

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Centro Experimental de Arquitectura Bioclimática:  
Estudios en Arquitectura Bioclimática**

**Daniela Maldonado Bueno**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de  
Arquitecto

Quito, mayo del 2006

@ Derechos de autor

Daniela Maldonado Bueno

2006

Este proyecto esta dedicado a todas aquellas personas que están interesadas en el medioambiente y en su conservación, dedicado a todos aquellos que con su talento han luchado por un mundo mejor, libre de contaminación, personas que de cierta forma han inspirado el desarrollo del proyecto. Dedicado también a las futuras generaciones, que este sea un ejemplo a través del cual la gente tome conciencia de la conservación, el manejo sustentable y adecuado de los recursos naturales, así, con ayuda de la arquitectura hacer que esto perdure en el tiempo.

Primero que nada quisiera agradecer al Arq. Jorge Ramírez (Colombia) por introducirme a este tema tan interesante de la Arquitectura Bioclimática; a mi director de tesis el Arq. Mauricio Moreno por apoyarme con esta idea, sabiendo que no iba a ser fácil el camino puso toda su confianza en mi y me brindó todos sus conocimientos, nunca dejó de animarme a seguir adelante; a mis cuatro compañeros Daniela Rovayo, Daniel Terán, Gabriela Pérez y Gabriela Borja por estar siempre a mi lado incondicionalmente a lo largo de todo el año; al Arq. Alex Narváez por compartir este interés conmigo, ayudarme con mis dudas, inquietudes y fortalecer mis conocimientos; a los Arquitectos Diego Oleas y Marcelo Banderas por su apoyo en los momentos difíciles; a los Arquitectos Javier Guarderas, Juan Carlos Ávila y Pamela Gilbert por estar conmigo en la recta final; a Marco Suárez por creer en mi, compartir mis sueños y por apoyarme en el desarrollo del proyecto; y por último a mi familia, por su paciencia, especialmente a mi Mamá por alentarme y darme fuerzas para seguir con todas las ganas a lo largo de este año.

## **Resumen.-**

Es un espacio de investigación para arquitectos e investigadores que concientice mediante espacios bioclimáticos. Siendo la edificación un apoyo para Mando como un ejemplo palpable de esta forma de arquitectura, el Centro Experimental de Arquitectura Bioclimática constituido por la organización de espacios materiales e interacciones hombre- arquitectura- naturaleza debe ser cuidadosamente planificado con la intención que ocurran relaciones entre arquitectos e investigadores de arquitectura bioclimática: su investigación y desarrollo mediante la experimentación con los materiales y situaciones climáticas del entorno y que mejor forma que enseñar con el ejemplo, así el edificio se vuelve la parte mas fundamental del aprendizaje y desarrollo de sus usuarios.

Los arquitectos somos los responsables de que el proyecto nazca, viva y perdure bajo bases sólidas que garanticen poco impacto en el ambiente y llevar esto de la mano con nuestra práctica profesional mucho mas responsable y ética, que este comprometida con el ambiente.

Es por esto que el proyecto deberá ser un ejemplo cultural y ecológico donde los usuarios puedan experimentar y ser parte de la integración entre la bioclimática y la gente. Para esto se debe tener en cuenta dos aspectos que están ligados al proyecto y su experimentación:

Primero ¿Cómo la bioclimática va a ayudar a la arquitectura?, y segundo ¿Cómo la arquitectura va a ayudar al ambiente?

## **Abstract.-**

This building is a space designated for the research projects of architects and investigators that can make them become conscious through bioclimatic spaces. Being a support for Mindo, this building is a living example of this new way of architecture. Bioclimatic Architecture Experimental Center is constituted by the organization of spaces, materials and interactions such as men- architecture- nature, and has to be carefully planned with the intention of helping the development of relationships between architects and investigators of bioclimatic architecture: their research and development through testing the materials and climatic situations of the environment. The best way to learn is with the example that's why the building becomes an essential part of teaching and learning of its users,

As architects we are responsible for our projects, and we have to assure that they will be born, live and preserve within solid concepts that can guarantee a very small impact on the environment, and take this among our professional experience that has to be more ethical and responsible with it.

That's why this project has to be a cultural and ecological example where all the people can experiment and be an essential part of the integration of bioclimatic architecture and men. For this purpose we have to have in mind two aspects that are related with the project and its research:

First, how can bioclimatic help the architecture?, and second, how can architecture help the environment?

# **TABLA DE CONTENIDO**

## **1. INTRODUCCIÓN**

1.1 ANTECEDENTES

1.2 JUSTIFICACIÓN

1.3 OBJETIVOS GENERALES

1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

## **2. TEMA: ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

2.1 DETERIORO Y CONTAMINACIÓN

2.1.1 ARQUITECTURA, CONSUMO Y ECOLOGÍA

2.1.2 IMPACTO DE LA ARQUITECTURA

2.2 RESEÑA HISTÓRICA (ANEXO 1)

2.3 CONCEPTOS BIOCLIMÁTICOS

2.3.1 CALENTAMIENTO GLOBAL

2.3.2 LA ENERGÍA RENOVABLE

2.3.2.1 ENERGÍA SOLAR

2.3.2.2 ENERGÍA EÓLICA

2.3.2.3 OTRAS FUENTES DE ENERGÍA

2.3.3 EL AGUA COMO FUENTE DE ENERGÍA

2.3.3.1 RECICLAJE DE AGUAS PLUVIALES Y GRISES

2.3.4 CONFORT

2.3.5 MATERIALES SALUDABLES

2.4 BASES FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

2.4.1 FACTORES MODIFICADORES DEL CLIMA

2.4.1.1 FACTORES SECUNDARIOS MODIFICADORES DEL  
CLIMA

2.4.2 FACTORES MODIFICADORES DEL CONFORT

2.4.3 ELEMENTOS CLIMÁTICOS Y CONFORT

2.5 ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO (ANEXO 2)

FORMA Y ORIENTACIÓN

CONDICIONES CLIMÁTICAS CONFORTABLES

BENEFICIO ACÚSTICO

BENEFICIO LUMÍNICO

EMPLEO DE MATERIALES SALUDABLES

RECICLAJE DE DESECHOS

### **3. CASO: CENTRO EXPERIMENTAL DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

3.1 PRECEDENTES

3.2 PROGRAMA

3.2.1 CONFIGURACIÓN GENERAL

3.2.2 PROGRAMA ESPECÍFICO

3.2.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS

3.2.4. CUADRO DE ÁREAS

3.3 PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DEL TERRENO

3.3.1 INFLUENCIA DE LA TOPOGRAFÍA

3.3.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN SITIOS  
IDÓNEOS

3.3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO

3.3.3.1 ACCESIBILIDAD



3.3.3.2 TOPOGRAFÍA

3.3.3.3 MATERIALES DE LA ZONA

3.3.4 ANÁLISIS DE TERRENO

3.3.4.1 MINDO

3.3.4.2 TERRENOS IDÓNEOS

3.3.4.3 CONCLUSIONES

#### **4. PROPUESTA ARQUITECTONICA**

4.1 PARTIDO CONCEPTUAL

4.2 PROPUESTA FUNCIONAL

4.2.1 CONCEPTOS BIOCLIMATICOS

4.2.2 HIPOTESIS

4.2.3 PARTIDO ARQUITECTONICO

4.2.3.1 CONCEPTOS COMPOSITIVOS

4.3 OBJETO ARQUITECTÓNICO

4.4 PROPUESTA FORMAL

4.4.1 PLANOS ARQUITECTONICOS

4.4.2 FOTOS DE LA MAQUETA

#### **5. ANEXOS**

ANEXO 1: RESEÑA HISTÓRICA

ANEXO 2: ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

ANEXO 3: MAPA MUNDIAL DE LAS TEMPERATURAS

ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CLIMA EN EL  
ECUADOR (INAMHI)

ANEXO 5: MAPA DE LAS ZONIFICACIONES DE LAS REGIONES POR CLIMA EN EL ECUADOR.

ANEXO 6: MAPA CLIMÁTICO DEL ECUADOR

ANEXO 7: FOTOS DEL PROYECTO

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

## LISTA DE FIGURAS:

• FOTO 1 DEFORESTACION	Pág. 7
• FOTO 2 CONTAMINACION DE LA ARQUITECTURA	Pág. 8
• GRAFICO 1 CALENTAMIENTO GLOBAL	Pág. 9
• FOTO 3 CONTAMINACION	Pág. 10
• FOTO 4 PANELES FOTOVOLTAICOS:	Pág. 12
• FOTO 5 GRANJAS EOLICAS	Pág. 12
• FOTO 6 ENERGIA GEOTERMICA	Pág. 13
• FOTO 7 BIOMASA	Pág. 14
• FOTO 8 AGUA COMO ENERGIA	Pág. 16
• FOTO 9 TRATAMIENTO DE AGUAS	Pág. 17
• FOTO 10 CONFORT CLIMATICO	Pág. 18
• FOTO 11 CONSTRUCCION CON CANA GUADUA	Pág. 19
• FOTO 12 BLOQUES DE TIERRA	Pág. 20
• FOTO 13 CONSTRUCCION CON PIEDRA	Pág. 20
• FOTO 14 CONSTRUCCION CON MADERA	Pág. 21
• FOTO 15 AISLANTES ORGANICOS	Pág. 21
• GRAFICO 2 HOMBRE- ARQ- NATURALEZA	Pág. 29
• FOTO 16 CASAS VERDES EN GREENFIELD	Pág. 31
• FOTO 17 REFUGIO DE EMERGENCIA	Pág. 32
• FOTO 18 CAMPAMENTO DE EXPERIMENTACION	Pág. 33
• FOTO 19 URBANIZACION SOLAR	Pág. 34
• FOTO 20 ACADEMIA DE CIENCIAS EN CALIFORNIA	Pág. 36
• GRAFICO 3 PROGRAMA ESQUEMATICO	Pág. 37
• GRAFICO 4 CARACTERISTICAS DE LOS ESPACIOS	Pág. 44
• GRAFICO 5 ANALISIS DE LAS SITUACIONES CLIMATICAS (SKETCH)	Pág. 51
• GRAFICO 6 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD CON RESPECTO AL PAIS	Pág. 54
• GRAFICO 7 MAPA VIAL DE MINDO	Pág. 55
• GRAFICO 8 VISTA 3D DEL PLANO TOPOGRAFICO DE LA ZONA DE MINDO	Pág. 55
• FOTO 21 ARQUITECTURA EXISTENTE EN MINDO	Pág. 56
• FOTO 22 ARQUITECTURA Y MATERIALES DE LA ZONA	Pág. 57
• FOTO 23 NATURALEZA DE MINDO	Pág. 57
• FOTO 24 LETRERO PARA BAJAR A MINDO	Pág. 57
• GRAFICO 9 MAPA DE ACCESIBILIDAD A MINDO	Pág. 58
• FOTO 25 RIO MINDO	Pág. 58
• GRAFICO 10 ACCESIBILIDAD QUITO- MINDO	Pág. 59
• GRAFICO 11 MUESTRA DE SITIOS IDONEOS EN EL MAPA TOPOGRAFICO DE MINDO	Pág. 60
• GRAFICO 12 TERRENO RIO NAMBILLO 1	Pág. 61
• GRAFICO 13 TERRENO RIO NAMBILLO 2	Pág. 63
• GRAFICO 14 PROPUESTA FUNCIONAL	Pág. 65
• GRAFICO 15 FORMA Y ORIENTACION	Pág. 65
• GRAFICO 16 CONDICIONES CLIMATICAS	Pág. 66
• GRAFICO 17 BENEFICIO ACUSTICO	Pág. 66
• GRAFICO 18 BENEFICIO LUMINICO	Pág. 66
• GRAFICO 19 MATERIALES SALUDABLES	Pág. 67
• GRAFICO 20 RECICLAJE DE DESECHOS	Pág. 67
• GRAFICO 21 DIAGRAMAS PARA LA CREACION DEL OBJETO ARQUITECTONICO	Pág. 70
• GRAFICO 22 FOTOS DE LA MAQUETA ESC 1:150	Pág. 87
• GRAFICO 23 MAPA MUNDIAL DE LAS TEMPERATURAS	Pág. 99
• GRAFICO 24 LEYENDA DEL MAPA MUNDIAL DE LAS TEMPERATURAS	Pág. 100
• GRAFICO 25 CLIMA DEL ECUADOR	Pág. 109
• GRAFICO 26 MAPA CLIMATICO DEL ECUADOR	Pág. 110

# **CENTRO EXPERIMENTAL DE ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

## **1. INTRODUCCIÓN.**

“El arquitecto se convierte en abogado de la naturaleza, y todo lo que hace lo lleva a cabo con el mayor respeto hacia ella. Lo hace sin imitarla y sin permitirse pensar que es un diseñador imitando....Debe plantar el árbol como un hombre, como un individuo conciente y capaz de escoger.

....la construcción de una habitación, es algo parecido a un milagro. Simplemente algo que permite al hombre disfrutar de un rayo de sol.”

Louis Kahn

### **1.1. ANTECEDENTES.-**

Es altamente preocupante que alrededor de 2500 millones de personas no puedan acceder a servicios modernos de energía, mientras los países desarrollados son los mayores consumidores de energía, incluso malgastando 10 veces más que en los países en desarrollo<sup>1</sup>. Es preocupante también que el 16% de la energía mundial corresponda a energía nuclear y que la arquitectura y nuestros asentamientos consuman el 70% de la energía mundial, destinándose el 50% de ésta a la climatización de los edificios<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Cifras sacadas del documento de la Cumbre de Johannesburgo de las Naciones Unidas, 2002.

<sup>2</sup> Cifras sacadas de la UNESCO y de la Agencia Internacional de la Energía.

Estas son cifras reales que nos hacen ver que, a pesar de esta preocupante situación y del paso del tiempo, nosotros como habitantes del planeta, muy poco hacemos por conservarlo y más bien lo ponemos en riesgo. Esto no puede continuar por lo que urge tomar decisiones inmediatas, para que las generaciones venideras continúen en la ruta trazada, con un alto grado de conciencia ecológica, porque todos debemos contribuir con acciones que aseguren el desarrollo de la humanidad, garanticen la salud del planeta y el bienestar de las presentes y futuras generaciones.

Los datos arriba descritos, han sido ampliamente discutidos por muchas organizaciones, preocupadas por este problema mundial, a fin de buscar soluciones óptimas en diferentes ramas de la ciencia y en otras áreas. De allí que resulta cada vez más frecuente que las soluciones de diferentes campos se agrupen en procura de una solución global.

La practica de la arquitectura, no es una excepción, ya que ésta es la responsable de crear edificios sanos, una de cuyas características básicas es que no afecten al medio ambiente. Por eso, la UIA Unión Internacional de Arquitectos y la IAA Instituto Americano de Arquitectos define la arquitectura bioclimática de la siguiente manera: *“El diseño sostenible integra consideraciones de eficiencia en el uso de recursos y de la energía, ha de producir edificios sanos, ha de utilizar materiales ecológicos y debe considerar la sensibilidad estética que inspire, afirme y emocione...”*.<sup>3</sup>

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Para entender mejor las razones del presente estudio vale recordar que como arquitectos debemos ser capaces de, mediante la concepción y creación de espacios, modificar

---

<sup>3</sup> Tomado declaración de Independencia para un Futuro Sustentable de la UIA, IAA.

comportamientos y sensaciones para prevenir la conciencia colectiva sobre nuestro rol en el mundo y el manejo de los recursos que éste nos brinda. Se trata entonces de lograr una visión mas analítica y conciente de cual debe ser nuestro aporte para el futuro, no solo para nuestro país sino para el resto del mundo, ya que nuestra responsabilidad es integral. Somos los responsables directos de la arquitectura de las ciudades y de los entornos urbanos que, en la actualidad, están generando problemas cada vez mayores en la vida diaria.

Todo lo que está ocurriendo en el planeta debe hacernos reflexionar sobre la situación actual de nuestro entorno y la posición que deberíamos asumir frente a ella. Los recursos no renovables disminuyen a pasos agigantados, la tecnología avanza sin piedad, arrollando todo lo que encuentra en su camino, creando un gran impacto medioambiental sin vuelta atrás. Estamos acostumbrados a copiar, y muchas veces mal, esquemas de los países desarrollados, supuestamente en busca de una identidad, sin tener en cuenta el grave impacto que muchos comportamientos y acciones, tienen en el medio ambiente y en nuestro modo de vida. Frente a esto “es necesario discriminar entre lo que nos es útil y aquello que es superficial, pasajero o contradictorio con una verdadera filosofía de lo sustentable y sostenible, tanto en términos de recursos como de cultura”. (Moreno, M, 2004).

### **1.3 OBJETIVOS GENERALES**

Bajo estas consideraciones, el objetivo del proyecto es el desarrollo de una edificación diseñada y construida con principios bioclimáticos, donde se realicen investigaciones, experimentos y capacitación bioclimática, en un ambiente tal que

la obra en si misma sea el ejemplo y constancia de esta nueva forma de arquitectura.

Además, el proyecto quiere ser un elemento cultural y ecológico, que permita a los usuarios experimentar y ser parte de este ambiente de interacción entre la bioclimática y la gente.

Para lograr este propósito es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos ligados integralmente al proyecto y su experimentación. Primero ¿Cómo la bioclimática puede ayudar a la arquitectura? y segundo ¿Cómo la arquitectura puede y debe ayudar al medio ambiente? preguntas que se pretende responder en el transcurso de la presente investigación y el desarrollo del proyecto.

### 1.3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Un objetivo secundario, pero no menos importante es llegar a la cultura de la gente, ya que la cultura, aún sin querer, nos ha ido alejando poco a poco de los propios ciclos naturales. “Al quedar libres, quedamos aislados, y al aislarnos perdemos la innata capacidad que tienen los animales de actuar de acuerdo con el ecosistema” (Toledo, J.)<sup>4</sup>. De allí nuestro interés por llegar a la gente de manera individual. Si nosotros podemos proporcionar espacios respetuosos poco a poco la mentalidad de la gente irá cambiando y así empezaremos a crear una verdadera conciencia respecto a la importancia del medio ambiente.

Por éstas y otras razones proponemos que este centro de experimentación sea un modelo replicable en cada zona del Ecuador. De esta manera, con la experimentación de los factores determinantes del diseño bioclimático y de los materiales de la zona, podremos lograr apoyo para la

---

<sup>4</sup> “Arquitectura del respeto” Jorge Toledo García, Artículo destacado ECOTA, [www.todoarquitectura.com](http://www.todoarquitectura.com)

creación de viviendas de bajo impacto medioambiental, e impulsar la creación de comunidades auto sustentables a lo largo del país. Esto proporciona una ventaja tanto económica como social. pues la gente, con la ayuda del centro, podrá construir su casa a un bajo costo y además vivir en ella gastando menos en los recursos proporcionados por la autosuficiencia de la comunidad.

## **2. TEMA: ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**

Como arquitectos debemos proponer el equilibrio entre edificios y ciudades saludables y requerimientos del hombre. Esto se logra mediante la aplicación de algunas estrategias como la **arquitectura bioclimática**, cuyo principal objetivo es proporcionar ambientes interiores y exteriores confortables en cualquier condición



climática, por medio de disposiciones arquitectónicas, minimizando el uso de recursos renovables y no renovables; es decir mejorar las condiciones de iluminación, acústica y factores climáticos, generando así confort óptico, acústico y térmico, haciendo una arquitectura emocionante con el uso eficiente de los recursos naturales y artificiales bien aprovechados. En definitiva, es un área de la arquitectura que hace de ella un intermediario entre el clima exterior y ambiente interior.

Además, contempla aspectos de la arquitectura que buscan una gran calidad ambiental no solamente en edificios sino también en espacios públicos exteriores, “donde la arquitectura de alta calidad ha de convivir de manera sinérgica con las necesidades humanas de estética, fisiología, psicología y espiritualidad. Así podemos lograr una conciencia en la gente para que aprenda a desarrollarse y hacer de ésta una forma de vida” (Ramírez, J.).

## **2.1 DETERIORO Y CONTAMINACION**

### **2.1.1 ARQUITECTURA, CONSUMO Y ECOLOGÍA**

Los últimos 30 años presentan cambios profundos en la forma de vida de las personas, lo cual



incide directamente en el aumento de los problemas del medio ambiente. La humanidad se ha visto sumergida en un proceso de consumismo absoluto y diversas circunstancias se han sumado para que las personas vivan más. Estos aspectos, sumados a muchos otros, tienen como consecuencia el gasto cada vez mayor de los recursos naturales.

A esto se añade el crecimiento considerable de la población en el último siglo y el cada vez mayor consumo de energía por persona, resultado de lo cual es la paulatina desaparición de la biodiversidad. De allí la importancia de que los arquitectos no solo demos respuestas adecuadas a las necesidades humanas, sino también a las de otras especies, para cuya atención hay que tener en cuenta objetivos básicos como:

Habitats naturales, que serán parte integral del proyecto.

Materiales de construcción con sensibilidad ecológica.

Favorecer el contacto con la naturaleza.

### 2.1.2 IMPACTO DE LA ARQUITECTURA

La vida útil de los edificios es larga y de las ciudades aun más, por tanto, en conjunto configuran un futuro incierto, cuyos recursos, contaminación y clima resultan desconocidos. Así, la vida útil de los edificios puede estar



2.- Referencia: Foto proporcionada por Arq. Alex Narváez

entre los 50 a 100 años y en el futuro podrían enfrentar condiciones climáticas totalmente diferentes a las actuales; circunstancias que no siempre se pueden prever, pero que en nada disminuyen nuestra preocupación por la gran influencia que tiene la arquitectura en el medio ambiente, más aún cuando las edificaciones son grandes consumidoras de materias primas. A continuación algunas cifras:

- 50% de los recursos se destinan a la construcción.
- 40% del agua abastecimiento de los edificios.
- 60% de tierra que deja de ser para la agricultura se utiliza en construcción.
- 70% de los productos madereros son destinados a la construcción de edificios.<sup>5</sup>

## **2.2 RESEÑA HISTÓRICA Y ORÍGENES**

La arquitectura se ha desarrollado con poca o ninguna preocupación por la preservación de la naturaleza, si bien a lo largo de su historia han prevalecido características específicas en los distintos períodos; en algunos la arquitectura se desarrolló mucho más ligada al entorno, mientras que en otras existieron importantes rupturas que provocaron fuertes lesiones en el planeta. El resultado final son los graves problemas para nuestro entorno que ya los estamos viviendo, por lo que es fundamental replantearnos la manera en que queremos habitar nuestro medio. (Ver anexo 1)

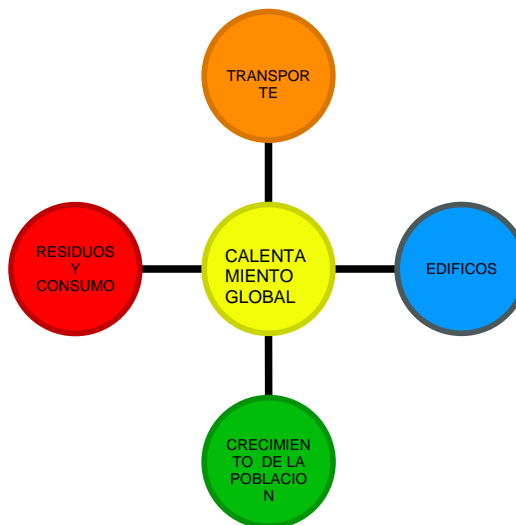
---

<sup>5</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001. pg: 11.

## 2.3 CONCEPTOS BIOCLIMÁTICOS

### 2.3.1 CALENTAMIENTO GLOBAL

El término calentamiento global sugiere un cambio climático, dado por el incremento de la intensidad de las tormentas, precipitaciones, y los vientos y, por tanto, un cambio radical en las estaciones; complejo panorama que se completa con la aparición de sequías en zonas anteriormente productivas. Se registra también un



1.- Referencia: Grafico Calentamiento Global por Daniela Maldonado

calentamiento en los mares, que está produciendo el deshielo de las zonas polares y en consecuencia, el aumento del nivel del mar. Un conjunto de situaciones anómalas que está llevando al aumento de temperaturas, expansión de los desiertos y presión sobre los bosques.<sup>6</sup>

Es un hecho que la actividad humana es la mayor responsable del calentamiento global y en este punto bien vale recordar, que los edificios son responsables de la mitad de las emisiones de gases que generan ese calentamiento. La calefacción, la iluminación y refrigeración de los edificios, mediante combustibles fósiles como el gas, carbón o el petróleo, o la electricidad son directa o indirectamente la fuente mas importante de CO<sub>2</sub>, el principal gas del efecto invernadero y sus negativas secuelas que siguen en aumento desde la

---

<sup>6</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001.

Revolución Industrial hasta nuestros días. a pesar de las mejoras de la eficiencia energética en los edificios, que sí se han dado en los últimos años.

Lo cierto es que los problemas subsisten y aumentan, a lo que contribuyen tres factores:

- Aumento de la población en un gran porcentaje
- Herencia del pasado de edificios pocos sustentables
- Niveles de consumo de energía cada vez más altos, como



3.- Referencia: Foto proporcionada por Arq. Jorge Ramírez

consecuencia del uso de aparatos eléctricos, aire acondicionado, y frecuentes viajes, todo ello para tratar de mejorar la calidad de vida.<sup>7</sup>

### 2.3.2 LA ENERGÍA RENOVABLE

Como respuesta a lo anteriormente descrito se han investigado nuevas formas de sustituir a los combustibles fósiles y crear un menor impacto medioambiental. A gran escala tenemos a las corrientes de agua y mareas, si bien aún no están suficientemente aprovechadas. El aprovechamiento de energía se ha volcado a buscar energías renovables más baratas y accesibles. “Además los consumidores están empezando a preocuparse por seguir un estilo de vida más saludable, que vincula la energía renovable con un bienestar tanto físico como psicológico”.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001.

<sup>8</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001. Pág.: 28

Con el desarrollo de las ciudades, surgen mayores necesidades de servicios públicos y formas de transporte, siendo éstas las mayores fuentes productoras de carbono, lo que va dejando cada vez menores espacios de bosque y vegetación. Es por eso que actualmente, se trata a la energía como un elemento esencial en la búsqueda de un futuro sostenible. Si es que todos tratáramos de utilizar energías renovables, podríamos reducir casi a la mitad la emanación de combustibles fósiles.

A continuación las principales fuentes de energía renovable:

#### 2.3.2.1 ENERGIA SOLAR

La energía solar es la mayor fuente de energía renovable que tenemos; da vida a la vegetación, y podría utilizarse como combustible directamente o extrayéndolo de cultivos energéticos. Este tipo de energía se utiliza como



4.- Referencia: "paneles fotovoltaicos"  
[www.cujae.edu.cu/eventos/cier/](http://www.cujae.edu.cu/eventos/cier/)

forma pasiva en los edificios para calentar, ventilar e iluminar naturalmente, y de forma activa con colectores de células fotovoltaicas, generalmente ubicados en los techos de las edificaciones, esto sirve para calentar agua o generar electricidad.

#### 2.3.2.2 ENERGIA EÓLICA

El concepto de energía eólica se refiere al aprovechamiento de los vientos para generar



energía. Muchas veces se utiliza para generar electricidad ya sea directamente en las edificaciones (se necesitan circuitos especiales), o para almacenar la energía para ser utilizada en caso de ausencia de vientos. Otro uso de la misma se refiere a la ventilación de los edificios, o para bombear agua a los mismos.

Generalmente esta forma de energía es utilizada para suministrar energía a las grandes redes de distribución, sin embargo, puede funcionar en edificaciones individuales o comunidades más pequeñas.

La energía eólica se empezó a utilizar en sitios distantes, a donde es difícil que lleguen los combustibles fósiles, tal el caso de las islas. Por tanto, resulta el complemento perfecto para la energía solar, pues mientras la una tiene más demanda en verano, ésta tiene mayor demanda en invierno, dada la presencia los vientos.<sup>9</sup>

### 2.3.2.3 OTRAS FUENTES DE ENERGÍA

**Energía geotérmica:** su uso no es muy frecuente, debido a que no es fácil acceder a ella; de allí que su utilización no es muy recomendable para edificios. Para obtener esta energía se tiene que cavar en el suelo, hasta una profundidad de 2000m y como mínimo 50m hasta llegar a la energía calorífica. Estas condiciones hacen que el mayor beneficio que se puede tener de este tipo de energía esté en el calentamiento de calderas.



6.- Referencia: "reserva geotérmica" [http://www.quipo.it/didactnet99/Energia3/geoterm/centrale\\_termoelettrica.htm](http://www.quipo.it/didactnet99/Energia3/geoterm/centrale_termoelettrica.htm)

<sup>9</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial

**Biomasa:** proveniente de los cultivos o residuos y es una forma de energía que se está utilizando con mayor frecuencia

Los combustibles vegetales producen energía a través de la fermentación o de la combustión. Tienen que producirse a través de cultivos o residuos en granjas especiales, generadoras de energía o



- ① Cultivo y recolección de madera
- ② Transporte de madera
- ③ Almacenamiento y procesado de biomasa
- ④ Almacenamiento de combustible de apoyo
- ⑤ Caldera
- ⑥ Recuperación de calor
- ⑦ Condensador y generador
- ⑧ Transformadores
- ⑨ Líneas de transporte

7.- Referencia: "biomasa" <http://archivo.greenpeace.org>

directamente en los edificios. La forma más común de realizar este proceso es a través de estufas de leña que generan combustión, o por cogeneración de electricidad, lo que permite emplear el calor residual para generar energía, produciendo electricidad, calefacción y aprovechamiento de temperatura.<sup>10</sup>

Nota: en el caso del Centro Experimentación de Arquitectura Bioclimática no nos interesa usar este proceso ya que emplea madera en combustión, lo que sería contraproducente al hablar de bajo impacto medioambiental, pero se menciona este método como concepto de una nueva manera de obtención de energía.

<sup>10</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001.



**Gas metano:** Es una sustancia no polar que se presenta en forma de [gas](#) a temperaturas y presiones ordinarias. Es incoloro y apenas soluble en [agua](#) en su fase líquida. En la naturaleza se produce como producto final de la [putrefacción anaeróbica](#) de las plantas, este proceso natural se puede aprovechar para producir [biogás](#). Puede constituir hasta el 97% del [gas natural](#). En las minas de [carbón](#) se le denomina [grisú](#) y es muy peligroso por su facilidad para inflamarse. Los orígenes principales de metano son:

- Descomposición de los residuos orgánicos
- Fuentes naturales ([pantanos](#)): 23%
- Extracción de [combustibles fósiles](#): 20% (El metano tradicionalmente se quemaba y emitía directamente. Hoy día se intenta almacenar, en lo posible para reaprovecharlo formando el llamado [gas natural](#)).
- Los procesos en la [digestión](#) y [defecación](#) de animales. 17%. (Especialmente del [ganado](#)).
- Las [bacterias](#) en plantaciones de [arroz](#): 12%
- [Combustión anaeróbica](#) de la [biomasa](#)

El 60% de las emisiones en todo el mundo vienen principalmente de actividades agrícolas y otras de actividades humanas. Cuando la materia orgánica se descompone sin necesidad de oxígeno, genera biogás. De modo natural se produce en la putrefacción de la materia orgánica y se llama gas de los [pantanos](#) o [gas natural](#). Este gas se utiliza en usos industriales, para producir energía eléctrica en las estaciones de depuración de aguas residuales ([EDAR](#)) de las ciudades y también en áreas rurales, para cocinar mediante la construcción de un

biodigestor, que no es otra cosa que un recipiente cerrado donde se incorpora la materia orgánica para ser descompuesta por bacterias metanogénicas.

En este caso, los residuos orgánicos de una familia no darían gas suficiente como para obtener combustible para preparar una comida diaria. Es necesario añadir las heces de animales de la granja para conseguir lo necesario para todos los usos. Una cuestión interesante es que el residuo sólido restante es un buen abono para las tierras.<sup>11</sup>

### 2.3.3 EL AGUA COMO FUENTE DE ENERGÍA

A pesar de que el agua es un recurso abundante, en los últimos años se ha suscitado una gran preocupación sobre la importancia del ahorro de los recursos



8.- Referencia: foto proporcionada por Arq. Jorge Ramírez.

hídricos. En muchos aspectos el agua es considerada más importante que la energía y, por tanto, la escasez de este recurso es más preocupante porque está relacionada directamente con la salud, la higiene, la producción de alimentos y otros aspectos fundamentales para la vida. A más de que en un momento dado se convertirá en el petróleo del mañana, razones más que suficientes para que su preservación sea fundamental.

Por estas y otras causas, en un entorno futuro, de respeto al medioambiente, resulta básico tener en cuenta la importancia de que las

---

<sup>11</sup> “ Gas metano” <http://en.wikipedia.org/wiki/Methane>

edificaciones estén dotadas de sistemas de recuperación de aguas residuales. tanto como de aguas pluviales.<sup>12</sup>

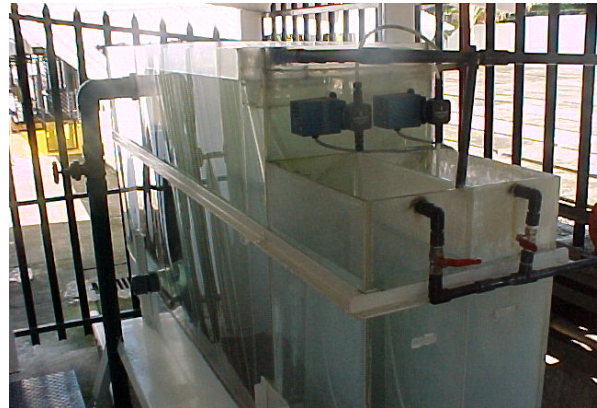
### 2.3.3.1 RECICLAJE DE AGUAS PLUVIALES Y GRISES

Para el reciclaje de aguas pluviales lo primero que se debe tomar en cuenta es su recuperación y almacenamiento.

Existen varios problemas en este ámbito, ya que las máquinas para el reciclaje son de gran dimensión y ocupan enormes

espacios, que bien podrían ser destinados

a otros usos. También hay que tomar en cuenta que los costos para la construcción de autoabastecimiento de aguas son altos y lo que se invierte en ellos no es recuperable inmediatamente, si es que no se lo aplica desde el principio del proyecto.



9.- Referencia: "Planta compacta de tratamiento y potabilización" foto proporcionada por Arq. Jorge Ramírez.

Por otro lado, el reciclaje de aguas grises, al igual que el caso anterior, no es usado para agua potable y se lo puede emplear para irrigación y jardinería. El proceso consiste en hacer fluir las aguas grises a través de filtros naturales; el agua pasa lentamente por los mismos para una descomposición bacteriológica. Por ejemplo, las raíces de las cañas pueden actuar como oxigenadores y purificar

---

<sup>12</sup> LLOYD, David, Arquitectura y Entorno, Editorial Blume, España, 2002.

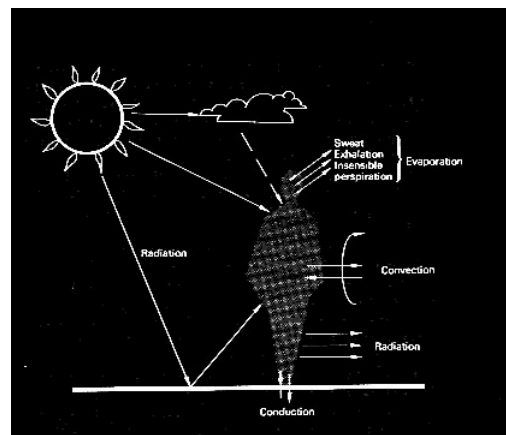
todas las bacterias.<sup>13</sup> Para la descomposición de contaminantes de aguas residuales se pueden emplear dos procesos:

**Procesos aeróbicos:** consisten en la oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias, para acelerar el proceso natural y evitar, posteriormente, la presencia de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua. El tratamiento aeróbico del agua significa la descomposición de materia orgánica, que necesita oxígeno durante su proceso de descomposición. En los sistemas aeróbicos el agua es aireada con aire comprimido (en algunos casos solamente con oxígeno).<sup>14</sup>

**Procesos anaeróbicos:** son aquellos que se basan en "el metabolismo anaerobio", el que se lleva a cabo en ausencia de oxígeno, pero que la producción de energía y su rendimiento es menor que en el metabolismo aeróbico. El tratamiento anaeróbico del agua significa descomposición de materia orgánica por medio de microorganismos que no utilizan oxígeno, por tanto funciona bajo condiciones libres de oxígeno.<sup>15</sup>

### 2.3.4 CONFORT

El confort se basa en el manejo adecuado de la luz, humedad, ventilación, e iluminación. Al momento del diseño de las edificaciones debemos tener en cuenta que los usuarios deben sentirse cómodos, tener luz



10.- Referencia: "intercambios térmicos entre el cuerpo y el medioambiente" foto proporcionada por Arq. Jorge Ramírez.

<sup>13</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Edit

<sup>14</sup> " Procesos aeróbicos de descomposición de aguas residuales"  
<http://www.uc.cl/quimica/agua/tratamiento.htm>

<sup>15</sup> " Procesos anaeróbicos de descomposición de aguas residuales"  
<http://www.lenntech.com/espanol/FAQ-microbiologia-del-agua.htm>

eficiente y lograr un equilibrio entre humedad, ventilación, y materiales saludables. Actualmente, la mayoría de edificaciones atienden estos requerimientos con aire acondicionado, lo que sin duda brinda comodidad, pero siempre será preferible contar con sistemas naturales de ventilación y calefacción que, a más de ser ecológicos son buenos para la salud.

Se debe evitar además la presencia de polvo y moho, que producen problemas respiratorios en los ocupantes, caso contrario, el diseño no será saludable.

### 2.3.5 MATERIALES SALUDABLES

Sin duda que los materiales orgánicos son sanos, aunque en algunos casos son poco estéticos y resistentes, por lo que los arquitectos tienden a escoger materiales más tecnológicos, más resistentes y estéticos. Sin embargo no siempre éstos son los mejores para el



11.- Referencia: Foto proporcionada por el Arq. Alex Narváez

ambiente, ni para el ser humano. Por esta causa se están retomando pruebas con materiales orgánicos tradicionales, para impulsarlos de nuevo y presentarlos con modernas técnicas de utilización. Como ejemplo podemos citar:

**Tierra:** la tierra desde siempre ha tenido propiedades beneficiosas en la construcción, es un material de captación y almacenamiento de calor, además de tener un bajo impacto medioambiental. No es tóxica y tiene gran durabilidad. Se la usa mayoritariamente en la fabricación de bloques, morteros, arcilla, o enlucidos.<sup>16</sup>



12.- Referencia: "bloques de tierra"  
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n5/fafcas/i10afca>

**Piedra:** es un material muy resistente para la construcción, tanto en paredes como en elementos estructurales. No constituye ningún tipo de amenaza para la salud humana y presenta un bajo riesgo de contaminación. Una de las mayores ventajas del uso de la piedra en la construcción está en que es reutilizable y es un material de captación térmica muy bueno, tanto en almacenamiento de calor como en desprendimiento del mismo.



13.- Referencia: "Piedra" [www.terra.org](http://www.terra.org)

**Madera:** la mayoría de las construcciones tienen como base estructural varios tipos de madera. La madera es un



---

<sup>16</sup> "Energías Renovables" [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org).

producto sostenible y renovable, pero debe ser suministrada por proveedores acreditados, para evitar la destrucción de hábitats naturales.<sup>17</sup>

14.- Referencia: "madera construcción"  
<http://images.google.com/imgres?im>

**Aislantes orgánicos:** existen productos naturales que pueden ayudar a aislar tanto la temperatura como los ruidos, especialmente en muros y cubiertas. "Su composición suele ser de fibra vegetal y lana de oveja, y a diferencia de los materiales artificiales como el poliestireno son poco tóxicos y no depende químicas".<sup>18</sup>



15.- Referencia: "aislantes orgánicos"  
<http://www.ctv.es/USERS/topoterr>

---

<sup>17</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001

<sup>18</sup> EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2001

## 2.4. BASES FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

### 2.4.1. FACTORES MODIFICADORES DEL CLIMA

Es importante tomar en cuenta que el clima es uno de los factores más decisivos en el diseño bioclimático, porque éste a su vez incide en la temperatura, y en el tipo de construcción a realizarse, diferente para cada clima: calido, templado o frío. Existen factores naturales que son los que modifican al clima y son muy influyentes en las decisiones que debemos tomar al momento de planear una edificación bioclimática. Estos son: humedad, precipitaciones, condiciones de cielo, vientos, radiación solar, vegetación y temperatura. La definición científica de cada uno de los factores es la siguiente.

- “Humedad: la cantidad de agua que presenta el aire.
- Precipitaciones: dentro de las cuales están la lluvia, llovizna, granizo, nieve, etc.
- Condiciones de cielo: presencia o ausencia de nubes.
- Vientos: dentro de los cuales están las tormentas, tornados huracanes, etc.
- Radiación solar: siendo el sol la mayor fuente de energía de la tierra.
- Vegetación: que es el carácter y la abundancia de la vida vegetal que influye en el clima y brinda sombra.”<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> Datos tomados de IZARD Jean Louis, 1980; OLGAY Víctor, 1998; KOENIGSBERGER, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, 1977.



- “Temperatura: es la transferencia de calor o frío entre cuerpos. Determina el clima de un sector o de un cuerpo mediante la medición de la cantidad de grados (Fahrenheit, centígrados, kelvin) que éstos presenten.”<sup>20</sup>

#### 2.4.1.1 FACTORES SECUNDARIOS MODIFICADORES DEL CLIMA

Existen factores secundarios modificadores del clima estos son: topografía, objetos tridimensionales, y clima urbano.

- “Topografía: en la cual se consideran factores de inclinación, orientación, exposición, elevaciones, colinas y valles.
- Superficie del suelo: considerando las superficies naturales o las construidas por el hombre su reflectancia, permeabilidad y temperatura.
- Objetos tridimensionales: que son las vallas, árboles y edificios que pueden influir en el movimiento del aire y generar sombras.
- Clima urbano: que crea una especie de microclima debido a los cambios de superficies, ya que unas absorben el calor y otras lo reflejan, los edificios que dan sombra y conducen el viento, la infiltración de energía proveídas por las ventilaciones, calderas y plantas de aire acondicionado; y por último la polución atmosférica por los desechos de los autos y fábricas.”<sup>21</sup>

#### 2.4.2 FACTORES MODIFICADORES DE CONFORT

---

<sup>18</sup> ENCARTA, Conceptos, 2005, <http://mx.encarta.msn.com/>

<sup>19</sup> Datos tomados de IZARD Jean Louis, 1980; OLGAY Víctor, 1998; KOENIGSBERGER, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, 1977.

Todos los aspectos anteriormente mencionados son factores que modifican el confort ya que el medio ambiente incide frente a la energía producida por el hombre. De allí que hay días en los que el medio ambiente es un factor determinante en la estimulación de la actividad humana, mientras que en otros no. Estudios realizados por Ellsworth Huntington demuestran que tanto la fuerza física del hombre como su actividad mental se desarrollan mejor si las condiciones climáticas del entorno oscilan dentro de una escala determinada, pero si se encuentran fuera de ésta, la eficacia decrece<sup>22</sup>. Los elementos físicos del entorno que influyen en el confort del hombre son: lumínicos, acústicos, climáticos, espaciales y materiales, cuyos efectos se pueden absorber y contrarrestar.

- “Factores lumínicos: el medio de comunicación más importante es la visión y el hombre recepta todo el tiempo los objetos gracias a la luz. Hay dos tipos de luz, la luz artificial que es controlable y la luz proveniente del sol que necesita control. Es aquí donde la arquitectura tiene que funcionar de forma tal, que pueda recibir los rayos de luminiscencia y por otro lado almacenar los rayos ultra violeta que son los que modifican la temperatura.
- Factores acústicos: el oído canaliza la comunicación, la diferencia con la vista está en que los ojos son autorreguladores de luz mientras que los oídos están abiertos todo el tiempo. Es por esto que la manipulación de sonidos agradables y desagradables es un factor determinante del confort. En el primer caso se trata de crear buenas condiciones para oír el sonido que queremos escuchar y en el otro para el control de ruidos.

---

<sup>20</sup> OLGAY Víctor, Arquitectura y Clima, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1998, Pág. 14.

- Factores climáticos: que son relacionados con la temperatura, humedad, precipitación, condiciones de cielo, vientos, vegetación y clima urbano.
- Factores espaciales: se refieren al diseño de una sucesión de espacios de estancia y recorrido agradables y funcionales para el propósito del mismo.
- Factores materiales: dados por los materiales que generan equilibrio climático de la temperatura interior, y en la medida de la penetración y absorción de calor de los mismos en un ambiente.”<sup>23</sup>

#### 2.4.3 ELEMENTOS CLIMATICOS Y CONFORT

Existe relación entre los elementos climáticos y el confort, así:

- “Movimiento del aire: el cual no disminuye la temperatura pero provoca frescura.
- La presión de vapor: que se mide por la cantidad de agua que tiene la atmósfera.
- La evaporación: que disminuye la temperatura seca.
- El efecto radiación: que puede ser utilizado, en cierta forma, para equilibrar temperaturas extremas.”<sup>24</sup>

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito podemos decir que los seres humanos tenemos tres estado diarios: actividad, fatiga y recuperación. El hombre se esfuerza por llegar al punto que pueda adaptarse al medio ambiente usando la menor cantidad posible de energía. Esto solo se consigue si él llega a su zona de

---

<sup>21</sup> Datos tomados de IZARD Jean Louis, 1980; OLGAY Víctor, 1998; KOENIGSBERGER, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, 1977.

<sup>22</sup> Datos tomados de IZARD Jean Louis, 1980; OLGAY Víctor, 1998; KOENIGSBERGER, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, 1977.

confort, donde la mayor parte de la energía se libera para dedicarse a la productividad. Si las edificaciones son adecuadas y modifican el entorno natural nos estarían aproximando a las condiciones óptimas de habitabilidad. El confort óptimo es la sensación de bienestar físico y mental y por esto es que los cinco sentidos dan los criterios de confort.

## **2.5 ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO**

Para poder hacer una edificación bioclimática hay que tener en cuenta una serie de factores, tanto en el interior como en el exterior. Es por esto que, tomado algunos temas de varios estudios y publicaciones, podemos hacer un resumen de los aspectos más importantes para la realización de este proyecto. (Ver anexo 2)

## **3. CASO: CENTRO EXPERIMENTAL DE ARQUITECTURA BIOCLIMATICA (CEAB)**

Por la necesidad de crear una conciencia colectiva sobre el tema de la arquitectura y el confort relacionados con una arquitectura bioclimática. En el

Ecuador se necesita un espacio de experimentación y formación para los arquitectos e investigadores, que cree conciencia sobre la importancia de los espacios bioclimáticos. De esta manera, a través de la arquitectura se podrán generar cambios sociales y culturales.

El Ecuador es uno de los pocos países mega diversos por su privilegiada geografía. Se encuentra dentro de la zona climática de la Altiplanicie, en el caso de la Sierra, que se caracteriza por tener condiciones extremas de clima: inviernos fríos y largos, y veranos frescos y suaves con abundante sol; en el caso de la Costa la zona climática de la estepa que se caracteriza por temperaturas bastante calurosas en verano, inviernos frescos y escasas precipitaciones; y en el caso del Oriente en la zona climática tropical, caracterizada por un clima caluroso y húmedo durante todo el año con precipitaciones fuertes, depende particularmente de la ecología de la selva tropical<sup>25</sup> (ver anexo 2); por lo que sus condiciones climáticas son únicas en el mundo. Si todos pudiéramos aprovechar al máximo estas grandes ventajas naturales y además usarlas como recurso y forma de vida, podríamos realmente cambiar la vida y la forma de hacer arquitectura en el Ecuador.

Este proyecto llamado Centro Experimental de Arquitectura Bioclimática (CEAB) constituido por la organización de espacios, materiales e interacciones hombre- arquitectura-naturaleza, debe ser cuidadosamente planificado y organizado con la intención de que ocurran relaciones entre arquitectos e investigadores de la arquitectura bioclimática, su investigación y desarrollo. mediante la experimentación con los materiales y situaciones climáticas del entorno, en un sistema dinámico, democrático, humano y de igualdad. Se busca

---

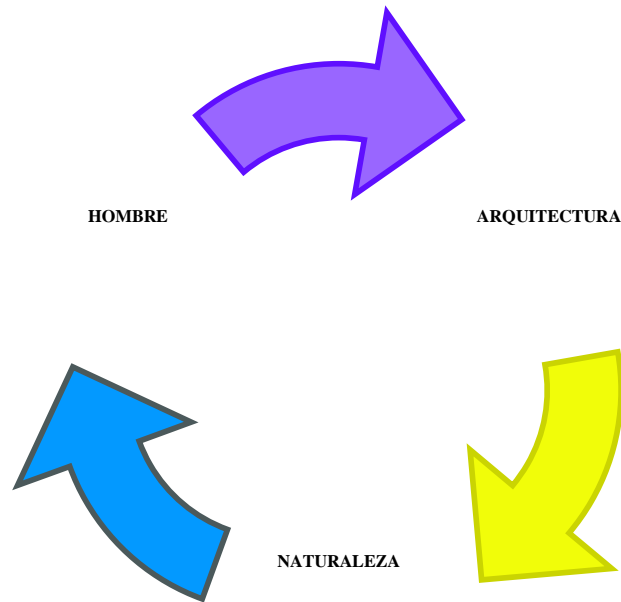
<sup>23</sup> LLOYD, David, Arquitectura y entorno, Editorial Blume, 2002, Pág. 244-247.

que cada elemento constituyente sea un participante activo, que nutra esta experimentación humana y medio ambiental, ya que la sociedad actual demanda ciudades y edificios mas respetuosos con el entorno y que mejor enseñar que con el ejemplo.

Los arquitectos somos responsables de que el proyecto nazca, viva y perdure bajo unas bases sólidas, que garanticen poco impacto en el medio ambiente, llevando esto de la mano con nuestra práctica profesional mucho más responsable, ética y comprometida con el entorno. Como dice el Arquitecto Jorge Ramírez *“La arquitectura bioclimática está en el fundamento mismo de la arquitectura y no es ni una oportuna reparación ni un culto arcano. Es una arquitectura correcta, está intrínseca y nos une a nuestras profundas raíces naturales. Un edificio tiene que ser a la vez un poema y una máquina, ha de conciliar intuición y racionalidad, ha de conseguir un equilibrio entre sentido común y sensibilidad.”*<sup>26</sup>

---

<sup>24</sup> RAMIREZ, Jorge, conferencia sobre arquitectura Bioclimática, Cartagena, 2005.



2.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

### 3.1 PRECEDENTES

**TECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD:** Casas verdes en Greenfield Gran Bretaña.- Este proyecto sigue los principios del proyecto INTEGER (intelligent and green), quiere decir diseñar edificios que relacionen técnicas medio ambientales con avances tecnológicos. Este proyecto ofrece, un mayor aprovechamiento en el desarrollo de casas sostenibles, diseñando casas que reduzcan el consumo de recursos naturales y de energía, tanto en el proceso de construcción como después de construidas. Los principios bioclimáticos son:

**Orientación y soleamiento:** Las zonas al oeste tienen amplios paños de cristal para maximizar la ganancia solar pasiva. En la fachada dando al este, hay pequeñas aberturas para minimizar las pérdidas de calor.

**Acristalamiento:** todas las ventanas son de doble cristal.

**Invernaderos:** almacenamiento pasivo de calor.

**Cubiertas verdes:** Este tipo de tejados no sólo reducen el agua en exceso hasta un 90%, también crean un microclima que humidifica y refresca el aire inmediato.

**Paneles solares:** se han instalado fotovoltaicos y de agua en la cumbrera de la cubierta, para así optimizar la ganancia solar.

**Chimeneas para ventilación pasiva:** de un modo efectivo y sin gastos energéticos, se consigue aire fresco y se eliminan olores y humedad, sin necesidad de ventiladores eléctricos.

**Sistemas eficientes de agua:** Se ha instalado un sistema de reciclado de aguas grises; el agua de los baños, duchas y lavabos se recicla para las cisternas del WC. El agua de lluvia recogida en cubierta se almacena bajo tierra y se utiliza en el jardín comunal.

Además de esto se propuso en el proyecto un sistema de reducción de escombros y tiempos de construcción para abaratar costos y contaminación, los costos no fueron muy bajos ya que para bajar el tiempo de construcción la mayoría de los elementos son prefabricados.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> "CASAS VERDES", Bioclimática y arquitectura,  
[http://todoingenieria.com/v2/media/EcoTA/Art003\\_2.jpg&imgrefurl=http://todoingenieria.com/v2](http://todoingenieria.com/v2/media/EcoTA/Art003_2.jpg&imgrefurl=http://todoingenieria.com/v2).





16.Referencia:[http://todoingenieria.com/v2/media/EcoTA/Art003\\_2.jpg&imgrefurl=http://todoingenieria.com/v2](http://todoingenieria.com/v2/media/EcoTA/Art003_2.jpg&imgrefurl=http://todoingenieria.com/v2).

**MATERIALES SALUDABLES:** Refugio de Emergencia.- La compañía CalEarth de California tiene un nuevo sistema de construcción con bajo impacto medioambiental. Este Refugio para emergencias esta diseñado específicamente para ser vivienda temporal, con materiales saludables y más que nada accesible en cualquier tipo de medio ambiente. Además se quiere educar a la gente a que viva en armonía con la naturaleza, es por esto que las personas construyen su propia casa y así empiezan realmente a tomar conciencia de los recursos que poseen.

Por esto se propone un sistema constructivo de sacos rellenos de arena donde la naturaleza hace equilibrio con elementos como el viento, el sol y el agua. Se implanta en la misma como una concha de mar o un panal de abejas, utilizando las formas más resistentes encontradas en la naturaleza como el arco y el domo. Crean una total armonía con la naturaleza y son fáciles de construir.<sup>28</sup>

---

<sup>26</sup> "SHELTER", Materiales Saludables, <http://www.calearth.org/emergshelter.htm>.



17.- Referencia: <http://www.calearth.org/emergshelter.htm>

**EL CAMPAMENTO DE EXPERIMENTACION.-** es un lugar ocupado por una decena de personas en pequeñas cabañas individuales distribuidas en torno a una construcción común. Un lugar de experimentación de técnicas de construcción ecológicas que utilizan materiales sanos y poco costosos, independencias distintas y recicladas... y también el plástico bajo un recubrimiento vegetal. Un lugar de vida alternativa, donde cada uno sigue su ritmo.<sup>29</sup>

---

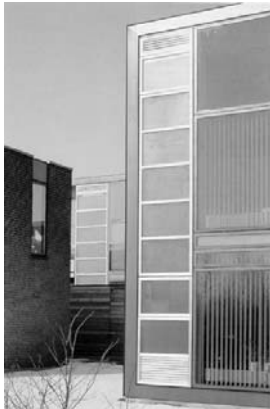
<sup>29</sup> “EXPERIMENTACION”, <http://www.lecampment.com>



18.- Referencia: <http://www.lecampment.com>

**URBANIZACION SOLAR:** Urbanización en Kolding- Dinamarca.- Esta urbanización de 59 casas en hilera y una comunitaria, fue planificada en el marco de un concurso de construcción ecológica en Dinamarca por 3XNielsen. Para lograr una explotación máxima de la energía solar, las casas fueron orientadas con una desviación de 15° norte-sur. Las fachadas del lado norte son de ladrillo y con un alto grado de aislamiento y las de sur están totalmente acristaladas. Unos muros colectores solares actúan como

calefacción complementaria al equipo central ubicado en el edificio comunitario. Parte del agua de lluvia de las superficies de cubierta es recolectada centralmente, calentada mediante los colectores solares de la casa comunitaria y utilizada en el cuarto de lavandería comunitario.<sup>30</sup>



19.- Referencia: <http://www.apabcn.es/sostenible/construccions/buscador/castella/busc3.asp?id=132>

**NATURALEZA Y ARQUITECTURA:** Academia de Ciencias de California, San Francisco, Renzo Piano.- El diseño arquitectónico responde a la misión de la Academia. Inspirado en el mundo natural, la naturaleza será parte del edificio en si mismo. Un techo vivo será lo que contenga las exhibiciones interiores y se

<sup>28</sup> "URBANIZACION EN KOLDIN",  
<http://www.apabcn.es/sostenible/construccions/buscador/castella/busc3.asp?id=132>

alzará para formar parte del paisaje. Así reflejará con su forma y textura la celebración a la naturaleza y el compromiso de la Academia a la ecología y sustentabilidad. El uso de materiales naturales expresará los ideales y actitudes de las personas que en el interactúan.

Se aprovechará al máximo los recursos naturales para crear un edificio altamente confortable y con el menor impacto posible en el medio ambiente. Los aspectos sustentables incluyen: techo vivo, reutilización de aguas grises, uso de energías renovables e integración del parque y la comunidad.

“The museum, the institution, right now already works on three different levels... displaying natural science, educating about natural science making research about natural science. The spirit of this building is to announce, to enforce complexity.”

Renzo Piano.<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> “RENZO PIANO” Academy of Science,  
<http://www.calacademy.org/newacademy/newbuilding.php>



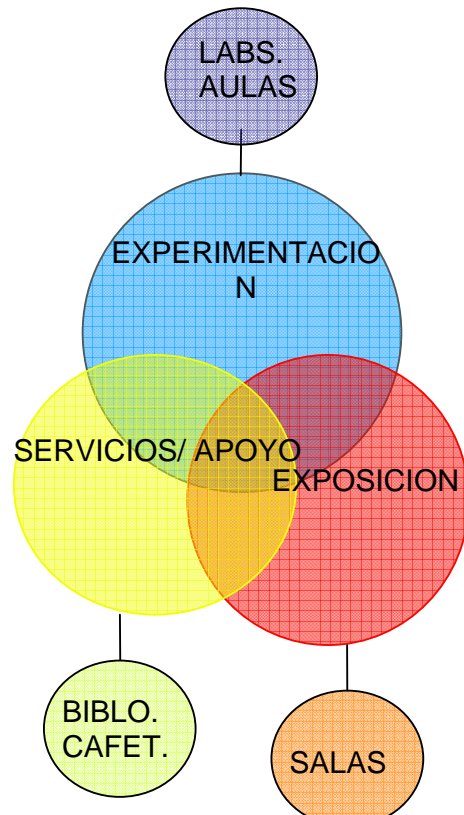
20.- Referencia: <http://www.calacademy.org/newacademy/newbuilding.php>

### 3.2 PROGRAMA

Este proyecto se caracteriza por ser el vínculo entre la experimentación bioclimática y la sociedad. Consta de dos partes programáticas diferentes, pero relacionadas entre si por los usuarios. La primera parte del proyecto corresponde a la experimentación, donde se desarrollan los eventos científicos y de estudio de arquitectura bioclimática como tal. Está destinada a un grupo de arquitectos e investigadores dedicados a esta rama, con equipos especializados y áreas cuidadosamente estudiadas, para la

realización de experimentos donde cada área es única y con diferentes características, tanto en espacio cubierto como en espacio abierto.

La segunda parte deberá constar de áreas especialmente creadas para el público, donde el mismo experimente, mediante un sistema dinámico, el resultado de los experimentos, de las interacciones humanas y del proyecto en si.



3.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

#### 3.2.1. CONFIGURACIÓN GENERAL

- EXPERIMENTACIÓN

- EXPOSICIÓN
- SERVICIOS COMUNES

### **3.2.2 PROGRAMA ESPECÍFICO**

#### **EXPERIMENTACIÓN →**

USUARIOS: INVESTIGADORES,

ESTUDIANTES Y PROFESORES

- AULAS DE CAPACITACIÓN
  - AULAS
  - AULA PARA PROYECCIONES
  - USO MÚLTIPLE
- SALAS DE REUNIONES
  
- LABORATORIOS
  - INCIDENCIA SOLAR Y CONSERVACIÓN
    - EQUIPO: HELIODON
  - ANÁLISIS DE MATERIALES: BIOMATERIALES
    - ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
    - PRESENCIA DE AGENTES BIODEGRADANTES
    - ANÁLISIS DE MATERIALES DE LA ZONA
    - ENSAMBLES
  - ANÁLISIS DE ENERGÍAS RENOVABLES
    - ENERGÍA SOLAR
    - ENERGÍA EÓLICA
    - CÉLULAS FOTOVOLTAICAS
    - BIOMASA



- GEOTÉRMICAS
- COLECTORES SOLARES TÉRMICOS
- MEDICIÓN DE VELOCIDADES DE VIENTO (AL AIRE LIBRE)
  - ENERGÍA EOLICA LABORATORIO EXTERNO
- FOTOMETRÍA GASEOSA
  - ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL AGUA EN SUS DIFERENTES ESTADOS
  - ANÁLISIS DE LAS PRECIPITACIONES
  - RECOLECTORES DE AGUA
- ESPACIO ABIERTO
  - MEDIDORES DE ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR
  - INCIDENCIA DE LA RADIACIÓN SOLAR
  - MEDIDOR DE PRECIPITACIONES
- DESPERDICIOS Y RECICLAJE
  - DESECHOS
  - AGUAS GRISES
  - AIRE
- BODEGAS
  - ALMACENAMIENTO
  - DESECHOS
- BAÑOS

**EXPOSICIÓN** → USUARIOS: TODO PÚBLICO

- HALL DE INGRESO
- BOLETERÍA/ INFORMACIÓN

- VESTIBULO
- SALAS DE EXPOSICIONES PERMAMENTES  
(EXPERIMENTALES)
- SALAS DE EXPOSICIONES TEMPORALES
- BODEGAS DE APOYO
  - ALMACENAMIENTO
- BAÑOS

**SERVICIOS COMUNES** → USUARIOS: TODO PÚBLICO

- AUDITORIO POLIVALENTE
  - SALA
  - ESCENARIO PEQUEÑO
  - APOYO SISTEMA DE AUDIO
  - SALA DE PROYECCIONES
  - BODEGA
  - FOYER PEQUEÑO
- BIBLIOTECA DE CONSULTA/ MEDIATECA
  - BIBLIOTECA
  - PLANOTECA
  - AUDIOVISUALES
  - HEMEROTECA
  - INTERNET
- CONTROL/ CLASIFICACIÓN
- ZONA DE CONSULTA

- BODEGA
- LECTURA/ ESTANTERÍA
- HALL DE INGRESO
- RECEPCIÓN
- INFORMACIÓN
- TIENDA
- CAFETERÍA
  - SALA
  - BARRA
  - COCINA
  - CUARTOS FRIOS
  - ALMACENAMIENTO/ CONSERVAS
  - BAÑOS
  - CUARTO EMPLEADOS
- USUARIOS: PERSONAL DEL CENTRO
- OFICINAS ADMINISTRATIVAS
  - DIRECCIÓN
  - SECRETARÍA
  - OFICINAS
  - SALA DE ESPERA
  - SUBDIRECCION
  - SALAS DE REUNIONES
  - BAÑOS
- BODEGAS

- LIMPIEZA
- ALMACENAMIENTO
- ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL BIOCLIMATICO
  - TUBERIAS PARA EL CALENTAMIENTO O ENFRIAMIENTO DE AIRE POR MEDIO DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS
  - INSTALACIONES PARA SISTEMAS DE COMPUTACIÓN
  - RECICLAJE DE AGUAS GRISES
  - AGUA POTABLE
  - RECICLAJE DE AGUAS PLUVIALES Y SU TRATAMIENTO
  - SISTEMAS SANITARIOS
- GUARDIANÍA
- BAÑOS
- ÁREAS NO CONSTRUIDAS
- ESTACIONAMIENTO
- CIRCULACIÓN 20%
  - PASILLOS
  - ASCENSORES( SOLO SI ES NECESARIO)
  - GRADAS
  - MONTACARGAS

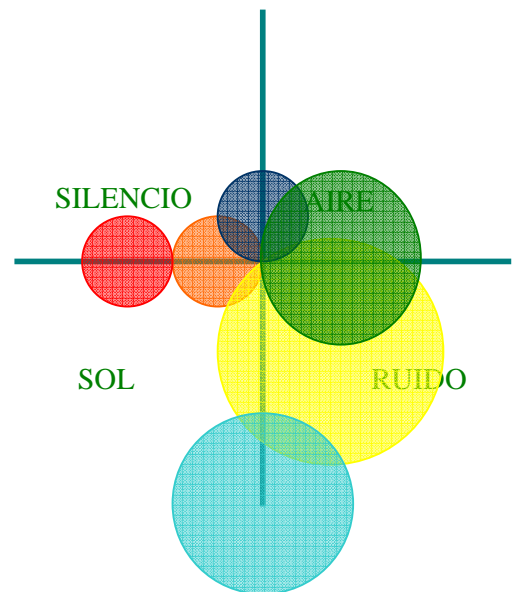
### **3.2.3 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE USUARIOS**

EXPERIMENTACIÓN→	Aulas:	20 personas
	Sala de reunión:	7 personas
	Laboratorios:	30 personas

Total:			57 personas aprox.
EXPOSICIÓN	→	Boletería:	1 persona
		Salas de exposición:	15 personas aprox.
Total:			16- 25 personas aprox.
SERVICIOS	→	Auditorio:	para 80-150 personas (ocasional)
		Biblioteca:	20 personas
		Recepción/información	2 personas
		Tienda:	1 persona
		Cafetería:	8 personas
		Administración:	6 personas
		Sistemas:	2 persona
Total:			100- 150 personas con auditorio aprox.
<b>TOTAL:</b>			<b>170- 250 PERSONAS</b>

### 3.2.4 CUADRO DE ÁREAS

ZONAS	CARACTERISTICAS
Aulas	silencio, luz controlada
Laboratorios	ruido, luz, aire libre
Auditorio	silencio, oscuridad
Biblioteca	silencio, luz controlada
Servicios	ruido, aire
Exposiciones	ruido, luz



4.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado



### **3.3 PROPUESTA DE LOCALIZACIÓN DEL TERRENO**

De acuerdo con el proyecto, el terreno idóneo para su desarrollo debería tener las siguientes características:

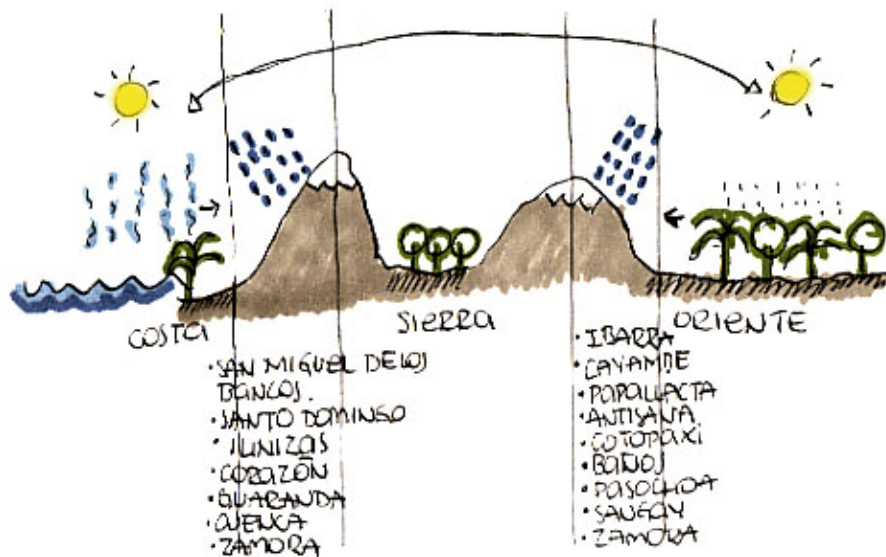
- El terreno no debería estar ubicado dentro de la ciudad, a fin de que la contaminación no sea un factor influyente en la experimentación.
- Tiene que ser amplio para poder contar con varias áreas verdes, ya sean publicas o de investigación.
- Tendrá que estar localizado en un sector que brinde un clima con un rango de variaciones lo mas amplio posible (tomando en cuenta que las variaciones de temperatura en el Ecuador se mantienen en un rango sin variaciones bruscas por el hecho de que no tenemos las cuatro estaciones), o que conste de varios microclimas propicios para la investigación experimentación y exposición.

#### **3.3.1 INFLUENCIA DE LA TOPOGRAFÍA EN LA SELECCIÓN DEL TERRENO**

Para poder realizar un buen análisis de los posibles sitios donde se va a implantar el Centro Experimental de Arquitectura Bioclimática, debemos tener en cuenta que todas las condiciones naturales tienen igual importancia. En este caso la topografía juega un papel básico y determinante al escoger el terreno. Así, el Ecuador esta dividido en cuatro regiones: En la Costa: Esmeraldas, Manabí, Los Ríos, Guayas y El Oro. En la Sierra, en la zona norte de Los Andes: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo; en el sector sur: Bolívar, Cañar,

Azuay y Loja. En la Amazonía: Sucumbíos, Napo, Pastaza, Orellana, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Y en la región insular, las Islas Galápagos, compuestas por trece islas principales.

La región Costa esta formada por llanuras fértiles, colinas, cuencas sedimentarias y elevaciones de poca altitud, por su territorio corren ríos que van desde los Andes hasta llegar al Océano Pacifico. Sus costas constan de bellas playas como Esmeraldas, Manabí y Guayas. La región Sierra con la cordillera de Los Andes que atraviesa el país de norte a sur, y se divide en oriental y occidental, en medio de las cuales se desarrolla esta meseta. Allí se encuentran los Iliniza, Cotopaxi, Chimborazo, Cayambe y Antisana. En la Amazonía, una serie de colinas que originan la parte oriental de Los Andes y descienden hasta el Amazonas. Hay dos regiones geográficas: Alta Amazonía y Llanura Amazónica. En la primera se encuentran las cordilleras de Napo Galeras, Cutucú y Cóndor.



5.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado



### 3.3.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN SITIOS IDÓNEOS

Para el desarrollo del Centro de Experimentación Bioclimática buscamos variaciones de las condiciones climáticas. Información obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrológica (INAMHI) señala que el sur del Ecuador se caracteriza por ser húmedo y lluvioso, mientras que el norte es seco y aireado, con sus respectivas composiciones (ver anexo 3). Por tanto, podemos decir que los sitios idóneos para la investigación del proyecto se dan en las estribaciones de las cordilleras, puesto que la temperatura de las mismas tienen rangos donde las variaciones pueden ser de más de 10 grados centígrados, por otro lado tienen una serie de microclimas, tanto diarios como anuales, característicos de los empates entre dos regiones climáticas (ver anexo 4).

En los estudios promedio realizados en los últimos años, en términos generales, en la región del Litoral se registran temperaturas máximas de 34°C y mínimas de 16°C; en la región interandina se presentaron temperaturas máximas de 24°C y mínimas de 8°C; y en la región amazónica la temperatura máxima de 28°C y mínimas de 12°C. por lo que podemos decir que las variables no son tan extremas como en otros países. (Enríquez, Humberto)<sup>32</sup>

Con estas premisas los lugares a tomarse en consideración son los siguientes:

Estribación de la cordillera oriental comprendida entre la región del Litoral y la región Interandina entendida por las provincias de Morona

---

<sup>30</sup>Datos proporcionados por el Ingeniero Humberto Enríquez, Climatología, UNAMHI. 2005.

Santiago, Napo, Pastaza, Sucumbíos, Pichincha, Azuay , Tungurahua, Chimborazo, Zamora Chinchipe, Carchi, Imbabura, Cotopaxi. El clima es cálido, húmedo y con varias precipitaciones, las temperaturas llegan hasta los 37.8°C

Estribación de la cordillera occidental comprendida entre la región interandina y la región amazónica, entendida por las provincias de Pichincha, Los Ríos, Guayas, Esmeraldas, Cotopaxi, Azuay, Chimborazo, Imbabura, Bolívar, Cañar, Carchi, Nariño, Tungurahua, Manabí, El Oro. El clima es cálido al oeste y con acentuada aridez hacia el sur, las temperaturas máximas son de 26°C. (Ver anexo 5)

Con estos datos podemos decir que gracias a la variabilidad de microclimas de la estribación de la cordillera occidental; humedad, temperatura, clima, vientos, precipitaciones y radiación solar; esta zona cumple con las características mencionadas para el emplazamiento del Centro Experimental de Arquitectura Bioclimática.

### **3.3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL SITIO**

#### **3.3.3.1 ACCESIBILIDAD**

Este aspecto es determinante para la elección del terreno, pues es importante tener en cuenta a los usuarios del CEAB: investigadores, arquitectos y visitantes. Cuando hablamos de investigadores pueden ser profesores y/o universitarios que tengan interés por la bioclimática, además de arquitectos que quieran realizar experimentos junto con los investigadores, para hacer de este un centro de apoyo.

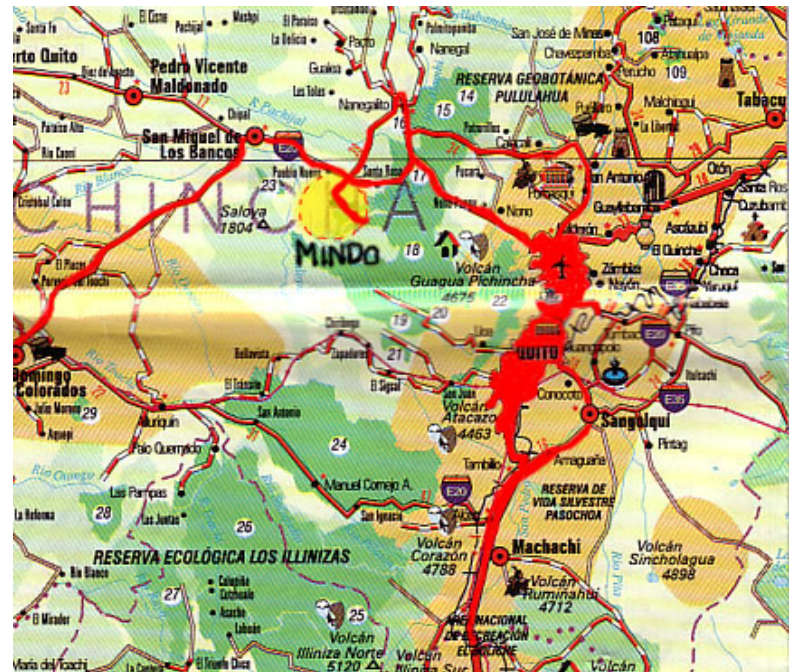


6.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

Cuando hablamos de visitantes, nos referimos a todas aquellas personas que quieran ir a ver los resultados de los experimentos, charlas, conferencias, etc.

Por estos aspectos podemos decir que la accesibilidad al sitio es muy importante, de allí que debería estar cerca de las principales ciudades y universidades. De esta manera cumpliríamos con el objetivo de hacer conciencia en la gente sobre la vida sana, ecológica y respetuosa con el medio ambiente. Todos estos factores nos llevan a determinar que la zona de Minda es la que más se acerca a las características presentadas con anterioridad y a las descritas en este punto.

Vemos en el mapa que el círculo amarillo determina la zona más

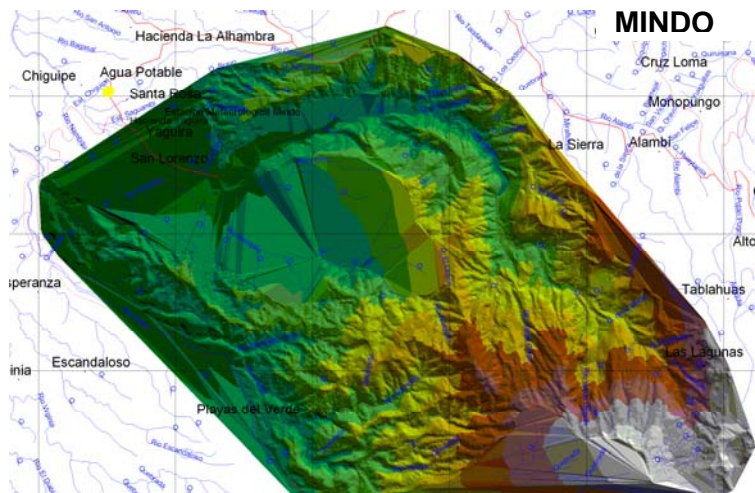


idónea para emplazar el proyecto. No se aleja tanto de Quito y a la vez se pueda acceder a Guayaquil y otras ciudades importantes.

La distancia de Mindo 7.- Referencia: Tomado del Mapa Vial- Turístico proporcionado por el IGM. que se debe tomar es la de San Miguel de los Bancos. Es una carretera que ha mejorado enormemente con el paso del tiempo. Está en buenas condiciones, lo que hace de Mindo un sitio fácil de acceder.

### 3.3.3.2 TOPOGRAFIA

Otra de las ventajas de la zona de Mindo es que está cerca al Bosque Protector Mindo-Nambillo, lo que la convierte en una zona netamente ecológica y poco habitada.



8.- Referencia: Mapa proporcionado por el Ing. Milton Arsiniegas del Ministerio de Ambiente.

También es una gran ventaja que cuente con una gran variedad de fuentes naturales como los ríos Mindo, Nambillo, Cinto y Saloya, que no están contaminados ni muy intervenidos por la mano del hombre. Existen varias áreas protegidas, consideradas intocables, por ser reservas ecológicas mundiales. En otras palabras, Mindo por su topografía y su ubicación posee una gran biodiversidad tanto de plantas como de especies, y eso se deberá preservar en todo momento, al implantarse en esta zona. Hay varios ejemplos en el lugar donde la arquitectura con sus materiales se mimetizan en la naturaleza respetándola.



21.- Referencia: Archivo Fotográfico de Mindo por Daniela Maldonado

### 3.3.3.3 MATERIALES DE LA ZONA

Mindo, como ya hemos dicho, posee una gran biodiversidad, lo que hace que exista un sin fin de posibilidades de utilización de los recursos. Una de esas posibilidades es la construcción. Ya existen varios ejemplos de la utilización de diferentes tipos de maderas a lo largo del pueblo. La madera que se usa más comúnmente en las construcciones, es la caña guadua por su abundancia y resistencia. También están los alisos que se usan básicamente como recubrimiento, al igual que la paja. Por ultimo, el adobe, la piedra, y la tierra usadas para hacer paredes y pisos.



22.- Referencia: Archivo Fotográfico de Mindo por Daniela Maldonado

### 3.3.4. ANÁLISIS DE TERRENO

#### 3.3.4.1 MINDO



23.- Referencia: Archivo Fotográfico de Mindo por Daniela Maldonado

En la cordillera occidental, en la provincia de Pichincha se encuentra Mindo, caracterizado por su belleza natural. Situado a solo 2 horas de Quito, ubicado a 1200 metros sobre el nivel del mar, su temperatura varía entre los 12 a los 25 C. Es considerado un lugar ecológico por su gran riqueza natural, tal el caso, del bosque protector Mindo-Nambillo con 450 especies de aves, 300 variedades de plantas y aproximadamente 39 especies de colibríes.



24.- Referencia: Archivo Fotográfico de Mindo por Daniela Maldonado

Para llegar a Mindo desde Quito, tomando la vía Calacalí-Nanegalito- Los Bancos- Pedro Vicente Maldonado- La Independencia. En el kilómetro 78 ½ se encuentra un desvío que señala el camino a Mindo.

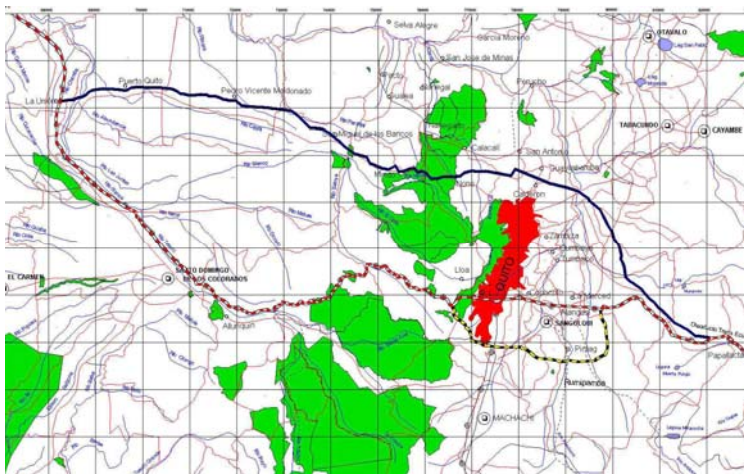


9.- Referencia: Grafico proporcionado por El Carmelo

Mindo a más de ser una zona netamente ecológica tiene fuentes de agua naturales en abundancia, y zonas protegidas (los espacios verdes en el mapa). Es por esto que sería un sitio ideal para una construcción con bajo impacto medioambiental. Está rodeado de montañas, cascadas, ríos, bosques húmedos, lo que le da una gran riqueza ecológica. Por estar a los pies de la cordillera occidental consta de una mezcla de climas de la región Sierra y de la región Costa, lo que se puede notar claramente en la vegetación que también es una fusión entre las dos regiones, como lo demuestra la foto.



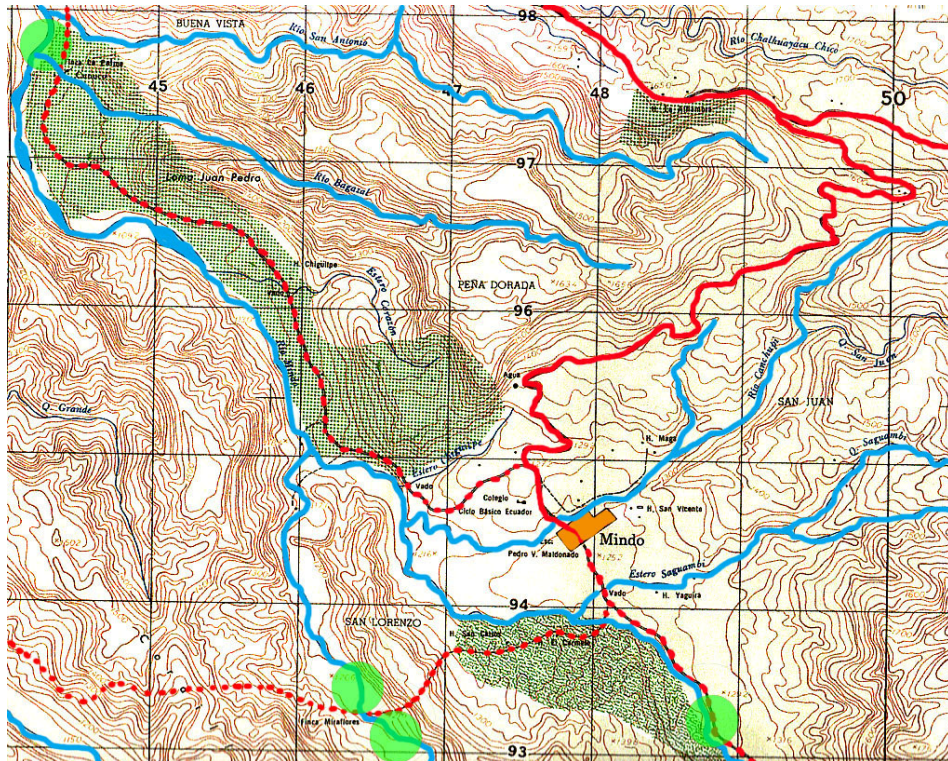
25.- Referencia: Archivo Fotográfico de Mindo por Daniela Maldonado



### 3.3.4.2 TERRENOS IDÓNEOS

Para la selección del terreno adecuado tuvimos que analizar varias posibilidades que Mindo nos brinda. El hecho de que tenga 4 ríos principales que lo crucen, nos da la posibilidad de implantarnos cerca de ellos, para tener así acceso a una fuente de agua natural. Hemos considerado varias alternativas de terrenos determinadas por su accesibilidad, sea ubicándonos lo más cerca al pueblo o adentrándonos hacia las zonas donde a penas se puede acceder. Otra determinante que encontramos, al hablar con Xavier Sarmiento de la Municipalidad del Cantón San Miguel de los Bancos, es que la mayoría de lugares existentes en Mindo son protegidos y casi sin la intervención del hombre. Por esta razón él fue nuestro principal guía al recorrer Mindo, así como en el escogimiento del terreno. Los cuatro círculos verdes fueron en un principio los terrenos escogidos para el análisis, en base a las vías de accesibilidad y por su ubicación cerca de los ríos Nambillo y Mindo respectivamente. (VER ANEXO 7).





11.- Referencia: carta geográfica de Mindo y sus alrededores proporcionada por el IGM

### 3.3.4.3 CONCLUSIONES

Después de analizar los cuatro terrenos llegamos a la conclusión de que los terrenos del río Mindo no son lo suficientemente extensos para el desarrollo del proyecto, por lo que predominaron los terrenos del río Nambillo, gracias a que cuentan con la topografía y ubicación adecuadas. Estos terrenos están separados por un puente que cruza el río para llevarnos al río Cinto por lo que se puede acceder fácilmente, pues a pesar de no tener una carretera pavimentada, la existente está bastante bien mantenida. Los dos terrenos están a solo 2 km del pueblo de Mindo, lo que es una ventaja muy grande al hablar de accesibilidad, y lo es también porque a pesar de esa cercanía se puede apreciar la abundancia de fauna y flora. Así mismo el terreno Nambillo, que tiene una gran accesibilidad, cuenta con aproximadamente 10000 m<sup>2</sup> y se encuentra delimitado

por una llanura en su parte posterior, que alcanza hasta su límite los 10m de altura y en su parte inferior delimitado por el río Nambillo

Como podemos ver en la foto, en este terreno existe una gran planicie rodeada de árboles, por lo que no habría que deforestar. Tiene una gran vista hacia las elevaciones circundantes así mismo como bastante luz durante el día, filtrada por los mismos árboles que lo rodean.



12.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

**TERRENO NAMBILLO 2:** Después de un análisis de estos dos terrenos podemos decir que éste es el más idóneo para el emplazamiento del Centro Experimental de Arquitectura Bioclimática, pues a pesar de las ventajas descritas en el terreno 1, el número 2 es el más apto., El segundo terreno tiene más de 10000 m<sup>2</sup>. Consta de dos planicies a diferentes niveles, con una pendiente ligera que no sobrepasa los 10m de altura, la una desde el acceso de la calle y la otra que da al río Nambillo. Al cruzar el río se puede apreciar una tercera planicie, delimitada por una gran pendiente de más de 20m, que también va a ser aprovechada con sumo respeto hacia el río. Esta planicie esta rodeada de alisos, creando así un paisaje sumamente natural sin ningún tipo de edificación a la redonda. En este terreno

tampoco habría necesidad de deforestar y los árboles en abundancia también funcionarían como filtros de luz en el proyecto.

El río Nambillo goza de una buena corriente de agua a diferencia del Mindo y es menos contaminado que el mismo, Es por esto que habría que manejarse con cuidado en el momento de desarrollar el proyecto, porque si bien es cierto el río es una fuente de agua natural no podemos abusar de ella. Las vistas del terreno, como se aprecia en las fotos, gozan de una gran apertura a las montañas que lo rodean, que brindan un generoso paisaje natural. El clima del sector y en general de Mindo es muy variable, desde muy temprano en la mañana aparece una espesa neblina, muchas veces con un poco de llovizna, que no desaparece hasta el sol de las 10 de la mañana, el cual continúa hasta las tres de la tarde. En este momento el clima se enfría un poco pero, mantiene su humedad. Por otro lado las noches son más frías pero conservan esa humedad en el ambiente digno de la parte correspondiente a las costas ecuatorianas.



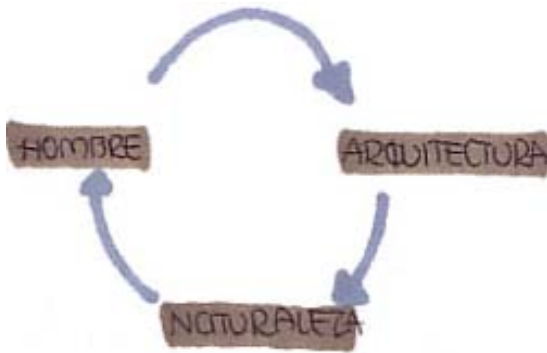
13.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

## **4. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA**

### **4.1 PARTIDO CONCEPTUAL**

Por varias ocasiones hemos mencionado que el Centro Experimental de Arquitectura bioclimática tiene tres relaciones esenciales: hombre- naturaleza- arquitectura y propone que las relaciones entre estos tres sean totalmente individuales pero complementarias entre si, para así alcanzar el objetivo de llegar a la gente en cada uno de los aspectos: hombre- naturaleza, hombre- arquitectura, hombre- hombre. Es por esto que el CEAB propone actuar más bien a nivel individual, con cada una de las personas que lo utilicen y/o visiten, proponiéndoles formas de vida basadas en el respeto y cuidado del impacto medioambiental para hacer una inversión tanto en el presente como en el futuro.

El proyecto debe estar inspirado en la naturaleza para formar parte de la misma, por lo que surgen tres temas importantes:



- EXPERIMENTAR
- EXHIBIR
- EDUCAR

14.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

## 4.2 PROPUESTA FUNCIONAL

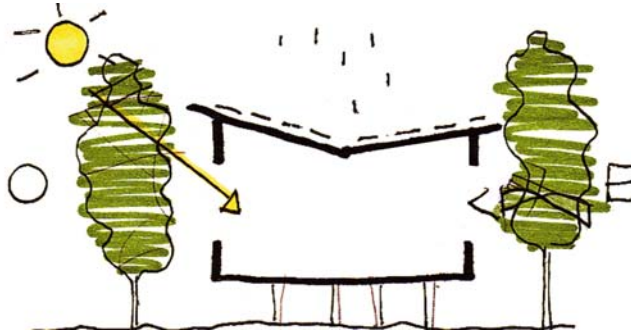
El proyecto en si mismo, tanto en su filosofía como en su organización, debe reforzar la idea de experimentar, exhibir y educar:



14.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

## 4.2.1 CONCEPTOS BIOCLIMATICOS: ESTRATEGIAS

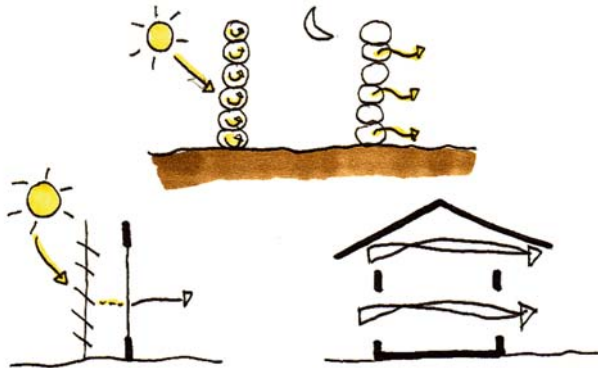
### Forma y orientación



- Aperturas este-oeste.
- Colectores en los techos.

15.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

### Condiciones climáticas



- Tomar en cuenta: temperatura, humedad y lluvia.
- Materiales almacenadores de calor en fachada.
- Doble fachada.
- Aperturas para ventilación.

16.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

### Beneficio acústico

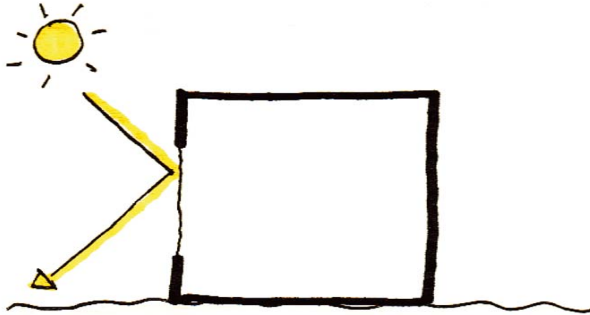


- Cerrar la fachada al ruido.
- Clasificar zonas de ruido y silencio en el proyecto, cada espacio deberá

17.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

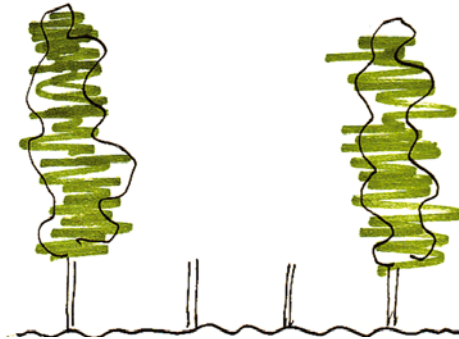
estar donde le  
corresponde.

### Beneficio lumínico



18.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

- Orientación.
- Vidrios reflectivos.
- Luz cenital.
- Conductos de luz.



19.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

- Materiales no tóxicos.
- Que no contaminen el proceso.
- Que no dañen el ecosistema. Que lo regeneren.

### Reciclaje de desechos



20.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

- En la construcción.
- Tratar de generar la menor cantidad de desechos.
- Reutilización de la arquitectura y sus materiales.

#### 4.2.2 HIPOTESIS

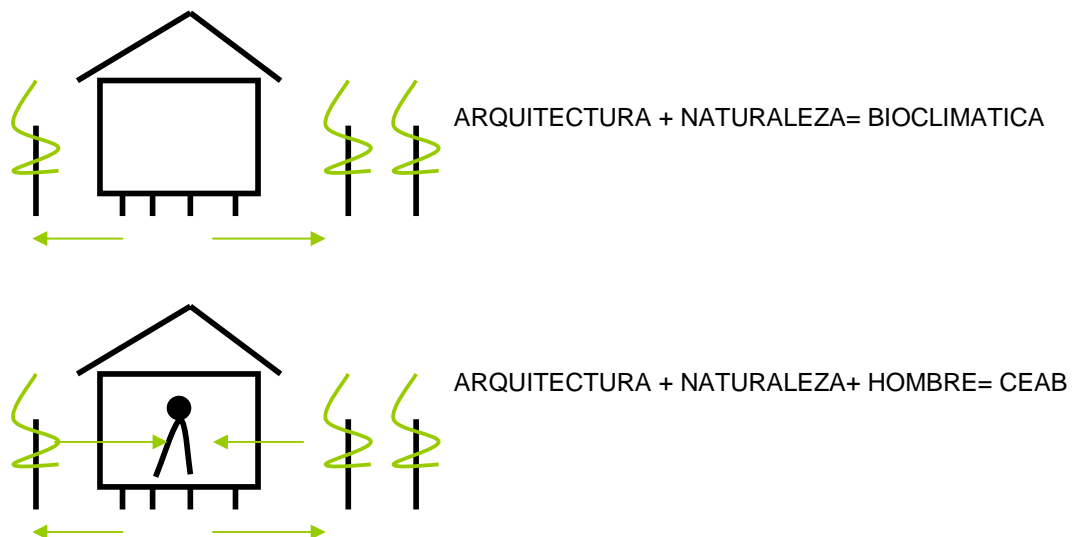
Al tener en cuenta todos los aspectos anteriormente descritos se me vinieron a cabeza dos preguntas en concreto, las mismas que voy a responder con el proyecto arquitectónico:

¿Cómo la bioclimática va a ayudar a la arquitectura?

¿Cómo la arquitectura va a ayudar al medio ambiente?

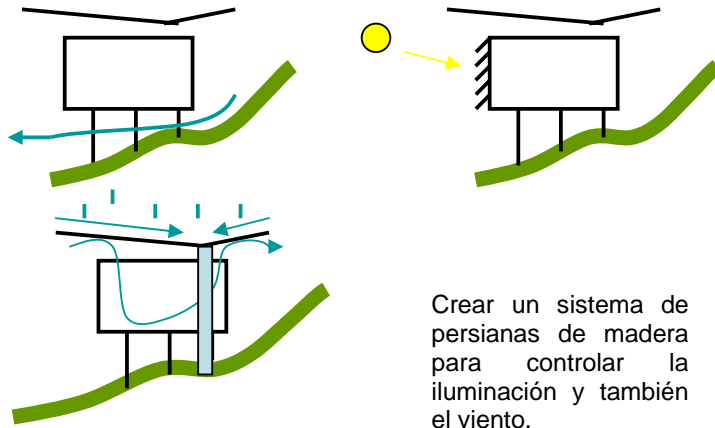
#### 4.2.3 PARTIDO ARQUITECTONICO

La arquitectura bioclimática es el vínculo entre la naturaleza y el hombre. Esta debe interactuar con respeto sin dañar al contexto pero sin limitarse a contemplarlo, es por esto que la naturaleza debe tomar parte integral del proyecto, la misma que estará en el proyecto como el proyecto en ella para mimetizarse con armonía.



#### 4.2.3.1 CONCEPTOS COMPOSITIVOS

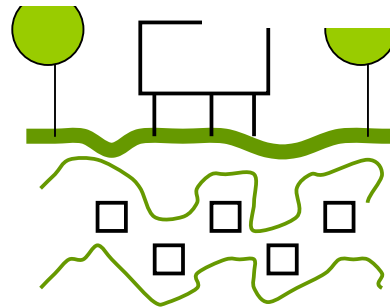
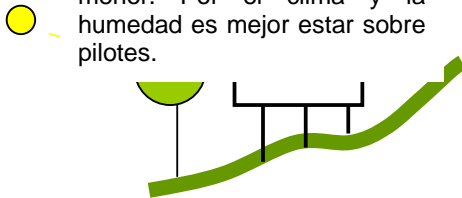




Crear un sistema de persianas de madera para controlar la iluminación y también el viento.

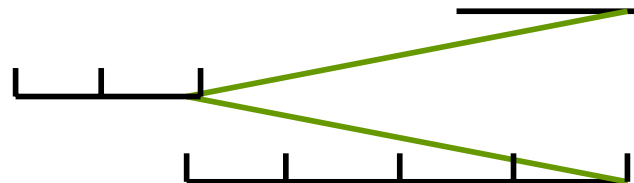
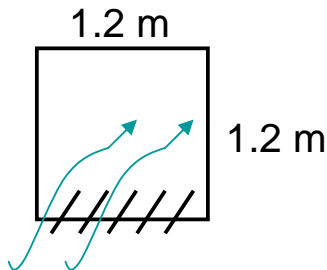
Recolección de aguas lluvia para un posterior tratamiento y reutilización de las mismas. El modulo todo el tiempo permanece ventilado por un sistema natural de ventilación no mecánica.

Respetar el terreno tal y como es, al igual que la garza posarse ligeramente sobre el para que el impacto sea menor. Por el clima y la humedad es mejor estar sobre pilotes.



La naturaleza en si misma llega a ser un filtro natural, por la cual se filtra el sol, la lluvia y el viento. Es por esta razón por la que debemos aprovechar sus ventajas.

Así mismo la naturaleza rodea el proyecto y con el paso del tiempo ella misma se abre paso entre el, lo cual nos hace dar cuenta que no queremos controlar a la naturaleza sino mas bien conducirla.

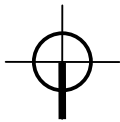
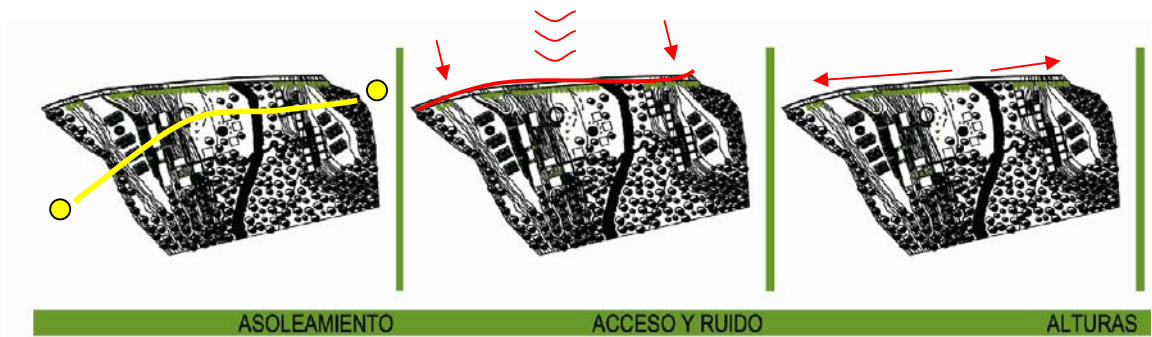


Se desarrollará módulos de madera de 1.2m por 1.2m por el tamaño de la madera así mismo como para su fácil repetición y estructura. En estos módulos la ventilación es cruzada generada a partir de la dirección de los vientos del curso del río Nambillo.

La circulación dentro del proyecto se desarrolla a partir de rampas las mismas que al ser exteriores nos llevan de un espacio al otro. Permitiendo que los usuarios disfruten del paisaje y del clima.

#### 4.3 OBJETO ARQUITECTÓNICO

A continuación una serie de condiciones diagramáticas que nos ayudaron a tomar las decisiones para la creación del objeto o proyecto arquitectónico. Estos diagramas son básicos para el entendimiento del entorno y del terreno lo que nos permite tener una visión mas clara antes de empezar a diseñar:



21.- Referencia: Grafico por Daniela Maldonado

#### 4.4 PROPUESTA FORMAL

A continuación las laminas de presentación de la propuesta formal, cabe decir que fue un proceso de evolución del proyecto bastante interesante pero aquí solo se presentará el producto final como resultado del mismo:

#### 4.4.2 FOTOS DE LA MAQUETA



## **5. ANEXOS**

### **ANEXO 1: Reseña histórica**

Al pasar del neolítico al paleolítico se produce la primera revolución energética en la humanidad. El hombre deja de ser nómada y se convierte en sedentario; se instala en un solo lugar y se dedica a la agricultura. Así es como se forma un nuevo paisaje que en lugar de bosques tiene parcelaciones y una trama de cultivos. Ante este movimiento urbano surgen mayores necesidades de cobijo, es decir protección a las inclemencias del clima.

Los habitantes de estas primeras épocas fueron muy inteligentes e ingeniosos para crear buenas condiciones de habitabilidad con un muy bajo impacto en el medio ambiente. Aparecen asentamientos indígenas mimetizados con el medio natural y paisajístico, habitantes muy respetuosos y adoradores de la naturaleza. Las condiciones de habitabilidad se funden con los recursos constructivos y con los aspectos climáticos locales.

En la Edad Media surgen en Europa asentamientos medievales de baja densidad y bajo impacto sobre el medio ambiente. Se utilizan recursos y sabiduría de los habitantes, para el levantamiento de pueblos enteros que no solo se defienden del enemigo, sino que también atienden situaciones estratégicas, que les brinden calor en el invierno y sombra en el verano.

Durante el siglo XV, periodo de fuerte conquista española, las primeras preocupaciones ambientales de Vitruvio se ven plasmadas y codificadas por el Rey de España, Felipe II. Los españoles desarrollaron más de 600 fundaciones siguiendo este esquema ortogonal y sistemas ambientales de este tratado.

En el siglo XVI, durante el renacimiento europeo florecen la cultura y las artes. La arquitectura se pone al servicio de cargos de orden institucional, eclesiástico y cultural. También se produce una total ruptura de la relación entre arquitectura y medio ambiente.

Después, en el siglo XIX, nace la máquina a vapor y avanza la revolución industrial en Europa. Las ciudades se vuelven cada vez más densas y carentes de infraestructura necesaria, para mantener las condiciones básicas de habitabilidad e higiene. Por otro lado las emisiones de gases de las industrias, las cuales cada vez eran más, infectaron el aire y el agua enormemente, y es aquí donde aparecen, en reacción, las primeras intervenciones higienistas en las grandes ciudades. En París gracias a los cambios hechos por el Barón de Haussman se logra que la ciudad se ventile y entre el sol con su efecto bactericida. Aparecen las primeras formas de alcantarillado y mejoran las condiciones de salud. En Barcelona, Cerda, propone también cambios de reestructuración de la ciudad. En Londres surgen barrios bajo la concepción de “garden city”, mientras que en España florece la ciudad lineal “a cada familia una casa y a cada casa una huerta con jardín” de acuerdo con Antonio Soria.

Entre 1930 y 1960 se produce el movimiento moderno que refleja la preocupación por regresar a una arquitectura acorde con el entorno. Los proyectos se adaptan al medio natural y condiciones de clima como la casa de la cascada de Frank Lloyd Wright. Aparece también una generación de arquitectos, que retoma las antiguas enseñanzas de la arquitectura vernácula y busca proponer calidad ambiental al interior de los proyectos, con un bajo consumo energético. Le Corbusier se

preocupa por el movimiento del sol, y produce proyectos como la Unidad de Habitaciones de Marsella. Walter Gropius, se preocupa por el estudio de los sistemas de ventilación natural de los edificios. Al mismo tiempo, Oscar Niemeyer en Brasil, produce arquitectura adaptada al clima del trópico húmedo como en el edificio "Um Empreza Graficas". En condiciones climáticas similares, Le Corbusier produce la Villa Shodhan situada en Ahmadabad, India hacia 1956 y más tarde en 1962, Louis Kahn, creador de los edificios de pieles compuestas, desarrolla el proyecto del Parlamento de Dacca, actual Bangladesh.

En los años 60 surge la era espacial, el hombre sale de la tierra, llega a la luna y explora fronteras nunca antes conocidas. En este entorno se desarrollan nuevas fuentes de energía como la solar fotovoltaica. Se retoma el tema de la energía nuclear, no como recurso destructivo de guerra, sino como fuente generadora. Esta especie de segundo renacimiento de la humanidad nos aleja nuevamente de la naturaleza. Este auge científico y tecnológico fortalece otra vez a las grandes capitales. Crecen y se densifican de nuevo los centros urbanos. En Norte América surgen grandes torres de estructura metálica y fachadas de cristal como imagen del desarrollo. Nace la arquitectura internacional que llega a todos los rincones de la tierra, sin ser consciente del gasto energético que produce. Mantener las condiciones de habitabilidad, transporte vertical y disponibilidad de infraestructura para un centro urbano de estas características, supone un gasto enorme de energía y de recursos que nunca se había experimentado durante la evolución de la humanidad.

En los años 70 suceden varios acontecimientos que le dan un nuevo rumbo al desarrollo. En mayo del 68 se produce un importante movimiento de protesta por parte de los estudiantes franceses. Además, el movimiento Hippie

que creció durante la década anterior, influenciado a su vez por las culturas orientales y su respeto por la naturaleza, resurge con fuerza. Los productores de petróleo, recurso natural no renovable, del cual depende el mundo entero, aumentan considerablemente el precio del barril. Estalla la primera crisis energética mundial, genera una primera alerta, nace el concepto de *Ecología* y *esa primera preocupación por el cuidado del planeta*. Los países del primer mundo, grandes consumidores de energía se inventan los primeros laboratorios especializados en el estudio de la eficiencia energética.

A finales de la década se producen las primeras respuestas arquitectónicas *ecológicas* a la crisis energética. Los ex hippies construyen casas bioclimáticas en California, Estados Unidos. Grandes superficies de vidrio expuestas al sol del invierno captan significativas cantidades de energía solar, que a su vez se acumulan en muros macizos de tierra cruda. Esta mezcla de lo autóctono indígena con los avances tecnológicos del momento produce una estética dudosa y poco aceptada. Los esfuerzos de los ingenieros se encaminan rápidamente hacia la búsqueda de nuevas fuentes de energía y aparecen las primeras 'Granjas Eólicas' y los grandes generadores de energía mediante la concentración de la radiación solar.

Durante los 80 se generaliza una conciencia colectiva alrededor de la ecología, concepto que promulga la conservación de los recursos naturales. Nacen la WWF y la Greenpeace, entre otras instituciones que trabajan por la conservación del planeta. El capitán Jacques Ives Cousteau, el arquitecto Jean Louis Izard y otras personalidades, ayudan a generalizar el concepto de conservación y ahorro energético. Por otra parte, la mayoría de las naciones,

grandes consumidoras de energía, ponen en práctica las primeras normas arquitectónicas de ahorro energético.

En el transcurso de la década de los 90, la humanidad pierde la confianza en la ciencia que ha demostrado no poder combatir los grandes flagelos. Se hacen evidentes los grandes problemas ambientales a nivel planetario y mientras el proceso histórico avanza, nos vamos convirtiendo en grandes consumidores de energía, abandonando prácticamente la investigación por la generación alternativa de este recurso. El problema va adquiriendo mayores dimensiones con el enorme aumento de residuos sólidos; la contaminación de las fuentes de agua, mientras millones de personas carecen de agua potable, a más de la tremenda producción y emisión, de manera indiscriminada, de gases peligrosos para nuestra salud y nocivos para la atmósfera.

En respuesta a este lamentable panorama, se reúne la primera Cumbre Mundial Ambiental de Río de Janeiro en 1992. Allí nace el concepto de sostenibilidad. “El desarrollo de la humanidad ha de producirse garantizando la salud del planeta en miras de garantizar el bienestar de las presentes y futuras generaciones.” En 1997, en una nueva cumbre mundial, nace el protocolo de Kyoto que tiene como propósito fundamental reducir las emisiones de gases que producen el efecto “invernadero” con el consecuente recalentamiento del planeta. El protocolo de Kyoto obligaría a los países signatarios a disminuir la emisión de carbono, reduciendo el consumo de combustibles fósiles entre 5 y 10% para finales del 2010. En definitiva, ratifica la importancia de buscar la eficiencia energética ya que el uso no adecuado de la energía, es la fuente de las mayores emisiones de CO<sub>2</sub>, el responsable del efecto invernadero y del cambio climático.



En el año 2002 se reúne la cumbre de JOHANNESBURGO cuyo objetivo es adoptar medidas, para tratar de reducir a más de la mitad, el número de personas sin acceso a los servicios modernos de energía. Busca también lograr que antes de 2012, se cuadruple la eficiencia de la energía en los países desarrollados, concebir y difundir tecnologías de energía renovable, diversificar la oferta de energía mediante tecnologías menos contaminantes que los combustibles fósiles. Por último, busca, de manera enfática, ratificar y aplicar el protocolo de Kyoto.

Durante el primer semestre del año 2005 se ratifica el protocolo de Kyoto y tras 8 años de debate entra en vigencia este protocolo. A la fecha lo han firmado 122 naciones que alcanzan un 44% de las emisiones. El resto de las emisiones son aportadas por países como Australia, Rusia y EEUU. Rusia ratifica el protocolo aportando el 17% de las emisiones totales. Se genera el compromiso de reducir en promedio un 5% de las emisiones totales de gases nocivos del 2008 al 2012.<sup>33</sup>

## **ANEXO 2: ESTRATEGIAS PARA EL DISEÑO BIOCLIMÁTICO**

### **FORMA Y ORIENTACION**

La forma es un aspecto muy importante en la arquitectura bioclimática, ya que de ésta depende la temperatura receptada por el edificio. En el Ecuador, por

---

<sup>31</sup> RAMIREZ, Jorge, Hacia la Sostenibilidad, Colombia, 2005.

la posición casi perpendicular del sol, lo óptimo es hacer fachadas con aperturas grandes en las fachadas este y oeste, para optimizar al máximo el uso de luz natural. Por ejemplo una casa alargada y compacta es lo ideal para tener mas captación de energía solar, ubicando en la fachada este y oeste dispositivos o materiales óptimos para captación; sin embargo, esto tiene una desventaja y es que si ponemos los colectores en esas fachadas no podríamos aprovechar la luz de la mañana del oeste y la luz de la tarde del este, por lo que, es recomendable poner los colectores en el techo ya que así se logrará una gran ventaja, que es la luz cenital casi todo el día, por lo que no se necesitaría que los mismos giren como en otras partes del mundo .

La distribución de espacios interiores también cuenta a la hora de diseñar, hay que agotar todos los recursos posibles en cuanto a ventanearía, aislantes, etc. que permitan regular la temperatura interior para evitar el uso de sistemas artificiales de ventilación, tanto de frío como de calor.

Es indispensable tener en cuenta el lugar donde se la va a realizar el proyecto, ya que las temperaturas, las lluvias, la dirección del viento, la radiación solar, la pendiente del terreno, la vegetación y el contexto varían, dependiendo del lugar e influyen en el confort del proyecto. Lo más importante es que el proyecto se emplace en donde no pueda dañar ningún tipo de ecosistema, para evitar el impacto medioambiental. Tratar de que el emplazamiento sea lo menos ajeno al contexto, para que no actúe bruscamente sobre él, sino mas bien en entera armonía.<sup>34</sup> Aquí en Ecuador por ejemplo, lo ideal es que el emplazamiento del

---

<sup>32</sup> Tomado de los libros: IZARD, Jean Louis, Arquitectura Bioclimática, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1980; OLGAY, Víctor, Arquitectura y Clima, Editorial Gustavo Pili, Barcelona, 1998; LLOYD, David, Arquitectura y Entorno, Editorial Blume, España, 2002.

proyecto se oriente en dirección norte-sur para aprovechar de forma casi total el manejo de la luz.

## CONDICIONES CLIMÁTICAS CONFORTABLES

Generalmente, si los materiales de las fachadas almacenan calor como por ejemplo la piedra, madera contrachapada, tierra cocida o cruda, cartones prensados, mezclas de materiales con follaje, etc; en el día reciben el calor, lo almacenan y de noche lo liberan, generando un balance térmico durante las 24 horas. En el verano funciona igual pero el calor acumulado es el de la casa y eso hace que ésta se mantenga fresca. Además estos materiales son capaces de actuar entre días y estaciones diferentes, equilibrando así las temperaturas.

En el caso de los techos el aislamiento es básico, aunque no se debe exagerar para evitar filtraciones de agua. Por otro lado en las ventanas se necesita otro proceso de aislamiento que consiste en poner doble cristal, doble fachada, quiebrasoles, persianas, paneles, etc. que ayudan a que la edificación se mantenga fresca, al no permitir el paso de extremas temperaturas en el mismo.

“La ventilación puede ser de dos maneras: natural producida por aperturas, y convectiva producida por el reemplazo del aire caliente por el frío, mediante aperturas en las partes altas de las edificaciones. Es por esto que una de las estrategias mas óptimas es que las fachadas sean ventiladas, cuentan con una delgada cámara de aire abierta en cada uno de sus extremos, separadas del exterior por una lámina. Cuando el sol calienta la lámina exterior, ésta calienta el

---

aire del interior, provocando un movimiento convectivo ascendente que ventila la fachada. En invierno este tipo de fachadas aíslan el frío”.<sup>35</sup>

El vapor es otro sistema de refrigeración. Desde hace mucho tiempo se ha venido utilizando este sistema de evaporación, por ejemplo en aldeas donde el clima es caluroso y seco se utiliza paja remojada para cubrir las ventanas y mantener fresco el clima interior. El agua cuando se evapora absorbe calor y este se enfría al liberar una cantidad de calor, es por esto que la vegetación también trabaja con este sistema. Es recomendable que alrededor del proyecto exista vegetación y fuentes de agua sin permitir que produzcan humedad en exceso.<sup>36</sup>

## BENEFICIO ACÚSTICO

Para poder controlar el sonido en un proyecto, primero hay que identificar si éste se encuentra en el interior o en el exterior. Para ruidos exteriores se utilizan las siguientes estrategias: distancia del origen del ruido, apantallamiento, orientación de las aberturas lejos de la fuente de ruido, envoltura de aislamiento sonoro para el edificio. Para ruidos producidos dentro del edificio se utilizan las siguientes estrategias: aislar la fuente de ruido, separar los espacios ruidosos de

---

<sup>33</sup> Tomado del documento de “Medio Ambiente” ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: <http://www.geoscopio.org/cgi-bin/planetatierra/topicos/portada.cgi?topico=arq&fichero=bioclimatica>

<sup>34</sup> “Medio Ambiente” ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: <http://www.geoscopio.org/cgi-bin/planetatierra/topicos/portada.cgi?topico=arq&fichero=bioclimatica>

los de silencio, colocando entre ellos zonas neutras, reducir el ruido en la fuente con materiales aislantes.<sup>37</sup>

## BENEFICIO LUMÍNICO

El mayor beneficio de la luz en la arquitectura bioclimática, es reducir los costos de energía utilizados para la iluminación artificial, pero no debemos dejar de lado que ésta a su vez produce una alta calidad ambiental así como calidad espacial. Para lograr esto existen varios aspectos que deben tomarse en cuenta:

- La orientación de las aperturas deben orientarse hacia el norte, para que no ocurra el efecto de deslumbramiento
- Para evitar la radiación directa se usan métodos como vidrios que reflejen la radiación, así como proteger las aperturas, con elementos que no permitan el paso directo de la luz como quiebrasoles.
- Usar métodos de desviación de luz, especialmente en el techo cuando se deja luz cenital; a más de que provocan un efecto arquitectónico interesante ayudan a dar luz uniformemente.
- Los conductos de luz son muy eficaces ya que permiten dirigir la luz a donde se desee, especialmente a zonas donde la luz no llega con facilidad.

38

## EMPLEO DE MATERIALES SALUDABLES

---

<sup>35</sup> KOENIGSBERGER, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, Viviendas y edificios en zonas calidas y tropicales, Editorial Longman Group Limited, Londres, 1977.

<sup>36</sup> Tomado de "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible" <http://habitat.aq.upm.es/select-sost/ab3.html>.

Para no crear un impacto medioambiental con la construcción de una edificación, se requiere utilizar materiales que sean reciclables, que no sean tóxicos, y que no proporcionen residuos contaminantes durante el proceso de fabricación. Generalmente es mejor usar materiales naturales que se encuentren en la zona, teniendo en cuenta que esto no cause daños en el ecosistema cercano.

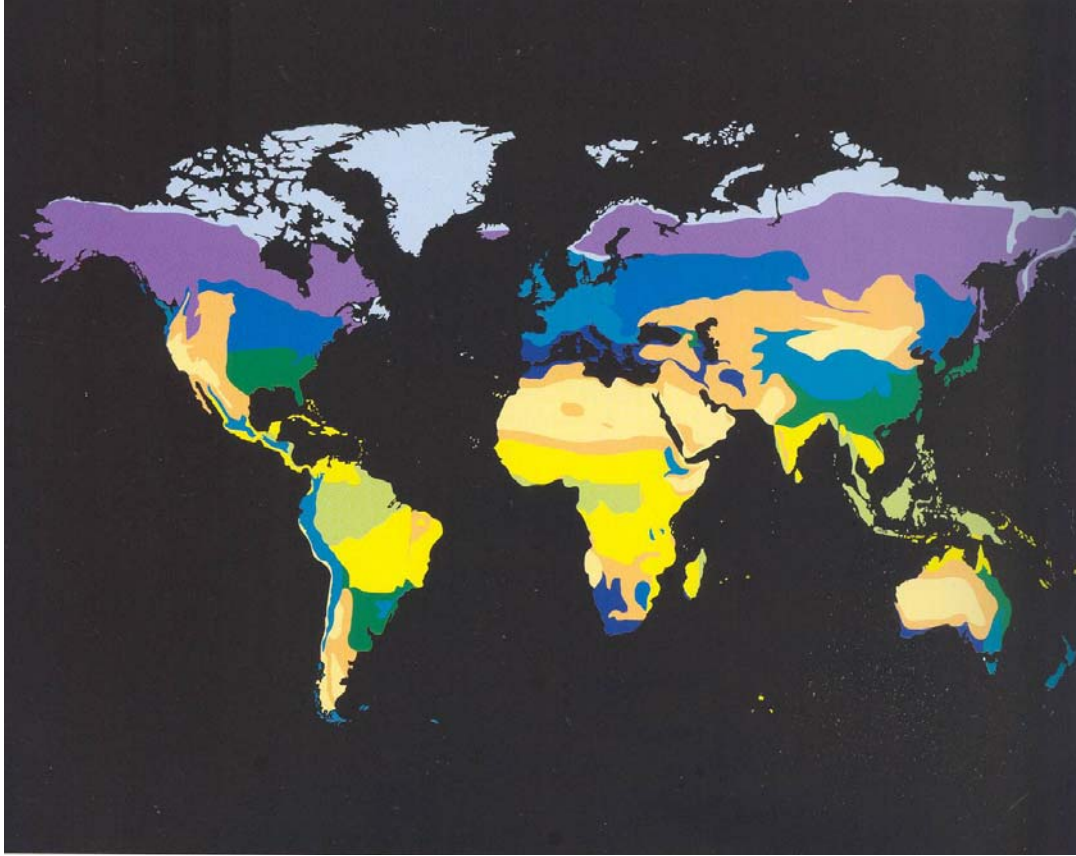
Existen varios aspectos que se deben considerar al tomar decisiones en cuanto a los materiales que se van a utilizar

## RECICLAJE DE DESECHOS

Debemos tener en cuenta que somos la única especie sobre la tierra que crea desechos tóxicos y que no son nutrientes para otras especies, La Universidad de Virginia dice que una “sociedad sustentable debe eliminar el concepto de desechos”. Aparte que los desechos no solo hacen daño a las especies, sino que también contribuyen en la polución del planeta, en un gran porcentaje.

Es por esto que los desechos que genera la arquitectura deben tratarse bajo diferentes estrategias para el manejo de desperdicios: prevención de desechos, reciclaje de construcciones y materiales de demolición, rehuso de la arquitectura y/o de sus materiales y diseño para una arquitectura reutilizable (durabilidad, desarmabilidad, rehuso adaptable a otras construcciones).

## **ANEXO 3: MAPA MUNDIAL DE LAS TEMPERATURAS.**



23.-Referencia: Arquitectura y entorno, 2002, Pág. 244-247.



24.- Referencia: Arquitectura y entorno, 2002, Pág. 244-247.

## **ANEXO 4: CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CLIMA EN EL ECUADOR (INAMHI).**

El Ecuador Continental está situado al noroeste de América del Sur, entre los 01° 28' de latitud norte y 05° 01' de latitud sur y desde los 75° 11' en la planicie amazónica hasta los 81° 01' de longitud oeste, limitando con el Océano Pacífico. El territorio del Ecuador está dividido en tres regiones naturales claramente definidas entre sí, ya sea por su topografía, clima, vegetación y población. Estas tres regiones son: Costa, Sierra y Oriente.

A 600 millas de la costa ecuatoriana hacia el Oeste se encuentra el Archipiélago de Colón o Islas Galápagos que como su nombre lo indica, lo integran varias islas siendo la mayor de ellas la Isla Isabela.

La región Litoral se extiende desde el río Mataje al norte, hasta el río Zarumilla al sur (conforme al Protocolo de Río de Janeiro), y desde el Océano Pacífico, al oeste, hasta las estribaciones de la cordillera occidental de Los Andes, al este. El suelo de la región Litoral es generalmente bajo, con pequeñas elevaciones que no sobrepasan los 800m de altura sobre el nivel del mar. El principal sistema montañoso de la región lo constituye la Cordillera Costera o de Chongón o Colonche que divide a la región en dos subregiones denominadas Costa Externa Costa Interna.

La región de la Sierra está atravesada por la cordillera de Los Andes que la recorre de norte a sur. La cordillera se divide en dos sistemas paralelos: Cordillera Oriental y Occidental, separados por una llanura longitudinal, que está dividida en varios valles por nudos transversales. En la Sierra las altitudes varían desde los 1200 hasta los 6000m.



El Oriente se extiende desde las estribaciones orientales de la Cordillera Central de Los Andes hasta los límites con el Perú, al este, y desde los límites con Colombia hasta los límites con Perú, al sur. En el Oriente existen llanuras virtualmente no exploradas. Sus condiciones naturales son semejantes a todas las regiones tropicales del mundo.

Debido a su posición geográfica y a la diversidad de alturas impuesta por la Cordillera de Los Andes, el Ecuador presenta una gran variedad de climas y cambios considerables a cortas distancias. Nuestro país está ubicado dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas donde se sitúa la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), por esta razón, ciertas áreas del Ecuador reciben la influencia alternativa de masas de aire con diferentes características de temperatura y humedad.

Cuenta con climas tropicales y templados, regiones con características subtropicales, situadas principalmente en las estribaciones de las dos cordilleras; también encontramos zonas desérticas, semi-desérticas, estepas frías y cálidas, etc.

### **1.1. Factores que controlan las condiciones climáticas:**

Las características climatológicas del Ecuador, como las de cualquier otra parte del planeta, responden a una diversidad de factores que modifican su condición natural, tales como: latitud geográfica, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, acercamiento y alejamiento del océano, corrientes marinas y los vientos.

\* Latitud geográfica.- El Ecuador por su situación astronómica, en el centro de la zona tórrida, debiera tener un clima completamente cálido de manera general. No obstante, no es siempre ni en todos los lugares así, debido a la influencia de varios factores que modifican el clima.

\* Altitud del suelo.- Es sin duda, el factor que más contribuye a modificar el clima en nuestro país. Si se considera que partiendo del nivel del mar la temperatura desciende un grado por cada 200 metros de altura, nuestro clima tiene una fluctuación de aproximadamente 31 grados, ya que el nivel de sus tierras va desde 0 metros al nivel del mar hasta 6310 metros que es su máxima altura, en las cumbres del Chimborazo. Esto ha hecho que nuestro país goce del privilegio de poseer todos los tipos de clima, desde el cálido del Litoral hasta el glacial de las alturas andinas.

\* Dirección de las cadenas montañosas.- La altura de las Cordilleras Occidental y Oriental del sistema montañoso de Los Andes impide la penetración de los vientos cálidos y húmedos del occidente y del oriente al interior de las hoyas de nuestra región andina, modificando su clima

\* Vegetación.- Donde existe mayor vegetación, como en el Litoral y el Oriente, se produce mayor evaporación del suelo y de las plantas (evapotranspiración), lo que contribuye al aumento de las precipitaciones, modificando así el clima en dichas regiones.

\* Acercamiento o alejamiento del océano.- La región Litoral o Costa, por estar cerca del Océano Pacífico recibe su acción térmica, modificadora del clima.

\* Corrientes marinas.- Las llanuras de la región Litoral reciben la influencia de la corriente fría de Humbolt, la misma que disminuye la temperatura hasta la altura del Cabo Pasado, que le corresponde por estar en la zona tórrida. También no permite el paso de los vientos cálidos y húmedos del Pacífico, haciendo que en estas zonas las precipitaciones sean escasas, convirtiendo en estériles a los suelos de la Península de Santa Elena. La corriente cálida de El Niño, en cambio, influye en el clima de nuestra región Litoral desde el norte hasta el Cabo Pasado, haciéndolo más cálido, aumentando significativamente el régimen de lluvias en este sector.

\* Los vientos.- Los vientos que soplan desde Los Andes disminuyen la temperatura de los suelos bajos de la Costa y Oriente. Además, al chocar con los vientos calientes y húmedos de estas regiones producen precipitaciones.

#### 1.2. Ubicación e influencia de las masas de aire regionales:

Las tres regiones que distingue el territorio ecuatoriano, Costa, Sierra y Oriente se diferencian entre sí y son el lugar de origen de grandes masas de aire que toman de él sus características produciéndose, con su desplazamiento, ciertas modificaciones causadas por las variaciones que sufre por ese desplazamiento a regiones con diferentes cualidades. Por consiguiente en nuestro país podemos considerar tres zonas de origen de masas de aire, así:

\* Masas tropicales marítimas.- Estas masas se originan en las extensiones oceánicas y se distinguen por su alta temperatura y gran contenido de humedad.

\* Masas tropicales continentales.- Estas masas se caracterizan por bajas temperaturas y un contenido menor de humedad, su lugar de origen son las planicies del Litoral y del Oriente, distinguiéndose estas últimas por un mayor contenido de humedad.

\* Masas templadas.- Estas masas se caracterizan por bajas temperaturas y un contenido muy irregular de humedad, se sitúan en los valles interandinos.

\* Masas de aire frío.- Estas masas se asientan en las mesetas andinas y en las cimas altas de las montañas (más de 3000m de altura); las temperaturas son menores o iguales a 0 °C y la humedad depende de la influencia de las masas de aire que reciben.

Conocemos que los vientos predominantes en el Ecuador son los alisios del nordeste en el Hemisferio Norte y los del sudeste en el Hemisferio Sur, alterándose esta prevalencia por el comportamiento de las masas de aire y los desplazamientos del cinturón ecuatorial. Lo expuesto anteriormente determina que en el Ecuador se formen masas de aire ora estáticas ora móviles, con características propias. El papel de estas masas de aire puede resumirse de la siguiente forma:

La región costanera central (Península de Santa Elena y Sur de Manabí) la mayor parte del tiempo está bajo la influencia de la corriente fría de Humbolt. En Salinas la temperatura de la superficie marítima disminuye entre los meses de junio y septiembre, que corresponden al invierno austral. Masas de aire marítimo relativamente frío invaden la faja costanera dando lugar a neblinas y lloviznas con valores de precipitaciones muy débiles, determinando un clima seco. Sin embargo, tiene una influencia importante en las partes altas de los relieves

(Cordillera Costanera) donde son responsables de zonas notablemente más húmedas.

La región de la Sierra, se encuentra bajo la influencia alterna de "Masas de Aire tropical Marítimo" (MATM) y "Masas de Aire Tropical Continental" (MATC). Desde inicios de Septiembre, la ZCIT (que se encuentra a esa época del año sobre el Hemisferio Norte y en proceso de alcanzar el Ecuador), después de rechazar los alisios del sudeste, moviliza hacia el continente las MATM. Estos al sumarse los alisios del nordeste dan inicio a la estación lluviosa. A fines de diciembre, la ZCIT que aún se encuentra en el Hemisferio Norte, detiene el movimiento anterior, y sin que haya mayor ingreso de aire marítimo húmedo, provoca una ligera recesión de la pluviometría que corresponde al llamado "veranillo del Niño" de fines de diciembre-enero. Mientras tanto, debido a las fuertes temperaturas, las MATC de la llanura amazónica siguen reforzándose; al verse empujadas luego hacia la cordillera, ingresan en parte al callejón interandino y dan lugar a un segundo pico lluvioso a partir de marzo.

En las hoyas interandinias, sigue válido el régimen anteriormente expuesto de una estación lluviosa, con dos picos separados por una corta estación seca. Sin embargo, por estar mejor abrigadas, por recibir aire marítimo o continental casi totalmente descargado de humedad y porque ahí reinan "Masas de Aire Templado Continental", el total de las precipitaciones es menor y el clima más estable y seco.

La región Amazónica.- Fundamentalmente se encuentra bajo la influencia de las MATC, las mismas que se originan en la Amazonía Central y que gran parte del año actúan como perturbaciones tropicales. De todas maneras y aunque sea en forma

limitada, también se observa una ligera recesión de las precipitaciones a fines de diciembre y en enero.

### 1.3. Variables principales del clima:

Entre las variables principales del clima tenemos: temperatura, humedad, lluvia, heliofanía, evaporación, tensión del vapor, dirección y fuerza del viento, radiación solar, etc.

\* Heliofanía.- Se entiende por heliofanía (insolación), el número de horas en que el sol se hace presente en un lugar determinado. En toda la llanura litoral hasta una altura de 500m en la ladera de la Cordillera Occidental, el promedio anual de horas de brillo solar fluctúa entre las 600 y 1700 horas, siendo las más favorables de este número las zonas más secas. En la región interandina, la insolación fluctúa entre las 1200 y 2000 horas anuales, con ciertas excepciones de lugares muy lluviosos.

Pese a la poca información existente en la región amazónica, se ha determinado que la insolación se ubica entre las 1000 y 1400 horas anuales. En el Archipiélago de Colón, el promedio anual de insolación se ubica alrededor de las 2000 horas anuales.

\* Temperatura.- Es el grado de calor o de frío de la atmósfera. En la región interandina la temperatura está vinculada estrechamente con la altura. Entre los 1500 y 3000 metros los valores medios varían entre los 10°C y 16°C. En la región oriental, zona litoral e Islas Galápagos, la media anual se establece entre los 24 °C y 26°C, con extremos que raramente sobrepasan los 36°C o bajan a menos de los 14°C.

\*Precipitación.- Es la cantidad de agua procedente de la atmósfera. La región amazónica, al igual que el noreste de la provincia de Esmeraldas, son las zonas más lluviosas con totales anuales que fluctúan entre los 3000 y 4000 mm. En el Litoral, las precipitaciones anuales aumentan de oeste a este. Los valores más bajos se registran en el sector comprendido entre Manta y la Península de Santa Elena, cuyos registros alcanzan los 250 mm, mientras que precipitaciones anuales superiores a los 3000 mm. Pueden observarse hacia el interior de la región hasta una altura aproximada de los 1500 m.

En la región interandina, se observan dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y de octubre a noviembre, con una primera estación seca muy marcada entre junio y septiembre, y con una segunda menos acentuada en diciembre-enero. Los totales pluviométricos fluctúan entre los 700 y 1500 mm. Generalmente. En las hoyas interandinas los valores anuales se ubican en el orden de los 500 mm. Por otra parte, en las regiones situadas sobre los 3500 m de altura, se observan frecuentes neblinas y las lluvias son generalmente de larga duración y débil intensidad.

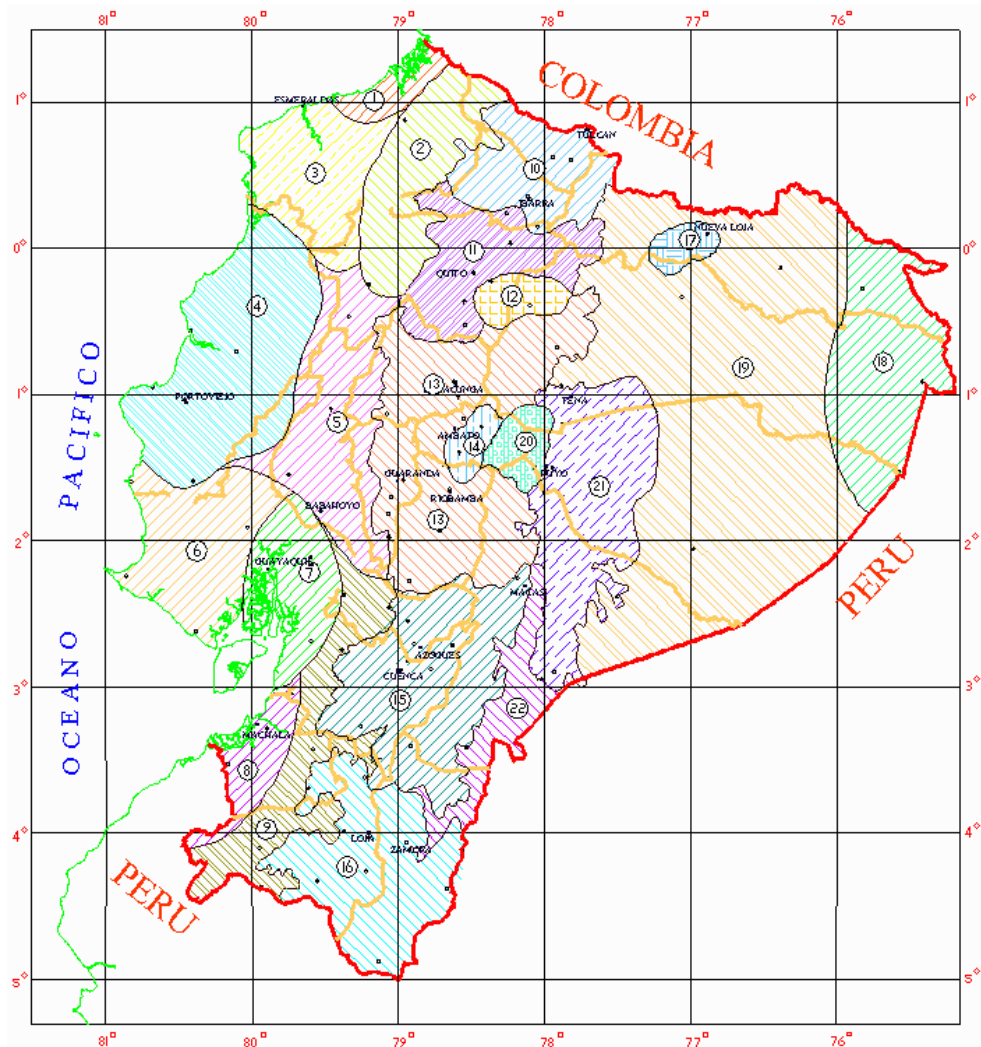
\* Humedad relativa (HR).- Es la proporción entre la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera y el máximo que necesitará para la saturación. <sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> "Climas del Ecuador"; Climas del Ecuador, UNAMHI. <http://www.inamhi.gov.ec/> ( 19 de octubre de 2005)

**ANEXO 5: MAPA DE LA ZONIFICACIÓN DE LAS REGIONES  
POR CLIMA EN EL ECUADOR.**





25.- Referencia:

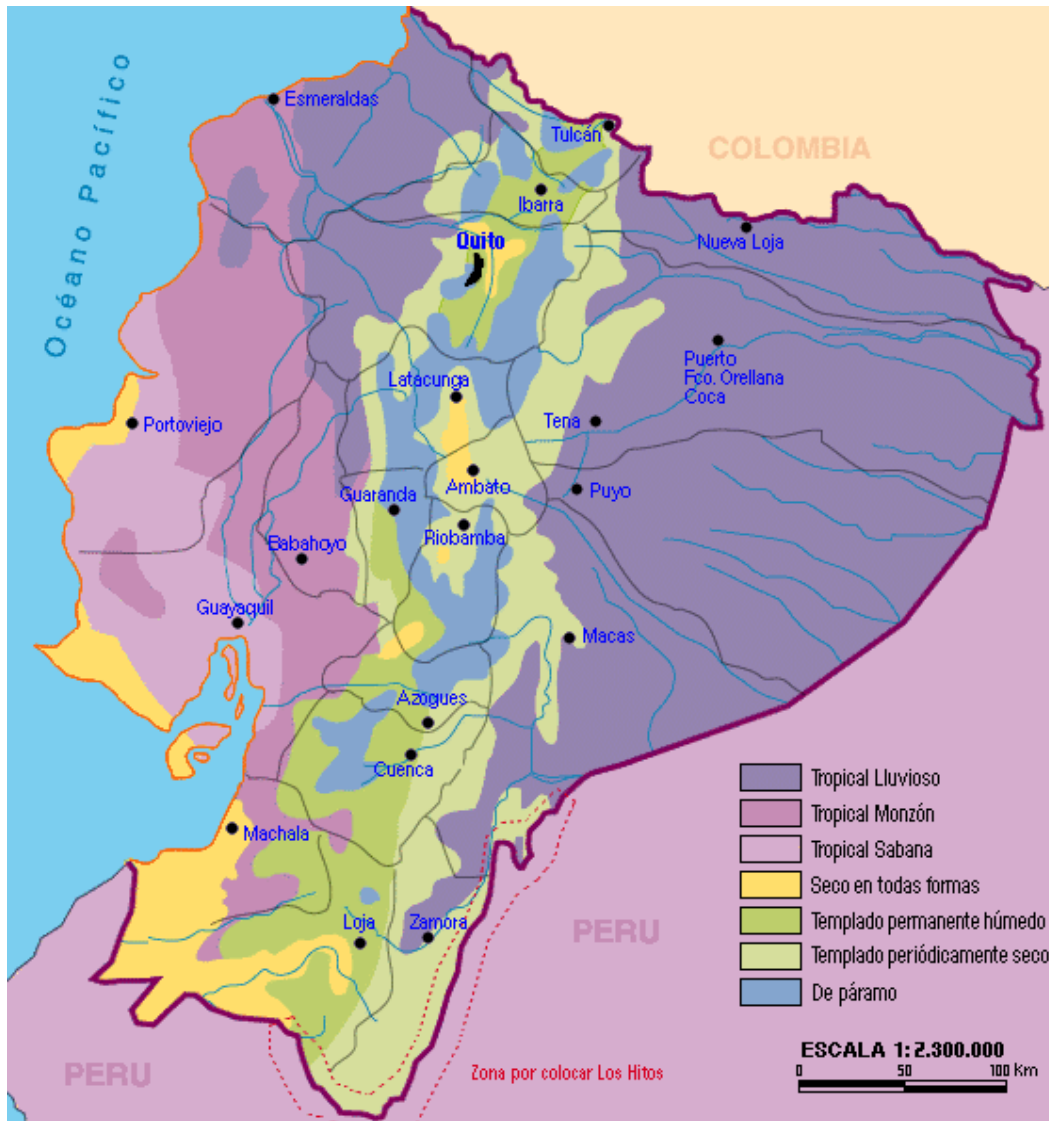
<http://www.inamhi.gov.ec/>

- |                            |                             |                             |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1.- Litoral noroccidental. | 2.- Interior noroccidental. | 3.- Noroccidente.           |
| 4.- Noroccidente.          | 5.- Interior centro.        | 6.- Península Sta. Elena    |
| 7.- Golfo de Guayaquil.    | 8.- Litoral sur.            | 9.- Interior sur.           |
| 10.- Extremo norte.        | 11.- Norte centro.          | 12.- Interior norte centro. |
| 13.- Centro.               | 14.- Interior centro.       | 15.- Sur.                   |
| 16.- Extremo sur.          | 17.- Noroccidente interior. | 18.- Extremo nororiental.   |

19.- Planicie amazónica. 20.- Centro de las estribaciones de la Cordillera Oriental.

21.- Planicie central. 22.- Extremo sur.

## ANEXO 6: MAPA CLIMÁTICO DEL ECUADOR



ANEXO 7: FOTO A 26.- Referencia: <http://www.ecuador.metropoliglobal.com/contenido/>

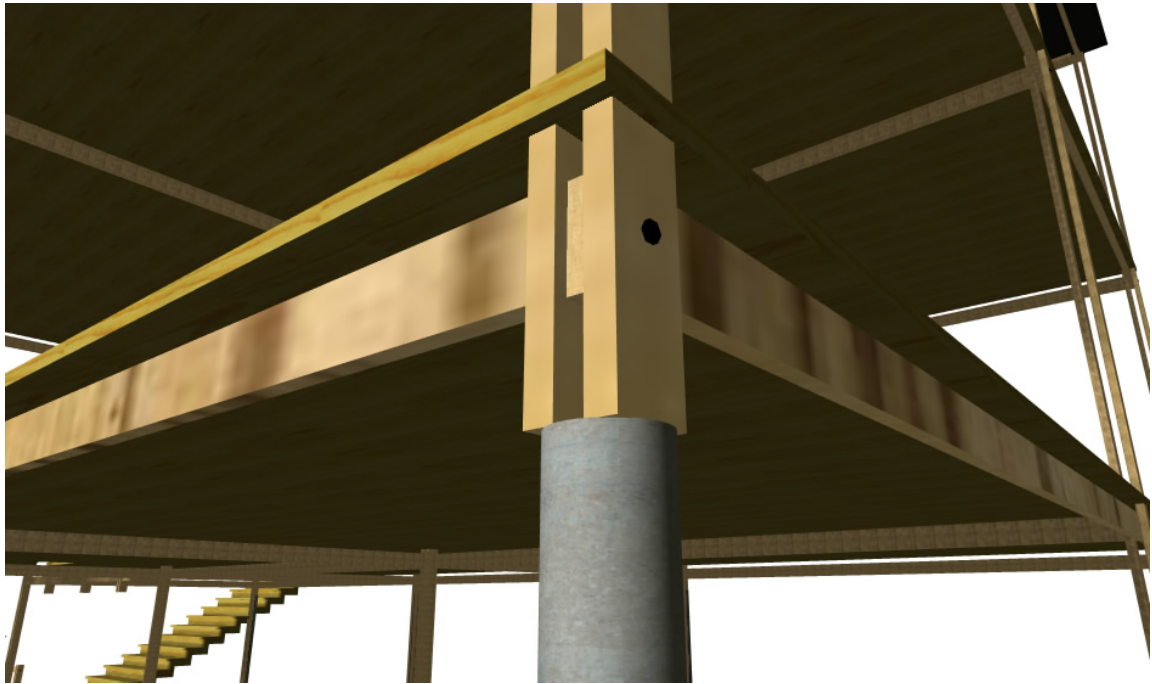
## **ANEXO 7: FOTOS DEL PROYECTO**

Referencia: foto proporcionada por el IGM









## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- Presentación de arquitectura bioclimática de Jorge Ramírez Fonseca  
Arq.
- IZARD, Jean Louis, Arquitectura Bioclimática, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1980.
- DEFIS, Armando, Arquitectura Ecológica Tropical, Editorial Concepto, 1989.
- OLGAY, Víctor, Arquitectura y Clima, Editorial Gustavo Pili, Barcelona, 1998.
- MORENO, Mauricio, La Arquitectura como recurso, 2004,  
[www.trama.com.ec/T86/T79/rev79.html](http://www.trama.com.ec/T86/T79/rev79.html)
- KOENIGSBERGER, Ingersoll, Mayhew, Szokolay, Viviendas y edificios en zonas calidas y tropicales, Editorial Longman Group Limited, Londres, 1977.
- RAMIREZ, Jorge, Del Neolítico al Protocolo de Kyoto, 2005  
<http://www.losconstructores.com/Comunicacion/C/cs-22-09-05/cs-22-09-05.asp>
- “Declaración de Johannesburgo sobre el desarrollo sustentable”, Naciones Unidas, 2002, [http://www.treatycouncil.org/new\\_page\\_524212222.htm](http://www.treatycouncil.org/new_page_524212222.htm). (18 de octubre de 2005).
- “Declaración de Independencia para un Futuro Sustentable” UIA, IAA.2004,  
[http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD\\_POI\\_PD/Spanish/WSSD\\_sp\\_PD.htm](http://www.un.org/esa/sustdev/documents/WSSD_POI_PD/Spanish/WSSD_sp_PD.htm). (17 de octubre de 2005).



- Datos proporcionados por el Ingeniero Humberto Enríquez, Climatología, UNAMHI. 2005.
- “Climas del Ecuador”; Climas del Ecuador, UNAMHI.  
<http://www.inamhi.gov.ec/> (19 de octubre de 2005).
- “Mapa Climático del Ecuador”, Metropoliglobal. 2005  
<http://www.ecuador.metropoliglobal.com/contenido/> (19 de octubre de 2005).
- “Geografía Física” [http://www.areas-protegidas.org/ecuador\\_geografia\\_fisica.php#1](http://www.areas-protegidas.org/ecuador_geografia_fisica.php#1). (19 de octubre de 2005).
- LLOYD, David, Arquitectura y Entorno, Editorial Blume, España, 2002.
- EDWARDS, Brian, Guía Básica de la Sostenibilidad, Editorial Gustavo Pili, Barcelona, 2001.
- ENCARTA, Conceptos, 2005, <http://mx.encarta.msn.com/>. (19 de octubre de 2005).
- “Sustainable Development”, Nuclear Energy Agency, 2005.  
<file:///C:/Documents%20and%20Settings/portablePC/My%20Documents/TE SIS/Nuclear%20Energy%20Agency%20work%20on%20sustainable%20development.htm>. (19 de octubre de 2005).
- “Protocolo de Kyoto”, 2005,  
<file:///C:/Documents%20and%20Settings/portablePC/My%20Documents/TE SIS/madri+d%20Kioto.htm>. (18 de Octubre de 2005).
- “Arquitectura del respeto” Jorge Toledo García, Artículo destacado ECOTA, [www.todoarquitectura.com](http://www.todoarquitectura.com)
- “Deforestación en el Ecuador” [http://www.areas-protegidas.org/amazonia\\_deforestacion...](http://www.areas-protegidas.org/amazonia_deforestacion...)

- Fotos proporcionadas por Alex Narváez Arq.
- Fotos proporcionadas por Jorge Ramírez Arq.
- “Paneles fotovoltaicos” [www.cujae.edu.cu/eventos/cier/](http://www.cujae.edu.cu/eventos/cier/)
- “Reserva geotérmica” [http://www.quipo.it/didactnet99/Energia3/geoterm/centrale\\_termoelettrica.htm](http://www.quipo.it/didactnet99/Energia3/geoterm/centrale_termoelettrica.htm)
- “Biomasa” <http://archivo.greenpeace.org>
- “Gas metano” <http://en.wikipedia.org/wiki/Methane>.
- “Procesos aeróbicos de descomposición de aguas residuales”  
<http://www.uc.cl/quimica/agua/tratamiento.htm>
- “Procesos anaeróbicos de descomposición de aguas residuales”  
<http://www.lenntech.com/espanol/FAQ-microbiologia-del-agua.htm>.
- “Bloques de tierra” <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n5/fafcas/i10afca>
- “Piedra” [www.terra.org](http://www.terra.org)
- “Madera construcción” <http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www-ni.laprensa.com>
- “Aislantes orgánicos”  
<http://www.ctv.es/USERS/topoterra/ceder/curso3a.htm>
- “Energías Renovables” [www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org).
- “CASAS VERDES”, Bioclimática y arquitectura,  
[http://todoingenieria.com/v2/media/EcoTA/Art003\\_2.jpg&imgrefurl=http://todoingenieria.com/v2](http://todoingenieria.com/v2/media/EcoTA/Art003_2.jpg&imgrefurl=http://todoingenieria.com/v2).
- “Emergency Shelter” <http://www.calearth.org/emergshelter.htm>
- “Experimentación”, <http://www.lecampment.com>

- “Urbanización en Koldin”,  
<http://www.apabcn.es/sostenible/construccions/buscador/castella/busc3.asp?id=132>
- “RENZO PIANO” Academy of Science,  
<http://www.calacademy.org/newacademy/newbuilding.php>
- Datos proporcionados por el Ingeniero Humberto Enríquez, Climatología, UNAMHI. 2005.
- Tomado del Mapa Vial- Turístico proporcionado por el IGM.
- Mapa proporcionado por el Ing. Milton Arsiniegas del Ministerio de Ambiente.
- Carta geográfica de Mindo y sus alrededores proporcionada por el IGM.
- “Medio Ambiente” ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA: TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA:  
<http://www.geoscopio.org/cgi-bin/planetatierra/topicos/portada.cgi?topico=arg&fichero=bioclimatica>.
- “Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible”  
<http://habitat.aq.upm.es/select-sost/ab3.html>.