santiago de Cuba
- **(De la Peña. 2006)** De la Peña González, Ana María (2006): “Iluminación natural”, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, Cuba
- **(Gonzales .D)** González Couret, Dania: “Algo más sobre el diseño bioclimático”, Facultad de Arquitectura, ISPJAE, La Habana, Cuba
- **(Paneque. 2008)** Paneque Vazquez, Mario L (2008): “Strategic ideas for building climatic design in view of the increasing climate change. Bauhaus-Universität Weimar, Alemania



- (Paneque y Rodríguez). Mario L Paneque y Rafael A Rodríguez (2006):“*Consideraciones sobre el acondicionamiento ambiental y el confort en el espacio arquitectónico*” Facultad de Construcciones, Departamento de Arquitectura, Santiago de Cuba, Cuba.
- (Ugarte. J) Ugarte, Jimena: “*Guía bioclimática construir con el clima*”. Instituto de arquitectura tropical.

Documentos revisados en Internet

- Colectivo de autores: “*Energy design resources, desing brief, Glazing* :www.energydesignresources.com
- (Czajkowski.2007) Czajkowski, Daniel (Junio 2007): *Arquitectura sustentable y vivienda de interés social. IV Jornada de Actualización Técnica para: “La Mejora Continua”*, Documento PDF :www.energias-renovable.com
- (Neila.2000) Neila, Javier (octubre de 2000): “*Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias*” Documento Word. Madrid (España) :www.habitat.aq.upm.es
- (Sánchez. B) Sánchez Montañes, Benito: “*Curso de introducción a la arquitectura sostenible*” Documento Word. : www.habitat.aq.upm.es
- Wikipedia: : www.wikipedia.com

Normas

- [NC-51-23.1983] Acondicionamiento térmico ambiental (términos, definiciones y símbolos) NC-51-23. Año 1983
- [NC-53-103.1983] Características térmicas de los materiales de construcción. NC-53-103. Año 1983
- [NC-53.2002] Bovedillas y casetones de poliestireno expandido. Especificaciones y métodos de ensayo NC-153. Año 2002
- [NC-198.2004] Edificaciones — código de buena práctica para el diseño del clima interior térmico y visual NC-198. Año 2004

- [NC-204.2002] Tejón y piezas complementarias de asbesto cemento. Especificaciones y montaje NC-204. Año 2002
- [NC-220.2002] Edificaciones. Requisitos de diseño para la eficiencia energética. Parte 1: envolvente del edificio NC-220. Año 2002
- [NC-247.2005] Bloques huecos de hormigón—especificaciones NC-247. Año 2005.
- [NC-409. 2005] Ladrillos cerámicos huecos de gran formato—designación y especificaciones NC-409. Año 2005
- NC-435.2006) Requisitos acústicos para edificios

Entrevistas

- Entrevista a Arq. Cesar Garrido y equipo de trabajo sobre el proceso de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios, EMPROY 15, Santiago de Cuba, 2009.
- Entrevista a MSc. Arq. Ferreiro y equipo de trabajo sobre el proceso de diseño para el acondicionamiento ambiental de los edificios, EMPROY 15, Santiago de Cuba, 2009.
- Entrevista a MSc. Mario Paneque sobre los requerimientos de confort y acondicionamiento ambiental general de los espacios arquitectónicos, Departamento arquitectura, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2009.
- Entrevista a Dr. Arq. Rafael A Rodríguez Abreu. sobre los requerimientos de confort y acondicionamiento ambiental general de los espacios arquitectónicos, Departamento arquitectura, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2009.
- Entrevista con especialistas de la Empresa de D'Obras sobre las propiedades y certificaciones de los materiales que sitúan en las obras constructivas, Santiago de Cuba, 2009.
- Entrevista a comercializador de la empresa ESCAMBRAY sobre conocimiento de las características y propiedades de físico-ambientales de los materiales que distribuye esta entidad, Santiago de Cuba, 2009
- Entrevista con la Ing. Charon sobre el surtido de materiales con que cuenta la provincia Santiago, EMC Santiago de Cuba, 2009.
- Entrevista a Dr. Arq. Arnoldo Álvarez sobre la arquitectura bioclimática en Cuba, Universidad Central de las Villas, Santa Clara, 2009.