



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**UNIDAD DE POSGRADO INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE
MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

**“SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS Y TECNOLÓGICAS
QUE DISMINUYAN LA TEMPERATURA INTERIOR DE
EDIFICACIONES TENDENTES A PRESCINDIR DE
ACONDICIONADORES DE AIRE”**

AUTOR: ARQ. GALO ALBERTO BURBANO GUTIÉRREZ

TUTOR: DR. WILSON ORLANDO POZO GUERRERO Ph.D.

**GUAYAQUIL
ENERO – 2016**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS Y TECNOLÓGICAS QUE DISMINUYAN LA TEMPERATURA INTERIOR DE EDIFICACIONES TENDENTES A PRESCINDIR DE ACONDICIONADORES DE AIRE”	
AUTOR: Arq. Galo Alberto Burbano Gutiérrez	TUTOR: Dr. Wilson Orlando Pozo Guerrero Ph.D. REVISORES: Ing. Sisiana Chávez Mg.
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	FACULTAD: UNIDAD DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
CARRERA: MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL	
FECHA DE PUBLICACIÓN: Enero 2016	No. DE PÁGS.: 127
TÍTULO OBTENIDO: ARQUITECTO	
ÁREAS TEMÁTICAS: ARQUITECTÓNICO - AMBIENTAL	
PALABRAS CLAVE: Climatización alternativa - Decremento emisiones de CO2 y CFCs - Reducción acondicionadores de aire - Disminución del ruido ambiental – Proyecto arquitectónico bioclimático.	
RESUMEN: La protección del Medio Ambiente se ha constituido en una prioridad en el orbe por lo que se elaboró este Proyecto que intenta reducir el uso de los equipos acondicionadores de aire en zonas tropicales, creando un clima confortable en la edificación mediante sistemas alternativos inocuos que eviten las emisiones de CFCs y sus derivados. Se planteó un beneficio adicional al disminuir el ruido ambiental generado por estos equipos y el ahorro de emisiones de gas de efecto invernadero (GEI). Se sugirió además la construcción de “cubiertas verdes” que contribuyan a refrescar el interior de la edificación. Finalmente se diseñó un Proyecto arquitectónico Bioclimático y ecléctico donde se plasman las técnicas expuestas teóricamente. En consecuencia, el trabajo entraña un propósito ambientalista dentro de un marco de justicia social que sea beneficioso para la humanidad y el planeta.	
Nº. DE REGISTRO (en base de datos):	No. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES	Teléfono: 0991 092 901 E-mail: burbanogalo@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Unidad de Postgrado Investigación y Desarrollo
	Teléfono: 2325530-38 Ext. 114
	E-mail: upid@ug.edu.ec

CERTIFICADO DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Programa de Maestría en Administración Ambiental, nombrado por el Director General de la Unidad de Posgrado, Investigación y Desarrollo, CERTIFICO: que he analizado la Tesis presentada, como requisito para optar el grado académico de Magíster en Administración Ambiental, titulada **“SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS Y TECNOLÓGICAS QUE DISMINUYAN LA TEMPERATURA INTERIOR DE EDIFICACIONES TENDENTES A PRESCINDIR DE ACONDICIONADORES DE AIRE”**, la cual cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que demanda el reglamento de posgrado.

Dr. Wilson Orlando Pozo Guerrero Ph.D.

C.I. 0400440590

Tutor

Guayaquil, enero de 2016

CERTIFICADO DE GRAMÁTICO

ROSA CECILIA MENDIETA GARCÍA, MAGÍSTER EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y ESPECIALISTA EN ELABORACIÓN DE PROYECTOS SOCIALES Y EDUCATIVOS, con registro del SENESCYT No. 1006- 06- 651875, por medio del presente tengo a bien **CERTIFICAR**: Que he revisado la redacción; estilo y ortografía de la tesis de grado, elaborada por el Sr. **ARQ. GALO ALBERTO BURBANO GUTIÉRREZ**, con cédula de identidad **No. 1302035595** previo a la obtención del grado académico de **MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**.

Tema de tesis: **“SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS Y TECNOLÓGICAS QUE DISMINUYAN LA TEMPERATURA INTERIOR DE EDIFICACIONES TENDENTES A PRESCINDIR DE ACONDICIONADORES DE AIRE”**.

Trabajo de investigación que ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y sintaxis vigentes.

MSc. Cecilia Mendieta García
No. Cédula: 0904464625
Registro SENESCYT: 1006- 06- 651875
Número de teléfono: 098 581 3440
Correo: ceciliamendieta52@hotmail.com

DECLARACIÓN JURADA DEL AUTOR

Yo, **Galo Alberto Burbano Gutiérrez**, declaro bajo juramento ante la Dirección de Posgrado de la Universidad de Guayaquil, que el trabajo aquí descrito, así como sus resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas es de mi autoría y exclusiva responsabilidad, que es inédito y no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional.

La reproducción total o parcial de esta tesis en forma idéntica o modificada, no autorizada por los editores transgrede los derechos de autoría. Cualquier utilización debe ser previamente solicitada a la Universidad de Guayaquil, a través de la Dirección de Posgrado o al autor.

C I. 1302035595

AGRADECIMIENTO

Gracias a la vida y a su Creador por darme la oportunidad de servir al prójimo desde la parcela que me corresponde.

Lo propio al tutor de Tesis, Dr. Wilson Pozo G. y a entrañables colaboradores que hicieron posible esta meta.

Galo Alberto

DEDICATORIA

... a cuatro mujeres maravillosas
como mano abierta al corazón,
que sienten el latido de mi ser
viviendo por ellas cada instante...

Galo Alberto

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	iii
CERTIFICADO DE REDACCIÓN Y ESTILO.....	iv
DECLARACIÓN JURADA DEL AUTOR.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS Y CUADROS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I EL PROBLEMA.....	5
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	9
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	11
1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.3 HIPÓTESIS GENERAL.....	11
1.3.1 VARIABLES.....	11
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 EL MEDIO AMBIENTE.....	19
2.1.1 LA ESTRATÓSFERA.....	19
2.1.2 LA CAPA DE OZONO.....	20
2.1.3 EL PLANETA.....	22
2.1.4 LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS.....	24
2.1.5 LA VIVIENDA.....	32
2.1.6 LA ARQUITECTURA.....	33
2.1.7 LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA.....	34
2.1.8 EL CLIMA Y SUS ELEMENTOS.....	35

2.1.9 CLASIFICACIÓN DE LOS CLIMAS DEL ECUADOR	37
2.1.10 TEMPERATURA INTERIOR EN LA EDIFICACIÓN	38
2.1.11 DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO	39
2.1.12 ÍNDICES DE CONFORT TÉRMICO PARA ECUADOR	40
2.1.13 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ...	41
2.1.14 MATERIALES PREDOMINANTES EN ZONAS TROPICALES	43
2.1.15 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN NATURAL.....	45
2.1.16 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN ARTIFICIAL.	52
2.2 MARCO CONCEPTUAL	66
2.2.1 ANTECEDENTES MEDIOAMBIENTALES.....	66
2.2.2 LA COP 21.....	68
2.3 MARCO LEGAL	69
2.3.1 CONTEXTO INTERNACIONAL	69
2.3.2 CONTEXTO NACIONAL.....	71
 CAPÍTULO III METODOLOGÍA Y FUENTES.....	 73
 CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	 74
4.2 CONCLUSIONES GENERALES.....	78
 CAPÍTULO V PROPUESTA.....	 79
5.1 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS.....	79
5.1.2 SISTEMA ECO-TÉCNICO PARA CLIMA CÁLIDO.....	79
5.1.3 SISTEMA ALTERNATIVO DE VENTILACIÓN	82
5.1.4 SISTEMA MIXTO DE EXTRACCIÓN.....	83
5.1.5 SISTEMA DE “CUBIERTAS VERDES” Y SOLUCIÓN “AZOLLA”...86	
5.2 PROYECTO ARQUITECTÓNICO BIOCLIMÁTICO	91
5.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO PROPUESTO.....	92
5.2.2 ANÁLISIS DE ÁREA.	95
5.2.3 SÍNTESIS DEL PROYECTO.....	96
BIBLIOGRAFÍA	98
ANEXOS	104

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Clima de la zona en estudio	104
ANEXO 2 Carta Bioclimática de V. Olgay.....	105
ANEXO 3 Esquema de una unidad de refrigeración Solar.....	105
ANEXO 4 Esquema de una unidad A/Ac INVERTER.....	106
ANEXO 5 Unidad de refrigeración Bioclimática.....	106
ANEXO 6 Reacción fotoquímica de los CFCs.....	107
ANEXO 7 Extractores Eólicos.....	107
ANEXO 8 Ventilación Cruzada.....	108
ANEXO 9 Ventilación Convectiva.....	108
ANEXO 10 Ventilación Inferior.....	109
ANEXO 11 Extracción "Vénturi":.....	109
ANEXO 12 Sistema Venturi.....	110
ANEXO 13 Extractor Eólico.....	110
ANEXO 14 Chimenea Eólica.....	110
ANEXO 15 Vivienda bioclimática y sus flujos de aire.....	111
ANEXO 16 Entrada inferior de aire fresco y salida cálida.....	111
ANEXO 17 Extractor de tumbado (interior).....	112
ANEXO 18 Extractor eléctrico (exterior).....	112
ANEXO 19 Sistema de extracción en edificios con ductos.....	112
ANEXO 20 Cubiertas Verdes.....	113
ANEXO 21 Casa "Efecto Botijo".....	113
ANEXO 22 y 23 Fachada Frontal y Lateral.....	113
ANEXO 24 y 25 Perspectiva y Planos Arquitectónicos del Proyecto.....	115

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No 1 Paredes de la costa.....	44
Cuadro No 2 Pisos de la costa.....	44
Cuadro No 3 Cubiertas de la costa.....	44
Cuadro No 4 Formato de encuesta.....	75
Cuadro No 5 Resultado de encuesta.....	75
Cuadro No 6 Gráficos de resultado de encuesta.....	76



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
UNIDAD DE POSGRADO INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO:
MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
“SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS Y TECNOLÓGICAS QUE
DISMINUYAN LA TEMPERATURA INTERIOR DE EDIFICACIONES
TENDENTES A PRESCINDIR DE ACONDICIONADORES DE AIRE”

AUTOR: ARQ. GALO ALBERTO BURBANO GUTIÉRREZ
TUTOR: DR. WILSON ORLANDO POZO GUERRERO Ph.D.
RESUMEN

Desde hace cien años atrás se viene notando un cambio en la situación climática del planeta, lo cual ha dado inicio a una campaña mundial de protección del mismo, propiciándose diferentes eventos científicos que motiven a la población para que cambien sus hábitos y costumbres perjudiciales. La protección del Medio Ambiente se ha constituido en una prioridad en el orbe. Por esto se elaboró este Proyecto que intenta reducir el uso de los equipos acondicionadores de aire creando un clima confortable en la edificación mediante sistemas alternativos inocuos que eviten las emisiones de CFCs. Para esto se realizó un análisis de la vivienda en zonas cálidas del país. Se hizo un breve estudio de los principales materiales de construcción y sus propiedades físico-mecánicas. Se mostraron algunas técnicas para paliar las elevadas temperaturas interiores y paralelamente se realizaron encuestas por muestreo en una ciudadela representativa de la clase media-alta, que es donde más se usan esos equipos, para conocer la predisposición a usar sistemas de climatización alternativos sin mermar el confort. Se pudo inferir que hubo buena aceptación provocada por costos de energía. Se planteó un beneficio adicional al disminuir el ruido ambiental generado por estos equipos. Así, el Estado se beneficia con el ahorro de energía y evita también emisiones adicionales de CO₂. Los sistemas pasivos y eólicos no dan resultados óptimos. Se propuso un sistema con fundamentos eólicos complementados con tecnología barata. Para apoyar esta propuesta se perfeccionó con información relativa a los sistemas eléctricos de extracción de aire. Se abundó en recomendaciones de orden constructivo que colaboren con el plan bioclimático. Se planteó “cubiertas verdes” que contribuya a refrescar el interior de la edificación, etc. En consecuencia, el proyecto entraña un propósito ambientalista, beneficioso a la humanidad. Para concluir el trabajo se ha elaborado un proyecto arquitectónico con los gráficos técnicos pertinentes para la ejecución del mismo y plasmar lo expresado.

PALABRAS CLAVE: Decremento de emisiones de CO₂ y CFCs. Reducción Ac/A. Disminuye ruido ambiental. Proyecto Bioclimático.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
UNIDAD DE POSGRADO INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO:
MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
“SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS Y TECNOLÓGICAS QUE
DISMINUYAN LA TEMPERATURA INTERIOR DE EDIFICACIONES
TENDENTES A PRESCINDIR DE ACONDICIONADORES DE AIRE”

AUTOR: ARQ. GALO ALBERTO BURBANO GUTIÉRREZ

TUTOR: DR. WILSON ORLANDO POZO GUERRERO

ABSTRACT

For a hundred years ago it has been noticing a change in the climatic conditions of the planet which has initiated a global campaign to protect the same, propitiating different scientific events that motivate people to change their habits and harmful ways. Environmental protection has become a priority in the orb. The attempt lies in creating a comfortable climate in buildings by means of friendly alternative systems that prevent emissions of CFCs. and its derivatives. For this, an analysis of housing of the hot zone of the country was carried out. A brief study was conducted in order to determine what the major construction materials and their physical and mechanical properties are. Some techniques to alleviate the high temperatures indoors were shown, and in parallel with this, surveys were conducted with a representative upper-middle class sample in a residential complex, which is where such equipment is mostly used, to determine the willingness to use alternative cooling systems, without impacting comfort. By deductive methodology it could be inferred that these alternative systems were widely accepted due to the energy costs. Further to reduce environmental noise generated by these teams benefit was raised. The State additionally benefits from energy savings and also avoids additional emissions of CO₂. The wind and passive systems did not give optimal results; therefore, a wind-based in system was proposed, supplemented by low-cost technology. To further support this proposal, it was supplemented by information on electrical air extraction systems. Plenty of additional recommendations were given about structure, which will contribute to the bioclimatic planning. The construction of "green roofs" that help cool the interior of the building was raised and so on. Accordingly, the project involves an environmental purpose that is beneficial to mankind.

To conclude the work has developed an architectural project with all relevant technical drawings for the execution and capture what has been stated in theory.

Keyword: Decrement CO₂ and CFC emissions. Reduction of air conditioners. Reduction of environmental noise. Bioclimatic architectural project.

INTRODUCCIÓN

Habida cuenta de las manifestaciones ostensibles de deterioro de la vida en el planeta, lo menos que se puede hacer es evidenciar el problema para luego acometer con estrategias, maniobras, normativas, etc., tendentes a frenar, paliar o mitigar el daño causado por el hombre a su “Casa Común”, el orbe. Así, el propósito fundamental del presente trabajo es analizar una de las aristas del problema general, para posteriormente proponer soluciones y recomendaciones.

Encíclica Laudato si: “La cultura ecológica no se puede reducir a una serie de respuestas perentorias y parciales a los problemas que van apareciendo en torno a la degradación del ambiente, al agotamiento de las reservas naturales y a la contaminación. Debería ser una mirada distinta, un pensamiento, una política, un programa educativo, un estilo de vida y una espiritualidad que conformen una resistencia ante el avance del paradigma tecnocrático. De otro modo, aún las mejores iniciativas ecologistas pueden terminar encerradas en la misma lógica globalizada. Buscar sólo un remedio técnico a cada problema ambiental que surja, es aislar cosas que en la realidad están entrelazadas y esconder los verdaderos y más profundos problemas del sistema mundial” (Papa Francisco, 2015).

Se ha optado por presentar la situación problemática generada por el uso indiscriminado y excesivo de equipos de climatización artificial como son los llamados “Acondicionadores de Aire” (Ac/A). Estos dispositivos de diferente envergadura y tipo, tienen el mismo objetivo cual es de bajar la temperatura en ambientes cálidos haciéndolos más confortables.

Su uso se ha generalizado tanto en el planeta en zonas de clima tropical y cálido, máxime ahora que se ha notado un incremento de la temperatura global.

Su aparente inocuidad no es tal, su accionar entraña ciertas afectaciones al medio ambiente provocadas *a-priori*, por las emisiones de un gas llamado Fluoroclorocarbono (CFC), y sus derivados, los mismos que presumiblemente afectan a la capa de ozono y con esto contribuyen a incrementar el “Efecto Invernadero” o “Calentamiento Global” tan citado en estos tiempos por sus repercusiones negativas de toda índole.

Ante este evento, la comunidad científica ha puesto en alerta al mundo por sus connotaciones de riesgo y ya desde el 1968 en París se dio la primera cita mundial sobre el Ambiente, luego en 1972 en Estocolmo se dio “*La Primera Conferencia del Medio Humano*” donde intervinieron 113 países incluido Ecuador y organizado por la ONU con 132 miembros en aquella época, para tratar estos temas.

Posteriormente ante la notoria disminución de la capa de ozono, se produjo la “*Convención de Viena*” en 1985 y luego el “*Protocolo de Montreal*” en 1987 con la suscripción de acuerdos que quedarían sin efecto ni ejecución, aunque ya se pedía controlar los gases CFCs. Otro evento mundial fue el “*Protocolo de Kioto*” en el año 1997, Protocolo este que trascendió por la negativa de EEUU a suscribir el acuerdo donde se comprometería a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ofrece un marco global para los esfuerzos intergubernamentales en enfrentarse al reto del cambio climático. La Convención acepta que el sistema climático es un recurso compartido y cuya estabilidad puede ser afectada por emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono producido por procesos industriales y de otro tipo. La Convención disfruta de membresía casi universal, con la ratificación de 189 países (Tu Impacto, 2015).

Últimamente el planeta fincó sus expectativas en la “COP 21” (Vigésima primera Conferencia de las Partes de la UNFCC o Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), organizada en París-Francia en noviembre 30 del 2015 con el mismo propósito de reducir los gases nocivos para el planeta.

Si bien es cierto que este fenómeno del cambio climático viene ocurriendo desde hace aproximadamente cien años en que se habló por primera vez de él, recién hace unos 35 años se aseguró científicamente que había más de un 60% de posibilidades de que el hombre, con la liberación indiscriminada de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, era el culpable de este problema global.

Considerando las manifestaciones anómalas que se estaban presentando en el gran escenario del orbe como son: olas de calor, heladas, huracanes, tornados, inundaciones por lluvias extremas, sequías, terremotos, tsunamis, etc. y sobre todo en lugares, en tiempos y en magnitudes insospechadas, ahora se están tomando las medidas necesarias para detener el cambio climático.

Para este efecto se ha planteado mediante metodología apropiada, en base a investigaciones y posterior análisis y síntesis de la problemática, lograr una clara definición de la afectación ejercida por los climatizadores artificiales y posteriormente proponer soluciones que traten de reducir su uso o mitigar sus efectos negativos al medio ambiente.

Cabe poner de relieve que se encuentran serias limitaciones en el camino investigativo como son:

- La poca importancia que se le confiere a la contaminación por CFCs.
- La escasa información científica de emanaciones de CFCs.
- Mínimos estudios de climatización para zonas tropicales.

- Normativa poco aplicable para regularizar las emanaciones.
- La exigua difusión de temas de contaminación acústica que es otra de las afectaciones que se dan por el uso de estos equipos.
- La imperceptible propagación de información respecto al aumento de temperatura que se produce al exterior por la actividad electro-mecánica generada por los Ac/A.

Más, alentados por la tendencia ecuménica de defender el planeta, aún sin contar con todas las facilidades para hacerlo, se acometerá con este trabajo investigativo y propositivo además para aportar, evidenciando la problemática que permanece soterrada por la importancia que se le ha otorgado a otras aristas de la contaminación que son de mayor connotación.

Fundamentaremos los resultados en encuestas por muestreo que se realizarán en la ciudad, para determinar las preferencias mayoritarias respecto a utilizar sistemas alternativos de climatización que sean inocuos al medio ambiente y en base a esto dirimir respecto a las medidas a tomar.

Se recurrirá a todo tipo de insumos tanto científicos como prácticos, que colaboren de manera expresa a lograr una reducción aceptable de la temperatura interna de las edificaciones, prescindiendo de estos equipos tan comunes como nocivos con los que compartimos la vida sin advertir que a ultranza, junto con muchos otros elementos de que se sirve el ser humano para su confort, se revertirán al paso del tiempo en una “espada de Damocles”.

Finalmente el presente trabajo será complementado con la elaboración de un proyecto arquitectónico donde se apliquen las técnicas de solución expuestas, las que pueden ser aplicadas con éxito en cualquier edificación de clima tropical o cálido, favoreciendo y contribuyendo tanto a millares de habitantes de estas zonas como al planeta en general por el decremento de la contaminación ambiental.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Observando el problema objetivamente se puede determinar que las afectaciones al medio ambiente por las emisiones de Fluoroclorocarbonos (CFC) pasan inadvertidas puesto que todos los esfuerzos se concentran en la contaminación por dióxido de carbono (CO₂), más sin embargo, grupos importantes pero minoritarios de ecologistas apuntan al problema evidenciándolo por lo menos.

La comunidad científica del orbe se ha mostrado preocupada y desde hace mucho ha enfilado su “artillería” para frenar el fenómeno del “Calentamiento Global” provocado por el “Efecto Invernadero” que se origina por varios factores que serán analizados en lo posterior y que por ahora con este trabajo, se centran en el tema de los acondicionadores de aire como punto focal.

En el último reporte de las Naciones Unidas “Evaluación del Milenio del Ecosistema” (“Millennium Ecosystem Assessment”), en julio del 2005, elaborado mediante la participación de 1.360 científicos de 95 países del mundo, establece que la economía de mercado y el tipo de sociedad coligado a su estilo de vida, está poniendo tal presión sobre las funciones naturales de la tierra, que la habilidad de los ecosistemas del planeta de sostener a las futuras generaciones está en riesgo.

Aquí, asegura un gran número de científicos que la provisión de alimento, energía y materiales para una población en crecimiento ha devenido en un considerable costo para el complejo sistema de plantas, animales y procesos biológicos que permiten que el planeta sea habitable. Así, el carbón, el petróleo y el gas natural como fuentes de energía, han probado

el aumento de la concentración atmosférica de dióxido de carbono desde los años 1750 (Revolución Industrial), en que se inicia el proceso del calentamiento global que está causando la aceleración del cambio climático a un ritmo no visto desde hace unos 10.000 años (Montes, 2015).

Los medioambientalistas han enfocado los análisis a las actividades generadoras de dióxido de carbono (CO₂) incluyendo la combustión de productos orgánicos, la deforestación causada por la actividad humana y la quema de los combustibles fósiles, los mismos que son utilizados principalmente por 3 sectores básicos de la sociedad: el transporte, los servicios públicos y la producción industrial.

Se ha considerado oportuno plantear que existe otra fuente de generación de dicho efecto invernadero, la misma que está muy poco atendida y escasamente pregonada, pero por esto no es menos perjudicial ni importante que las anteriormente citadas fuentes de generación del problema, entre los que se incluyen otros Gases de efecto Invernadero (GEI) como el Metano (CH₄), el Óxido de Nitrógeno (NO₂), y los gases industriales como son los Clorofluorocarbonos (CFCs) y sus derivados (HCFC, HFC, PFC, SF₆), gases que son producidos para la creación de refrigerantes, la elaboración de espumas, la producción de aerosoles, para la informática, los frigoríficos en general y especialmente en los equipos de climatización artificial o Acondicionadores de Aire (Ac/A).

EFFECTOS NEGATIVOS POR USO DE Ac/A

En el transcurso de estos procesos del ciclo de refrigeración, se liberan los gases conocidos como Clorofluorocarbonos (CFC), derivados de los hidrocarburos saturados obtenidos mediante la sustitución de átomos de hidrógeno por átomos de flúor y/o cloro principalmente.

Se estima que los CFC poseen una capacidad de supervivencia en la atmósfera, de 50 a 100 años. Así, con el paso del tiempo alcanzan la

estratosfera donde son disociados por la radiación ultravioleta, liberando el cloro de su composición y dando comienzo al proceso de destrucción del ozono.

Otros científicos alegan que es imposible que los CFC no permanezcan en las capas altas de la atmósfera, donde se encuentra el ozono, dado que las moléculas de CFC tienen un peso molecular que varía entre 121,1 y 137,51 mientras que la densidad de la atmósfera es 29.01, por lo que las escasas moléculas de Freones que llegan hasta la estratósfera caen en poco tiempo de regreso hacia tierra.

Otra corriente científica afirma que los fluorocarburos son en general, menos tóxicos que los correspondientes hidrocarburos clorados o bromados (HCFC y HFC). Esta menor toxicidad puede deberse a una mayor estabilidad del enlace C-F y tal vez a la menor solubilidad lipóide de las sustancias más fluoradas.

En realidad, los fluorocarburos volátiles poseen propiedades narcóticas similares a las de los hidrocarburos clorados, aunque más débiles. La inhalación aguda provoca intoxicación y descoordinación psicomotriz en el ser humano. La inhalación de diclorodifluorometano provoca pérdida de la consciencia. Se han registrado más de 100 muertes relacionadas con la inhalación de fluorocarburos como consecuencia de la pulverización de aerosoles que contenían diclorodifluorometano como propulsor en el interior de una bolsa de papel y su posterior inhalación.

De la misma forma que muchos otros vapores de disolventes y anestésicos utilizados en cirugía, los fluorocarburos volátiles también pueden producir arritmia o parada cardíaca cuando el organismo libera una cantidad anormalmente elevada de adrenalina (como en situaciones de angustia, miedo, excitación o ejercicio violento). Las concentraciones

necesarias para producir este efecto son muy superiores a las que se encuentran normalmente en la industria.

EFFECTOS NEGATIVOS DEL AGUJERO DE LA CAPA DE OZONO

El 90 % de los cánceres de piel se atribuyen a los rayos UV-B (Radiación Ultravioleta de alta intensidad). Estos rayos además: inician y promueven el cáncer a la piel maligno y no maligno; dañan el sistema inmunológico, exponiendo a la persona a la acción de varias bacterias y virus; provocan daño a los ojos, incluyendo cataratas; hacen más severas las quemaduras del sol y avejentan la piel. Aumentan el riesgo de dermatitis alérgica y tóxica; activan ciertas enfermedades por bacterias y virus; reducen el rendimiento de las cosechas; reducen el rendimiento de la industria pesquera; dañan materiales y equipos que están al aire libre (UNEP, 2015).

Existe otra corriente científica que considera que la destrucción de la capa de ozono no está relacionada –exclusivamente- con la fotoquímica de los Clorofluorocarbonos (CFCs), componentes químicos presentes en diversos productos comerciales como el freón, aerosoles, pinturas y emisiones de los Ac/A, etc., sus estudios científicos apuntan a que las causas del mal llamado “agujero” son de origen dinámico, principalmente debido a los rayos cósmicos galácticos. En esta dirección, un estudio revisando el período 1980-2007 que cubrió dos ciclos completos de 11 años de rayos cósmicos (RC), mostró una clara correlación entre los RC y la disminución del ozono, especialmente por la pérdida de ozono polar (agujero) en la Antártida (Lu, 2009).

Esto muestra que no solo los gases de CFCs destruyen la capa de ozono, puesto que además lo hacen los Rayos Cósmicos los mismos que son parte del universo. Aquí aparece entonces otra concepción distinta del problema a ser considerada en el análisis.

EMISORES DE LOS CFCs EN EL MUNDO

La Unión Europea ocupa el primer puesto, 39,9 %, en la lista de los mayores productores de CFC según un informe presentado por la organización ambientalista “*Greenpeace*”. El segundo lugar lo ocupa Estados Unidos con 37,7 %, seguido de Japón que posee el 12,3 % del mercado mundial de CFC, Europa del Este con el 7,2 %, China y los países en desarrollo con el 2,9 %. A pesar de los llamamientos de alerta lanzados por los científicos y organizaciones ambientalistas se ha hecho muy poco por proteger la capa de ozono, agregando que la producción mundial de CFC en los últimos sesenta años, en vez de disminuir se ha multiplicado.

De 100 mil toneladas de CFC producidas en 1930, se pasó a un millón en los 60, a 10 millones en los 80 y a 16 millones en los 90; se conoce que desde el año 2010 se producen unos 24 millones de toneladas. Son aproximadamente cuarenta industrias repartidas en 25 países del mundo, las que producen el CFC y otras sustancias que destruyen la capa de ozono. Las tristemente importantes sin embargo, son solo cinco: “Dupont” de Estados Unidos, “ICI” de Inglaterra, “Hoeschst” de Alemania, “Atochem” de Francia y la italiana “Montefluos”, las mismas que deberían ser objeto de mayor control y regulación por sus emisiones nocivas al planeta (Núñez, 2015).

1.1 JUSTIFICACIÓN

Debido a la importancia que tiene el sostenimiento del ambiente y dado que es bastante común la divulgación de vasta información referente a las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) por parte de los automotores, industrias, agricultura y otras actividades que generan este gas tóxico, y siendo que existen escasos trabajos que aborden la temática de reducir el uso de acondicionadores de aire mediante la utilización de sistemas

alternativos inocuos que eviten las emisiones de CFC, surge la imperiosa necesidad de enfrentar el problema, en primera instancia evidenciándolo.

El CFC es otro gas que afecta al medioambiente por el daño que causa a la capa de ozono y por provocar el “efecto invernadero”. Se ha creído bastante justificado enfocarse en patentizar el perjuicio poco ponderado que producen estos equipos y en proponer soluciones alternativas, tanto tecnológicas como arquitectónicas que disminuyan la temperatura interior de la vivienda, industria o cualquier otro espacio definido por muros o paredes que den albergue al ser humano.

Como punta del “iceberg” están las emisiones fluoroclorocarbonos (CFC) por parte de los acondicionadores de aire, pero colateralmente existen otros componentes negativos derivados del funcionamiento de dichos equipos como son el ruido que generan al exterior de las áreas climatizadas, el calor propio del accionar de estos equipos, el mismo que se expande por los sectores próximos.

Finalmente, al disminuir el uso de acondicionadores de aire, el Estado se beneficiaría con el ahorro de energía al evitar también emisiones adicionales de CO₂ por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica que producen sus plantas termoeléctricas.

En el enfoque justificativo del tema, cabe reiterar la poca importancia que se le otorga a esta arista importante de la afectación medioambiental, cual es la del uso indiscriminado y excesivo de los acondicionadores de aire sobre todo en los sectores más acaudalados de la sociedad, donde el uso de este bien, resulta hasta hedonista cuando no es estrictamente necesario. Por todo esto se considera que el caso pasa a constituirse en fundamental dentro del contexto de defensa de la salud del planeta que heredarán las generaciones venideras.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Plantear soluciones tecnológicas, bioclimáticas y arquitectónicas, que disminuyan la temperatura interior de la edificación a fin de reducir el uso de acondicionadores de aire y así lograr reducir la afectación a la capa de ozono, originada por la contaminación de CFCs. que emiten los Ac/A.

1.2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Diseñar un proyecto utilizando todos los insumos propuestos, con la intención de sustituir los acondicionadores de aire y por ende disminuir la contaminación por CFCs. que afecta al medioambiente.
- 2) Restringir la contaminación acústica causada por el ruido ostensible que proviene de los Ac/A, mejorando la calidad de vida.
- 3) Bajar la temperatura exterior que se genera por el accionar de estos equipos y así reducir el efecto invernadero en el planeta.

1.3 HIPÓTESIS GENERAL

Diseñando un proyecto, con el empleo de técnicas arquitectónicas, bioclimáticas y tecnológicas, se logrará disminuir ostensiblemente la temperatura al interior de edificaciones en clima cálido-tropical y por ende reducir el uso de los acondicionadores de aire (Ac/A), generadores de Clorofluorocarbonos (CFC), gas de efecto invernadero (GEI) que destruye la capa de ozono, junto a otras sustancias agotadoras del ozono (SAO). Además disminuirá la temperatura generada por los Ac/A y el ruido emitido por estos equipos climatizadores.

1.3.1 VARIABLES

- 1) Se plantea que en zonas cálidas o tropicales, se hace necesario recurrir a sistemas o a mecanismos que contribuyan a refrescar los

ambientes interiores de las edificaciones, y que el más socorrido es el uso de acondicionadores de aire. Se sospecha que estos equipos en su accionar liberan al medioambiente los gases fluoroclorocarbonos que se supone destruyen la capa de ozono.

Que el mecanismo a través del cual los CFC atacan la capa de ozono, es por una reacción fotoquímica al incidir la luz sobre la molécula de CFC, la misma liberaría un átomo de cloro con un electrón libre denominado radical cloro muy reactivo y con gran afinidad por el ozono el cual rompe la molécula de este último haciendo que el ozono formado por tres átomos de oxígeno (O_3) se destruya propiciando la formación del “agujero” de la capa con todos los inconvenientes que aquello trae.

2) Se presume que un solo átomo de cloro destruiría hasta 30.000 moléculas de ozono, mientras otros científicos alegan que los CFCs permanecen durante más de cien años en las capas altas de la atmósfera donde se encuentra el ozono sin que provoque afectación alguna, pero esto lo descartan otros, dado que las moléculas de CFC, tienen un peso molecular que varía entre 121,1 y 137,51 mientras que la densidad de la atmósfera es 29.01, por lo que las escasas moléculas de Freones que llegan hasta la estratósfera caen en poco tiempo de regreso hacia tierra después de haber causado la reacción negativa contra el ozono.

3) Otros grupos de científicos alegan que los CFC permanecen inalterados en las capas inferiores de la atmósfera durante décadas. Los CFC, invulnerables a la luz solar visible, prácticamente insolubles en el agua y resistente a la oxidación, presentan una sorprendente resistencia en las capas inferiores de la atmósfera. Sin embargo, por encima de las 18 millas de altitud, con el 99 % de todas las moléculas de aire por debajo de ellos, los CFC muestran sus debilidades. A esta altitud, las perjudiciales radiaciones ultravioletas de alta energía emitidas por el sol

inciden directamente en las moléculas de CFC, descomponiéndolas en átomos de cloro y fragmentos residuales ANEXO 6.

4) Ciertos investigadores determinaron que la mayoría de los átomos de cloro se combinaban con ozono. Al reaccionar el cloro con el ozono, se forma el radical libre u óxido de cloro, que pasa a formar parte de una reacción en cadena en la que los átomos de cloro se regeneran, de forma que continúa y prosigue la descomposición del ozono. Se advierte además que si se continúa expulsando un millón de toneladas de CFC a la atmósfera cada año, el ozono atmosférico descendería con el tiempo, entre un 7 y un 13 %.

5) Por añadidura, otros estudiosos del tema señalan que la eficacia de la destrucción del ozono aumenta si están presentes nubes estratosféricas. Esto sucede sólo en el frío de la noche polar cuando las temperaturas descienden a menos de 200 K y en el Antártico, a 180 K o menos. En la primavera antártica, fundamentalmente en octubre y noviembre, se han registrado cantidades de ozono notablemente reducidas y menguadas desde 1975 solo por este fenómeno (Bligoo, 2015).

6) Los equipos acondicionadores de aire, para su funcionamiento consumen energía eléctrica, la misma que es generada por la quema de combustibles fósiles, los mismos que emiten a la atmósfera Dióxido de Carbono (CO₂). La emisión de residuos a la atmósfera y de los propios procesos de combustión que se producen en las centrales térmicas tienen una incidencia negativa importante sobre el medio ambiente y que es menester tener en cuenta para el análisis general.

7) Algunos tipos de centrales termoeléctricas contribuyen al efecto invernadero emitiendo dióxido de carbono. No es el caso de las centrales de energía solar térmica que al no quemar ningún combustible, no son nocivas. Lo propio ocurre en las centrales hidroeléctricas que generan

energía a base de la fuerza del agua ni en las generadoras eólicas las mismas que lo hacen a fuerza del viento sin ningún efecto contaminante.

En el caso de las termoeléctricas que utiliza Ecuador, hay que considerar que la masa de este dióxido de carbono (CO₂) emitida por unidad de energía producida, no es la misma en todos los casos. Casi todo el carbono que se quema se convierte en dióxido de carbono pero también puede convertirse en monóxido de carbono si la combustión es pobre en oxígeno, de lo cual se deduce que estas plantas generadoras lo hacen también en diferentes grados de incidencia.

Tenemos que además el problema de la contaminación es máximo en el caso de las centrales termoeléctricas convencionales que utilizan como combustible el carbón. Así, la combustión del carbón tiene como consecuencia la emisión de partículas y óxidos de azufre que contaminan en mayor medida la atmósfera.

En consecuencia, el uso de combustibles genera emisiones de gases de efecto invernadero y, en algunos casos, de lluvia ácida a la atmósfera, junto a partículas volantes (hollines) en las de carbón y si no están bien depurados en humos, además en su producción estos afectan negativamente a los ecosistemas fluviales cuando la refrigeración se hace mediante el agua de un río o fuente de agua natural.

Finalmente, los combustibles fósiles no son una fuente de energía infinita, por lo tanto su uso está limitado a la disponibilidad de las reservas y su rentabilidad económica siempre será temporal.

En definitiva, se plantea la nocividad de las centrales termoeléctricas y se sugiere consecuentemente el ahorro de la energía eléctrica que consumen estos equipos climatizadores para su accionar siendo que aumentan los gases de CO₂, de claro efecto invernadero.

8) El uso del acondicionador de aire para su funcionamiento genera ruidos sobre todo fuera de la habitación y por ende al medio exterior, dado por su operar electro-mecánico convencional.

El sonido es producido por la energía mecánica radiada, que es transmitida longitudinalmente por ondas de presión a través de un medio que en este caso es el aire. Esto causa el fenómeno que denominamos audición y la distancia a la que se puede escuchar el sonido depende de su intensidad, cuanto mayor sea esta, mayor el alcance o la propagación.

Ruido es el sonido no deseable, o conjunto de estos que produce en el hombre un efecto desagradable. El ruido en general se determina en unidades denominadas “decibeles” (dB) y se mide con el “sonómetro”. Cada artefacto, maquinaria o elemento que hace un despliegue de energía genera diferentes grados de decibeles (dB).

El MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador) ha expedido la normativa sobre Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles, y vibraciones que se presenta en el Anexo 5 y Anexo 9 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2015).

Cabe señalar que el umbral en el que el sonido se torna en ruido desagradable -aunque es relativo- se puede determinar como alrededor de los 60 dB. Y de aquí se infiere que el ruido emitido por los equipos de Ac/a, pasan este límite y se convierten en elementos contaminadores acústicos del medio ambiente.

9) La operación de los equipos de Ac/a generan calor al exterior y en grandes ciudades se incrementa la temperatura general. Un estudio reciente llevado a cabo por Francisco Salamanca, científico del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT),

pone de manifiesto que los aparatos de aire acondicionado pueden aumentar la temperatura del aire entre 1,5 y 2 °C en una ciudad como Madrid. En esta investigación han participado la Universidad Complutense de Madrid, la Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL), de Suiza, y el Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (NCAR), de Estados Unidos.

En verano, (en países de 4 estaciones) y en invierno (en países de 2), es habitual el uso de aparatos de aire acondicionado en los centros de trabajo, de ocio y comerciales. Estos aparatos extraen calor del interior de los edificios y lo liberan al exterior. Un aparato de aire acondicionado estándar, expulsaría al exterior alrededor de un 30 % más de energía de la que extrae del interior de un edificio debido a su propio consumo energético. Entonces, mientras se provee confort en el interior se aumenta la temperatura del exterior –entiéndase- perjudicando al resto.

Con el modelo atmosférico se simularon dos días de verano (Madrid, 30 de junio y 1 de julio) correspondientes al año 2008, ya que para esos días se disponía de suficientes medidas experimentales de temperatura en diferentes lugares de la ciudad de Madrid. El período analizado coincidió con la campaña meteorológica DESIREX, dirigida por la Agencia Espacial Europea y cuyo objetivo principal era el estudio de la “isla de calor” sobre la ciudad. Se realizaron dos simulaciones, una eliminaba el efecto de los aparatos de aire acondicionado sobre la atmósfera y la otra sí lo tenía en cuenta. De este modo, y comparando los resultados del modelo con las medidas observadas, se pudo estimar el efecto de los aparatos de aire acondicionado en la temperatura sobre la ciudad de Madrid (Ecologistas en acción, 2011).

El análisis de los datos arrojó varios resultados. El más importante fue que el efecto de los aparatos de aire acondicionado (una de las fuentes más importantes de calor antropogénico en verano) mejoraba las predicciones

del modelo y en segundo lugar, que este efecto aumentaba la temperatura entre 1,5 - 2 °C, en algunos lugares de la ciudad.

Cabe decir que el aumento de la temperatura no es constante durante todo el día sino que más bien se produce entre el atardecer y las primeras horas de la noche. Este hecho es importante pues es a esas horas cuando se desarrolla la conocida “isla de calor” (la temperatura de la ciudad es mayor que la temperatura de las zonas rurales vecinas) y este calor antropogénico incrementa notablemente su intensidad.

Así, por ejemplo, se han estudiado varios escenarios representativos de posibles estrategias simples de reducción del consumo energético, como un aumento del albedo (capacidad de reflejar la radiación solar) de los tejados, un aumento del espesor de la capa de aislante en los techos, o la utilización de sistemas de climatización que no emiten calor a la atmósfera. Cada estrategia por separado puede representar un ahorro de entre 3 y 5 % del consumo energético total debido a los aparatos de aire acondicionado, mientras que si se consideran conjuntamente, el ahorro llegaría al 10% (Salamanca, 2015).

10) Se esboza la idea de que las áreas habitadas por lo general no cuentan con vanos o ventanas cuya ubicación favorezcan la correcta ventilación por convección natural. Esta ventilación convectiva se logra con la apertura de ventoleras inferiores y superiores que permitan ingresar el aire fresco y luego la salida del mismo por la parte superior una vez que ha recirculado bajando la temperatura interior, esto por diferencia de densidades entre el aire fresco y el cálido.

11) Se cree que en las zonas tropicales se ha involucionado en el uso acertado de los materiales de construcción puesto que es notorio que anteriormente se manejaba un concepto y diseño más ventilado de la vivienda como son las paredes de madera ligera que no retenían el calor, los tumbados más esbeltos que permitían una mejor convección del aire,

las ventanas de “chazas” o celosías de madera que permanecían dispuestas al ingreso del aire fresco, los espacios estaban más comunicados con el exterior, el constante uso de plantas ornamentales en las ventanas que se constituían en elementos refrescantes y beneficiosos para la purificación del aire, la siembra de árboles de gran proyección de sombra, que se mezclaban perfectamente con la vivienda generando un ambiente más acogedor y fresco y se disponía de áreas más cómodas y expeditas para la circulación interior en la vivienda.

12) En la actualidad por efectos del incremento del valor de la tierra, se han reducido los espacios y la altura de los tumbados también, dando lugar a una suerte de “aplastamiento” de la edificación con el correspondiente incremento de la temperatura interior por la concentración del calor. Aparte, se trata de dotar a la vivienda de mayor rango de seguridad y se propende a “encerrar en un claustro” al morador creando escasas ventanas y las pocas que hay, están mal dispuestas respecto a la incidencia del viento y del asoleamiento.

13) El uso de los materiales de construcción no responde a un análisis de refracción del calor, el cual proyecta al interior de la vivienda la temperatura retenida en los muros, justamente caldeándola en horas de descanso. Lo propio ocurre con las cubiertas en las que se utilizan materiales que absorben el calor y lo transmiten dentro de la vivienda sin que tengan algún mecanismo de evacuación del aire caliente, de manera tal que continúa recirculando este aire caldeado haciendo desagradable el ambiente interno.

14) En viviendas de alto nivel, donde la seguridad es prioritaria y se hallan emplazadas en ciudadelas cerradas, se disfruta de ventilación apropiada, con apertura de vanos amplios y el concurso de excelentes áreas verdes, espacios cómodos y aun así, paradójicamente se recurre al uso de equipos acondicionadores de aire.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Dentro de este contexto se procede a realizar un análisis de los diversos conceptos temáticos, disciplinas y demás insumos científicos relativos a la temática planteada y que aporten a conceptualizar la situación problema.

2.1 EL MEDIO AMBIENTE

Se entiende por medio ambiente todo lo que involucra a un ser vivo y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas y la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras.

Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida sino que también abarca seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura, la ideología, la economía. La relación que se establece entre estos elementos es lo que, desde una visión integral, conceptualiza el medio ambiente como un gran sistema.

En relación al tema medular, se hará referencia específicamente al clima que tiene singular importancia en el confort del espacio arquitectónico, pero para esto debemos analizar uno de los factores más importantes que inciden en él, como es la capa que circunda el planeta llamada atmósfera y más específicamente de la estratósfera.

2.1.1 LA ESTRATÓSFERA

La estratósfera es una de las capas más importantes de la atmósfera, esta se sitúa entre la troposfera y la mesosfera, y se extiende en una

franja que va desde 35 hasta 50 km de altura aproximadamente. Su temperatura aumenta progresivamente desde los $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la tropopausa hasta alcanzar los $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ de la estratopausa. En esta capa la temperatura aumenta con la altitud, al contrario de lo que ocurre en las capas superiores e inferiores. Esto es debido principalmente a las moléculas de ozono que absorben la radiación ultravioleta. Su altura comparativamente es de 2,5 veces la altura del Everest y unas 50 veces el Empire State de New York. Cerca del final de la estratósfera se encuentra la llamada capa de ozono que será objeto de posterior análisis (Ecología Hoy, 2015).

2.1.2 LA CAPA DE OZONO

Esta no es más que un manto formado por un gas compuesto por moléculas de tres átomos de oxígeno que rodea al planeta tierra en forma de capa y absorbe los rayos ultravioleta protegiendo al hombre de los efectos negativos de éstos. En esta zona de la atmósfera de 19 a 48 km por encima de la superficie de la Tierra, se producen concentraciones de ozono de hasta 10 partes por millón (ppm).

El ozono se forma por acción de la luz solar sobre el oxígeno y lleva ocurriendo muchos millones de años y los compuestos naturales de nitrógeno presentes en la atmósfera parecen ser responsables de que la concentración de ozono haya permanecido a un nivel razonablemente estable, lo cual pone de relieve la importancia del nitrógeno.

Hace algún tiempo los científicos se preocuparon al descubrir, concretamente en la década de los años 70s, que ciertos productos químicos llamados clorofluorocarbonos o CFC (compuestos del flúor), representaban una posible amenaza para la capa de ozono. Al ser liberados en la atmósfera, estos productos químicos, que contienen cloro, ascienden y se descomponen por acción de la luz solar, tras lo cual el cloro reacciona con las moléculas de ozono y las destruye. Por este

motivo, el uso de CFC, en los aerosoles ha sido prohibido en muchos países. Productos químicos, como los halocarbonos de bromo, y los óxidos nitrosos de los fertilizantes entre otros, son también lesivos para la capa de ozono y se denominan sustancias agotadoras del ozono (SAO).

Según investigaciones científicas, la capa de ozono se está reduciendo entre un 2 y 3 % cada año. La disminución del espesor de esta capa fue por mucho tiempo un misterio. Explicaciones ligadas a los ciclos solares o características dinámicas de la atmósfera, parecen infundadas y hoy parece probado que es debido al aumento de las emisiones de Fluoroclorocarbonos (CFC), el gas que se usa en la industria de los aerosoles, plásticos y los circuitos de refrigeración y aire acondicionado. La teoría estima que un solo átomo de cloro destruiría hasta 30.000 moléculas de ozono.

El ozono, es un escudo que resguarda la vida, pero es a su vez un contaminante nocivo. En la estratósfera, el lugar que naturalmente le corresponde, el ozono efectivamente sirve para resguardar la vida en la Tierra. Pero abajo, en tropósfera es un producto de contaminación del ambiente. El hombre libera enormes cantidades de hidrocarburos al aire, mayormente debido a la combustión de gasolina de los automóviles. La luz solar reacciona también con estos hidrocarburos y produce ozono.

El ser humano no está hecho para respirar ozono. Recientemente los científicos se han dado cuenta que es más peligroso para la salud humana de los que antes se pensaba. Hay quienes han hecho un llamado urgente a fin de que se tomen las medidas estrictas tocantes a la contaminación de ozono, pero de poco ha servido, más sin embargo es innegable su importancia en la protección contra los rayos ultravioletas (Núñez, 2015).

Así evidenciada su importancia, la capa de ozono pasa a constituirse en un elemento de la atmósfera cuya integridad hay que proteger a ultranza para que el clima del planeta no se vea afectado y se desarrolle la vida en un marco de armónico equilibrio.

2.1.3 EL PLANETA

La Tierra es el mayor de los planetas rocosos. Eso hace que pueda retener una capa de gases llamada atmósfera, que dispersa la luz y absorbe el calor. De día evita que la Tierra se enfríe demasiado y, de noche, que se caliente. Siete de cada diez partes de la superficie terrestre están cubiertas de agua. Los ríos, lagunas, mares y océanos también ayudan a regular la temperatura (Astronomía Educativa, 2015).

El agua que se evapora forma nubes y cae en forma de lluvia o nieve, formando ríos y lagos. En los polos, que reciben poca energía solar, el agua se hiela y forma los casquetes polares. El del sur es más grande y concentra la mayor reserva de agua dulce (Astronomía Educativa, 2015).

La Tierra no es una esfera perfecta, sino que tiene forma de pera. Cálculos basados en las perturbaciones de las órbitas de los satélites artificiales revelan que el ecuador se engrosa 21 km; el polo norte está dilatado 10 m y el polo sur está hundido unos 31 metros (Astronomía Educativa, 2015).

La Tierra se formó hace unos 4.650 millones de años, junto con todo el Sistema Solar. Aunque las piedras más antiguas de la Tierra no tienen más de 4.000 millones de años, los meteoritos, que se corresponden geológicamente con el núcleo de la Tierra, dan fechas de unos 4.500 millones de años, y la cristalización del núcleo y de los cuerpos precursores de los meteoritos, se cree que ocurrió al mismo tiempo, unos

150 millones de años después de formarse la Tierra y el Sistema Solar (Calameo 2016).

Después de condensarse a partir del polvo cósmico y del gas mediante la atracción gravitacional, la Tierra era casi homogénea y bastante fría. Pero la continuada contracción de materiales y la radiactividad de algunos de los elementos más pesados hicieron que se calentara (Astronomía Educativa, 2015).

Después, comenzó a fundirse bajo la influencia de la gravedad, produciendo la diferenciación entre la corteza, el manto y el núcleo, con los silicatos más ligeros moviéndose hacia arriba para formar la corteza y el manto y los elementos más pesados, sobre todo el hierro y el níquel, cayendo hacia el centro de la Tierra para formar el núcleo.

Al mismo tiempo, la erupción de los numerosos volcanes, provocó la salida de vapores y gases volátiles ligeros. Algunos eran atrapados por la gravedad de la Tierra y formaron la atmósfera primitiva, mientras que el vapor de agua condensado formó los primeros océanos y con ellos aparecen las primeras formas de vida en el gran escenario terrestre (Astronomía Educativa, 2015).

De esta manera se inicia en el planeta todo ese entorno que se denomina la Biósfera y que incluye la vida en la Tierra. Está concentrada cerca de la superficie, en una zona que se extiende desde el suelo oceánico hasta varios kilómetros de la atmósfera. Las plantas y los animales dependen del medio ambiente físico para los procesos básicos de la vida. Sin embargo, los organismos hacen algo más que responder a su medio ambiente físico.

A través de incontables interacciones, las formas de vida ayudan a mantener su medio y lo alteran. Sin la vida, la constitución y la naturaleza de la Tierra sólida, la hidrósfera y la atmósfera serían muy diferentes (Tarburk 2016).

Tierra sólida como tal, se halla abajo de la atmósfera y sobre los océanos. Gran parte del estudio de la Tierra sólida se concentra en los accidentes geográficos superficiales más accesibles. Por fortuna, muchos de estos accidentes representan las expresiones externas del comportamiento dinámico de los materiales que se encuentran debajo de la superficie. Examinando los rasgos superficiales más destacados y su extensión global, podemos obtener pistas para explicar los procesos dinámicos que han conformado nuestro planeta (Astronomía Educativa, 2015).

Cualquiera que estudie la Tierra aprende pronto que nuestro planeta es un cuerpo dinámico con muchas partes o esferas separadas pero interactuantes. La hidrósfera, la atmósfera, la biósfera, la Tierra y todos sus componentes pueden estudiarse por separado. Sin embargo, las partes no están aisladas. Cada una se relaciona de alguna manera con las otras para producir un todo complejo y continuamente interactuante que denominamos Sistema Tierra.

2.1.4 LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

La Tierra en su composición tiene elementos químicos, orgánicos e inorgánicos que la constituyen y que tienen vital importancia para la vida. El término **Ciclo Biogeoquímico** deriva del movimiento cíclico de los elementos que la forman, sean los organismos biológicos (bio) y el ambiente geológico (geo) donde intervienen ciertos cambios químicos denominados así (Ciclos).

La materia circula desde los seres vivos hacia el ambiente abiótico, y viceversa. Esa circulación constituye los ciclos biogeoquímicos, que son los movimientos de agua, de carbono, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y otros elementos que en forma permanente se conectan con los componentes bióticos y abióticos de la Tierra. Las sustancias utilizadas por los seres vivos no se "pierden" aunque pueden llegar a sitios donde

resultan inaccesibles para los organismos por un largo período. Sin embargo, casi siempre la materia se reutiliza y a menudo circula varias veces, tanto dentro de los ecosistemas como fuera de ellos. Nuestro planeta actúa como un sistema cerrado donde la cantidad de materia existente permanece constante, pero sufre permanentes cambios en su estado químico dando lugar a la producción de compuestos simples y complejos.

Es por ello que los ciclos de los elementos químicos gobiernan la vida sobre la Tierra, partiendo desde un estado elemental para formar componentes inorgánicos, luego orgánicos y regresar a su estado elemental. En las cadenas alimentarias, los productores utilizan la materia inorgánica y la convierten en orgánica, que será la fuente alimenticia para todos los consumidores. La importancia de los descomponedores radica en la conversión que hacen de la materia orgánica en inorgánica, actuando sobre los restos depositados en la tierra y las aguas. Esos compuestos inorgánicos quedan a disposición de los distintos productores que inician nuevamente el ciclo.

Los ciclos biogeoquímicos más importantes corresponden al agua, oxígeno, carbono y nitrógeno. Gracias a estos ciclos es posible que los elementos principales (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre) estén disponibles para ser usados una y otra vez por otros organismos.

Los ciclos biogeoquímicos pueden ser gaseosos, sedimentarios y mixtos:

Ciclos gaseosos

Los elementos casi siempre se distribuyen tanto en la atmósfera como en el agua y de ahí a los organismos y así sucesivamente. Los elementos que cumplen ciclos gaseosos son el carbono, el oxígeno y el nitrógeno. Tenemos entonces que la transformación de elementos de un estado a otro es relativamente rápida.

Ciclos sedimentarios

Son aquellos donde los elementos permanecen formando parte de la tierra, ya sea en las rocas o en el fondo marino, y de ahí a los organismos. En estos, la transformación y recuperación de estos elementos es mucho más lenta. Ejemplos de ciclos sedimentarios son el del fósforo y del azufre.

Ciclos mixtos

El ciclo del agua es una combinación de los ciclos gaseoso y sedimentario, ya que esa sustancia permanece tanto en la atmósfera como en la corteza terrestre. Los ciclos biogeoquímicos más importantes corresponden al agua, oxígeno, carbono y nitrógeno.

EL AGUA

Toda el agua de la Tierra forma la hidrosfera, que se distribuye en tres reservorios principales: los océanos, los continentes y la atmósfera. Entre estos reservorios existe una circulación continua. Alrededor del 70% de la superficie del planeta está cubierta por las aguas de los océanos, lagos, ríos, arroyos, manantiales y glaciares. Al perforar el subsuelo, por lo general se puede encontrar agua a profundidades diversas (agua subterránea o mantos freáticos). La luz solar es la fuente de energía térmica necesaria para el paso del agua desde las fases líquida y sólida a la fase de vapor, y también es el origen de las circulaciones atmosféricas que transportan el vapor de agua y mueven las nubes.

El Ciclo del Agua

Los rayos solares calientan las aguas. El vapor sube a la troposfera en forma de gotitas. El agua se evapora y se concentra en las nubes. El viento traslada las nubes desde los océanos hacia los continentes.

A medida que se asciende bajan las temperaturas, por lo que el vapor se condensa. Es así que se desencadenan precipitaciones en forma de lluvia y nieve.

El agua caída forma los ríos y circula por ellos. Además, el agua se infiltra en la tierra y se incorpora a las aguas subterráneas (mantos freáticos). Por último, el agua de los ríos, esteros y el subsuelo desemboca en los mares.

EL CARBONO

Es uno de los elementos más importantes de la naturaleza. Combinado con oxígeno forma dióxido de carbono (CO_2) y monóxido de carbono (CO).

La atmósfera contiene alrededor de 0.03 % de dióxido de carbono. Es el elemento básico de los compuestos orgánicos (hidratos de carbono, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). El carbono también forma parte de sales llamadas carbonatos, como el carbonato de sodio (Na_2CO_3) y el carbonato de calcio (CaCO_3), entre otras.

Ciclo del Carbono

El carbono, como dióxido de carbono, inicia su ciclo de la siguiente manera: Durante la fotosíntesis, los organismos productores (vegetales terrestres y acuáticos) absorben el dióxido de carbono, ya sea disuelto en el aire o en el agua, para transformarlo en compuestos orgánicos. Los consumidores primarios se alimentan de esos productores utilizando y degradando los elementos de carbono presentes en la materia orgánica. Gran parte de ese carbono es liberado en forma de CO_2 por la respiración, mientras que otra parte se almacena en los tejidos animales y pasa a los carnívoros (consumidores secundarios), que se alimentan de los herbívoros. Es así como el carbono pasa a los animales colaborando en la formación de materia orgánica.

Los organismos de respiración aeróbica (los que utilizan oxígeno) aprovechan la glucosa durante ese proceso y al degradarla, es decir, cuando es utilizada en su metabolismo, el carbono que la forma se libera para convertirse nuevamente en dióxido de carbono que regresa a la

atmósfera o al agua. Los desechos de las plantas, de los animales y de restos de organismos se descomponen por la acción de hongos y bacterias. Durante este proceso de putrefacción por parte de los descomponedores, se desprende CO₂.

En niveles profundos del planeta, el carbono contribuye a la formación de combustibles fósiles, como el petróleo. Este importante compuesto se ha originado de los restos de organismos que vivieron hace miles de años. Durante las erupciones volcánicas se libera parte del carbono constituyente de las rocas de la corteza terrestre.

Una parte del dióxido de carbono disuelto en las aguas marinas ayuda a determinados organismos a formar estructuras como los caparzones de los caracoles de mar. Al morir, los restos de sus estructuras se depositan en el fondo del mar. Con el paso del tiempo, el carbono se disuelve en el agua y es utilizado nuevamente durante su ciclo.

Los océanos contienen alrededor del 71% del carbono del planeta en forma de carbonato y bicarbonato. Un 3% adicional se encuentra en la materia orgánica muerta y el fitoplancton. El carbón fósil representa un 22%. Los ecosistemas terrestres, donde los bosques constituyen la principal reserva, contienen alrededor del 3-4% del carbono total, mientras que un pequeño porcentaje se encuentra en la atmósfera circulante y es utilizado en la fotosíntesis.

EL OXÍGENO

La atmósfera posee un 21% de oxígeno, y es la reserva fundamental utilizable por los organismos vivos. Además forma parte del agua y de moléculas orgánicas.

Ciclo del Oxígeno

El ciclo del oxígeno está estrechamente vinculado al del carbono, ya que el proceso por el cual el carbono es asimilado por las plantas (fotosíntesis)

da lugar a la devolución del oxígeno a la atmósfera, mientras que en el proceso de respiración ocurre el efecto contrario.

Otra parte del ciclo natural del oxígeno con notable interés indirecto para los organismos vivos es su conversión en ozono (O₃). Las moléculas de O₂, activadas por las radiaciones muy energéticas de onda corta, se rompen en átomos libres de oxígeno (O) que reaccionan con otras moléculas de O₂, formando ozono. Esta reacción se produce en la estratosfera y es reversible, de forma que el ozono vuelve a convertirse en oxígeno absorbiendo las radiaciones ultravioletas.

EL NITRÓGENO

La reserva fundamental es la atmósfera que está compuesta por un 78% de nitrógeno. No obstante, la mayoría de los seres vivos no lo puede utilizar en forma directa, con lo cual dependen de los minerales presentes en el suelo para su utilización. En los organismos productores el nitrógeno ingresa en forma de nitratos, y en los consumidores en forma de grupos amino. Existen algunas bacterias especiales que pueden utilizar directamente el nitrógeno atmosférico. Esas bacterias juegan un papel muy importante en el ciclo al hacer la fijación del nitrógeno. De esta forma convierten el nitrógeno en otras formas químicas como amonio y nitratos, para que puedan ser aprovechadas por las plantas.

Ciclo del Nitrógeno

Está compuesto por las siguientes etapas:

1- Fijación: Se produce cuando el nitrógeno atmosférico (N₂) es transformado en amoníaco (NH₃) por bacterias presentes en los suelos y en las aguas. Las bacterias del género *Rhizobium* sp. viven en simbiosis dentro de los nódulos que hay en las raíces de plantas leguminosas. En ambientes acuáticos, las cianobacterias se constituyen en importantes fijadoras del nitrógeno.

2- Amonificación: Es la transformación de compuestos nitrogenados orgánicos en amoníaco. En los animales, el metabolismo de los

compuestos nitrogenados da lugar a la formación de amoníaco, siendo eliminado por la orina como urea (humanos y otros mamíferos), ácido úrico (aves e insectos) o directamente en amoníaco (algunos peces y organismos acuáticos). Estas sustancias son transformadas en amoníaco o en amonio por los descomponedores presentes en los suelos y aguas. Ese amoníaco queda a disposición de otro tipo de bacterias en las siguientes etapas.

3- Nitrificación: Es la transformación del amoníaco o amonio (NH_4^+) en nitritos (NO_2^-) por un grupo de bacterias del género Nitrosomas para luego esos nitritos convertirse en nitratos (NO_3^-) mediante otras bacterias del género Nitrobacter.

4- Asimilación: Las plantas toman el amonio (NH_4^+) y el nitrato (NO_3^-) por las raíces para poder utilizarlos en su metabolismo. Usan esos átomos de nitrógeno para la síntesis de clorofila, de proteínas y de ácidos nucleicos (ADN y ARN). Los consumidores obtienen el nitrógeno al alimentarse de plantas y de otros animales.

5- Desnitrificación: Proceso llevado a cabo por bacterias desnitrificantes que necesitan utilizar el oxígeno para su respiración en suelos poco aireados y mal drenados. Para ello, degradan los nitratos y liberan el nitrógeno que no ha sido utilizado, directamente a la atmósfera.

EL FÓSFORO

La proporción de fósforo en la materia viva es bastante pequeña, pero el papel que desempeña es vital. Es componente de los ácidos nucleicos como el ADN se encuentra presente en los huesos y piezas dentarias de todos los seres vivos.

En la fotosíntesis y en la respiración celular, muchas sustancias intermedias están combinadas con el fósforo, tal el caso del trifosfato de adenosina (ATP) que almacena energía.

El fósforo es el principal factor limitante del crecimiento para los ecosistemas, porque su ciclo está muy relacionado con su movimiento entre los continentes y los océanos.

La mayor reserva de fósforo está en la corteza terrestre y en los depósitos de rocas marinas. El fósforo se encuentra en forma de fosfatos (sales) de calcio, hierro, aluminio y magnesio.

Ciclo del Fósforo

La lluvia disuelve los fosfatos presentes en los suelos y los pone a disposición de los vegetales. El lavado de los suelos y el arrastre de los organismos vivos fertilizan los océanos y mares. Parte del fósforo incorporado a los peces es extraído por aves acuáticas que lo llevan a la tierra por medio de la defecación (guano). Otra parte del fósforo contenido en organismos acuáticos va al fondo de las rocas marinas cuando éstos mueren. Las bacterias fosfatizantes que están en los suelos transforman el fósforo presente en cadáveres y a los excrementos en fosfatos disueltos, que son absorbidos por las raíces de los vegetales.

EL AZUFRE

El azufre está presente dentro de todos los organismos en pequeñas cantidades, principalmente en los aminoácidos (sustancias que dan lugar a la formación de proteínas). Es esencial para que tanto vegetales como animales puedan realizar diversas funciones. Las mayores reservas de azufre están en el agua del mar y en rocas sedimentarias. Desde aquí pasa a la atmósfera por los vientos y los mares.

Ciclo del Azufre

Gran parte del azufre que llega a la atmósfera proviene de las erupciones volcánicas, de las industrias, vehículos, etc. Una vez en la atmósfera, llega a la tierra con las lluvias en forma de sulfatos y sulfitos. Cuando el azufre llega al suelo, los vegetales lo incorporan a través de las raíces en forma de sulfatos solubles. Parte del azufre presente en los organismos vivos queda en los suelos cuando éstos mueren. La descomposición de la materia orgánica produce ácido sulfhídrico, de mal olor, devolviendo azufre a la atmósfera (Ciencias Biológicas, 2016).

2.1.5 LA VIVIENDA

En este gran sistema y formando parte de él, se encuentra el ser humano el mismo que para interactuar con su medio ambiente requiere de ciertos elementos como es en este caso de una vivienda. Ésta es el espacio físico donde el ser humano desarrolla gran parte de sus actividades diarias como son la alimentación, el descanso para la reposición de energías agotadas durante la jornada y por ende donde despliega sus relaciones interpersonales e intrafamiliares que colaboran en crear un ambiente propicio para la vida.

Resulta que estas mismas actividades ponen en juego el uso de ciertos elementos y artefactos de uso doméstico como son: refrigeradoras, microondas, acondicionadores de aire, calefactores, televisores, computadoras etc., amén de la utilización de ciertas sustancias químicas de uso cotidiano como: pinturas, aerosoles (desodorantes), repelentes, solventes, ambientadores, desinfectantes, insecticidas, fungicidas, etc., que desafortunadamente afectan a la salud de él mismo y su entorno en general.

El ser humano siempre ha tenido la necesidad de refugiarse para contrarrestar las condiciones adversas de vivir a la intemperie. En la prehistoria, para protegerse del clima adverso o las fieras, solía refugiarse en cuevas naturales, con su familia, bien sea nuclear o extendida. Tradicionalmente, en el mundo rural eran los propios usuarios los responsables de construir su vivienda, según sus propias necesidades y usos a partir de los modelos habituales de su entorno y de los materiales disponibles en la zona; todo lo contrario en las ciudades.

Era más habitual que las viviendas fueran construidas por artesanos o arquitectos especializados. En los países desarrollados, el diseño de las viviendas ha pasado a ser competencia exclusiva de arquitectos e ingenieros, mientras que su construcción es realizada por empresas y

profesionales específicos, bajo la dirección técnica del arquitecto y/u otros técnicos.

Llámesese casa, departamento, apartamento, residencia, piso, hogar, domicilio y estancia como son algunos de los términos que se usan de sinónimos de vivienda, igual sintetizan la utilización de cada concepto que depende de ciertas características generalmente vinculadas al tipo de construcción y uso individual o colectivo (Definiciones, 2015).

El acceso a una vivienda digna es un derecho humano inalienable, ya que un techo inadecuado está atentando de forma directa contra su salud física y mental. La accesibilidad física, la inclusión de servicios básicos (agua potable y electricidad), el respeto por las tradiciones culturales y la seguridad forman parte del derecho a la vivienda. Dentro de este contexto se considera no únicamente la vivienda como un bien patrimonial y si además su confort que está evidenciado en la temperatura interior agradable y que es motivo de este análisis.

2.1.6 LA ARQUITECTURA

Conocida como sistema, debe ser el resultado de un diseño integral que contemple adecuadamente el acondicionamiento de los sistemas que lo engloban. Tal es el caso del medio social y el medio físico. El medio social influye sobre las aspiraciones y requerimientos de los usuarios, sobre sus limitaciones, recursos y sobre el modo de utilizar estos para concretar sus espacios.

El repertorio arquitectónico existente está influenciado por un conjunto de decisiones sobre materiales, técnicas, sistemas constructivos, forma y organización de los espacios adoptados por arquitectos, constructores o usuarios en forma independiente y solidaria. El medio físico (clima), constituye por otro lado un condicionamiento fundamental.

Las respuestas arquitectónicas al reto y respeto al medio ambiente en general que son mediatizadas por factores económicos, socio-culturales, ideológicos, políticos, jurídicos y tecnológicos con los que se pretende conciliar en aras de resultados favorables para el gran conglomerado (Tudela, 2000).

2.1.7 LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

El Bioclimatismo según Tudela (2000) “Se centra en el estudio de las condiciones climatológicas pero solo en la medida que inciden directamente en el funcionamiento objetivo y subjetivo del individuo humano como sujeto social”.

Desde las postrimerías de los años 70, paralelamente con la corriente vanguardista ecológica de la defensa del medio ambiente, se da inicio a una tendencia clara en la arquitectura a mejorar las técnicas constructivas haciéndolas más amigables con el entorno y la economía del ser humano. Así, la arquitectura bioclimática puede definirse como la arquitectura diseñada sabiamente para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mínimo gasto energético. Para ello aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias a un diseño inteligente.

Durante la fase de diseño de la edificación es importante contemplar, aparte de los elementos naturales del entorno, todos los elementos constructivos en su conjunto como son: estructuras, cerramientos, instalaciones, revestimientos, etc., dado que carece de sentido conseguir un ahorro energético en determinada zona y tener pérdidas en otra, de manera que debe existir un equilibrio de estos elementos.

Se debe observar además, pendientes de terreno, dirección de sus inclinaciones y curso de los vientos que incidirán sobre la edificación.

Además se puede construir un microclima con el uso de vegetación circundante. Luego, con un buen conocimiento de eco-técnicas constructivas, se logrará la construcción de viviendas de carácter bioclimático y en lo posible auto sustentables (MILIARIUM, 2015).

2.1.8 EL CLIMA Y SUS ELEMENTOS

El clima es el proceso que resulta de la interacción (en términos de masa y/o energía) entre la superficie terrestre y la atmósfera, determinadas por el desigual reparto de la energía solar que recibe nuestro planeta.

Las variaciones climáticas son el producto de la acción recíproca de diversos elementos como temperatura y humedad fundamentalmente, en contribución de factores como latitud y topografía, siendo estos objetos de infinitas combinaciones que originan los diferentes climas, cambios o variaciones debido principalmente a los movimientos de la tierra.

Para el diseño bioclimático existen ciertas condiciones climatológicas que más directamente afectan al Confort Humano. Los elementos que a continuación se presentan son los que principalmente se utilizan para definir el clima:

a) Presión atmosférica

Es una fuerza unitaria debida al peso del aire que gravita sobre una superficie determinada. Por consiguiente ésta depende de la altura sobre el nivel del mar en que uno se encuentre, entonces a mayor altura, menor será la presión atmosférica.

b) Radiación solar

Es la cantidad de energía emitida por el sol, o sea la energía constante que llega a la superficie terrestre en proporciones variables relativas a diversos factores como son: la trayectoria eclíptica de la tierra alrededor del sol, la rotación sobre un eje inclinado de la tierra, o la ubicación geográfica en el planeta.

c) Temperatura

Es la medida del estado relativo del calor o el frío. La temperatura varía según la localización geográfica, la altura sobre el nivel del mar, latitud, radiación solar, condiciones meteorológicas de nubosidad, evaporación, etc.

d) Precipitación

La precipitación se produce por el enfriamiento del aire cerca del punto de saturación. El fenómeno se produce por medio de procesos convectivos y convergentes que resultan de radiaciones desiguales, los que producen calentamiento o enfriamiento de la superficie de la tierra y la atmósfera. La precipitación es el factor de mayor importancia luego de la temperatura en un determinado clima. Es uno de los elementos climáticos sobre el cual influyen en gran medida los aspectos topográficos.

e) Evaporación

Es proceso mediante el cual el agua en estado líquido se convierte en vapor y la radiación solar es el factor principal para que aquello se produzca.

f) Humedad

Es la cantidad de vapor de agua contenida en la atmósfera que procede de la evaporación del agua de los mares y continentes, además de la transpiración de animales y plantas. La humedad relativa es la que se utiliza para determinar el grado de Confort Humano y es la relación expresada en porcentaje, entre el peso del vapor contenido en un volumen de agua determinado y el que tendría si estuviese saturado a la misma temperatura y presión.

g) Nubosidad

Es la cantidad de nubes existentes en la atmósfera que son el resultado del enfriamiento del aire por debajo del punto de condensación. Este fenómeno es variable según la zona y época del año. La nubosidad constituye una determinante dentro de las posibilidades de implantar un sistema de aprovechamiento de la energía solar.

h) Vientos

El viento es aire en movimiento y es un factor de gran influencia en los procesos hidrometeorológicos. La humedad y el calor se transmiten con facilidad al aire. El principio básico que rige la formación de los vientos es el equilibrio de presiones. Así, el viento produce efectos sobre el hombre, la vegetación y en especial sobre las construcciones.

Por tanto, el análisis cualitativo de estos elementos permite establecer cómo se originan una diversidad de climas que son el resultado de la acción recíproca de estos elementos citados y otros factores como son topografía, suelos y vegetación (ESPASA, 2015).

2.1.9 CLASIFICACIÓN DE LOS CLIMAS DEL ECUADOR

El estudio del clima sin duda implica la observación durante un apreciable espacio de tiempo sobre las condiciones y registro de algunas variables como: Temperatura, precipitaciones, humedad, viento, Heliofanía entre otros, que son registradas en las estaciones meteorológicas distribuidas a lo largo y ancho del territorio nacional (Moya, 2006).

Según Cañadas (1983, ANEXO 1), la presente clasificación del clima para el Ecuador se fundamenta básicamente en los diagramas ombrotérmicos

(relación temperatura–precipitación) e indicadores xerotérmicos (duración e intensidad de estación seca) (Tudela, 2000). ANEXO 1

2.1.10 TEMPERATURA INTERIOR EN LA EDIFICACIÓN

El confort (galicismo) es aquello que produce bienestar y comodidades. Cualquier sensación desagradable que sienta el ser humano le impide concentrarse en lo que tiene que hacer. La mejor sensación global durante la actividad es la de no sentir nada, indiferencia frente al ambiente. Esa situación es el confort. Al fin y al cabo, para realizar una actividad el ser humano debe ignorar el ambiente, debe tener confort. La temperatura confortable es la temperatura en la que el cuerpo se siente cómodo, esta temperatura se suele utilizar para crear un espacio atrayente que invite a permanecer más tiempo en él.

Aunque el confort también dependa de las condiciones humanas, tipo de trabajo que se realiza, situación emocional, etc., no admite discusión que la temperatura es el factor preponderante para lograr el tan anhelado confort. En la actualidad, ante situaciones de orden climatológicas extremas, se ha generalizado el uso de sistemas de climatización al interior de la edificación, los mismos que se hallan en alguna variedad de tecnología y diseños, dependiendo de los requerimientos y preferencias del usuario (Olgay, 1998).

Estos equipos incrementan su uso en el invierno -en zonas de dos estaciones – y en verano en países de cuatro estaciones donde además del calor, la humedad es el elemento que más aumenta la sensación de bochorno. Stedman en 1969 desarrolló el parámetro sensación térmica como efecto combinado de calor y la humedad, a partir de estudios sobre la fisiología humana y sobre la transferencia de calor entre el cuerpo, la vestimenta y el entorno. Cuando la humedad es elevada, el valor de la sensación térmica excede al de la temperatura del aire.

En este caso, la sensación térmica cuantifica la dificultad que el organismo encuentra para disipar el calor producido por el metabolismo interno y la incomodidad asociada con una humedad excesiva. Si la humedad es baja, la sensación térmica es menor que la temperatura del aire. Hay parámetros que miden el aumento de la sensación de bienestar producido por un mayor enfriamiento de la piel debido a la mayor evaporación de la transpiración favorecida por la baja humedad del aire. Cuando la temperatura es menor que 32 °C (temperatura de la piel), el viento disminuye la sensación térmica. En cambio si la temperatura supera los 32 °C la aumenta (UPM, 2015).

2.1.11 DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

La carta bioclimática más conocida es la de Olgyay (1998), quien propuso la utilización de ejes cartesianos, donde la humedad relativa se ubica en la abscisas y la temperatura del bulbo seco en las ordenadas, graficando luego la “zona de bienestar” dada por los valores de temperatura-humedad que infieren al cuerpo humano una sensación térmica agradable en una “zona de confort térmico”.

Se basa en unas condiciones muy concretas, para una persona con actividad ligera (paseando), vestida con ropa deportiva sin viento y a la sombra. Alrededor de esta zona se representan una serie de curvas correspondientes a la radiación solar, vientos y evaporación que representan medidas correctivas para la utilización de las variables.

Aquí se puede determinar una aproximación de la misma para las diversas actividades que puede realizar un individuo y el uso del gráfico consiste en confrontar los datos de temperatura y humedad con la zona de confort, estableciéndose de esta forma las necesidades de temperatura, humedad y ventilación de un lugar determinado. (Olgyay, 1998). ANEXO 2

2.1.12 ÍNDICES DE CONFORT TÉRMICO PARA ECUADOR

Nienhuys y Lara (INEN) en 1978 corrigieron y adaptaron la Carta Bioclimática original, de manera exclusiva para el Ecuador, la misma que es válida en ambientes exteriores, para personas vestidas normalmente y en ligera actividad muscular. Además se puede representar el clima de una zona, conociendo sus temperaturas y sus humedades relativas medias mensualmente y graficando en la carta, en la que se puede observar la desviación respecto a la zona de bienestar, determinando de esta manera un diagnóstico del clima zonal y sus parámetros de confort.

En el ANEXO 2, aparece en gris la zona que corresponde al confort. Esta zona está limitada por la temperatura del aire entre los 21 °C y los 27 °C y la humedad relativa entre 20 % y 75 %, con una zona de exclusión para el aire demasiado cálido y húmedo (sudor). Además, la Carta Bioclimática muestra:

- a) Las sensaciones fisiológicas de las zonas periféricas.
- b) Los límites de la actividad o el riesgo en función de las condiciones de calor y humedad.
- c) La tolerancia a las bajas temperaturas cuando aumenta el arropamiento.

A partir del diagnóstico se establece el nivel de confort térmico y consecuentemente los sistemas pasivos a utilizar; además se fijan las medidas máximas y mínimas de confort para las regiones tropicales de la Costa y Oriente Ecuatorianos, que están entre 21° y 27°C y para el hombre de la Sierra en un nivel confortable de alrededor de los 17 °C y en un entorno de altitudes que fluctúan entre los 2 200 y 3 000 metros sobre el nivel del mar (Flores, 2005).

2.1.13 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

En este caso específico se dará una revisión general a los materiales y las técnicas de construcción que se aplican en el Ecuador, con el fin de obtener las tipologías diversas de las edificaciones según el clima y las características del lugar, entrando además a hacer un análisis intrínseco de las propiedades de los materiales en general y luego se pasará a lo específico, cual es la descripción de los materiales y técnicas más comunes.

La decisión de usar unos materiales u otros puede tener un gran impacto en el desempeño térmico y energético de las edificaciones. No todos los materiales son iguales, y no todos los materiales tienen el mismo comportamiento ante diferentes condiciones ambientales. Por otro lado algunos materiales tienen cualidades que, si se aprovechan, pueden ayudar a resolver las exigencias climáticas a las que se ven sometidas las viviendas.

Conocer con cierto detalle las características termofísicas de los materiales empleados en la edificación resulta indispensable para tomar decisiones de diseño adecuadas y por tanto se especifican cada una de estas características:

a) CALOR ESPECÍFICO. Es la cantidad de energía calórica necesaria para elevar la temperatura en 1 grado centígrado bajo la condición específica (presión o volumen constante). Si la cantidad de masa es de 1 gramo se la denomina Calor Específico y representa la capacidad calórica molar. La capacidad calórica es susceptible de medición ya sea manteniendo la presión o el volumen constantes; además se ha establecido experimentalmente que la capacidad calórica está en función de la temperatura,

pudiendo asumir que para pequeños intervalos es aproximadamente constante.

Con esto se pretende dar a entender, que la temperatura que se mantiene al interior de la edificación está determinada por la capacidad calórica de los materiales que la constituyen y que es perfectamente medible el calor específico de la masa de cada material.

b) DENSIDAD. La densidad de un material sólido es la masa de una unidad de volumen a una temperatura específica. Generalmente las unidades empleadas son: g/cm^3 , g/mL , kg/m^3 . Tratándose de los sólidos es imprescindible distinguir entre densidad aparente y densidad real.

Densidad Aparente: Es el peso en aire de una unidad de volumen de la porción impermeable del sólido a una temperatura determinada. Es decir que en esta densidad no se consideran las porosidades del material sino su masa cohesionada.

Densidad Real o Másica: Es el peso en el aire de la unidad de volumen de un material, incluyendo tanto las porciones permeables como las impermeables de los agujeros del material a una temperatura definida.

c) RESISTENCIA. Es la mayor o menor dificultad que presenta un material para no ser atravesado por la energía o calor. Con este concepto se intenta definir la capacidad de cada material para intervenir en determinada sollicitación constructiva y favorecer el propósito que se propone el constructor.

d) CONDUCTIVIDAD. Es la capacidad de un cuerpo para transmitir el calor en forma de ondas al interior del mismo material. Así, cuando las conductividades son altas, las pérdidas de calor son también altas. Esta característica de ciertos materiales nos da la pauta de cuales debemos utilizar para lograr una liberación rápida del calor al interior de la vivienda.

Manejando estos conceptos se procederá a enfocar el confort térmico de un espacio arquitectónico determinado según estudios del INEN en Ecuador, sobre diferentes elementos y sus respectivos componentes principales haciendo una breve descripción del elemento y las principales propiedades mecánico-térmicas del mismo (Chang, 2006).

2.1.14 MATERIALES PREDOMINANTES EN ZONAS TROPICALES

La construcción de viviendas en Ecuador, según su tipo de materiales, se ha dividido expresamente en dos grupos, unos para la Costa y Oriente (zona tropical de clima cálido y húmedo) y otros para la Sierra (clima frío y seco).

En el presente estudio se analizan exclusivamente los materiales del Trópico o zona cálida y en grandes rubros según sean para paredes, pisos o cubiertas.

a) PAREDES

De acuerdo a análisis estadísticos se agrupó en un casillero los materiales: hormigón, ladrillo y bloque, por sus características mecánicas y térmicas, a pesar de que tienen un comportamiento bien diferenciado al igual que su costo y técnica constructiva. Vemos que se destaca una considerable contradicción numérica entre los materiales usados para paredes en los centros urbanos y en las áreas rurales.

PAREDES / COSTA	URBANA	RURAL
Ladrillo-Bloque	60,15%	19,28%
Caña	19,73%	59,28%
Otros	20,12%	21,32%

Cuadro No 1

FUENTE: Flores Espinosa, 2005. Seminario CAE-G. Bioclimatismo y Arquitectura.

ELABORADO POR: G. Burbano, 2015

b) PISOS

El mayor número de viviendas del área rural emplean pisos entablados de madera y caña y en el área urbana el ladrillo y cemento es superior tal como veremos en el siguiente cuadro:

PISOS / COSTA	URBANA	RURAL
Entablados de madera	44,65%	51,18%
Ladrillo o Cemento	31,65%	14,65%
Caña	4,03%	13,33%
Otros	19,67%	20,89%

Cuadro No 2

FUENTE: Flores Espinosa, 2005. Seminario CAE-G. Bioclimatismo y Arquitectura.

ELABORADO POR: G. Burbano, 2015

c) CUBIERTAS

En áreas urbanas y rurales se tienen ciertas diferencias entre el zinc (placa ondulada y romboidal) y otros (asbesto-cemento y losas) como materiales de cubierta.

CUBIERTAS / COSTA	URBANA	RURAL
Zinc	69,77%	71,35%
Otros	30,23%	28,65%

Cuadro No 3

FUENTE: Flores Espinosa, 2005. Seminario CAE-G. Bioclimatismo y Arquitectura.

ELABORADO POR: G. Burbano, 2015

A partir de este análisis, sea cuantitativo o cualitativo se desprende, de acuerdo a la muestra realizada por el INE sobre materiales, técnicas y elementos arquitectónicos, que las tipologías de viviendas de la costa construidas con distintos sistemas, se concretaron a usar métodos, materiales y elementos estrictamente convencionales, donde el hormigón armado, el asbesto-cemento, zinc, aluminio, vidrio, bloques de cemento y de arcilla y los ladrillos fueron los elementos constantes y las únicas variedades constituyeron las paredes, unas de hormigón prefabricado o “in situ”, otras muy escasas de poliestireno expandido con malla metálica y para interiores de “gypsum” o yeso que ahora se denomina “Drywall”.

La construcción tradicional de áreas rurales y urbanas continúa con el uso de las técnicas convencionales. Los procesos constructivos de instituciones estatales y privadas también se mantienen -con rarísimas excepciones- con los parámetros constantes, sin alternativas válidas para las características climáticas de las diferentes zonas del Ecuador. De estos análisis se puede razonar que se justifica plenamente que se impulse la investigación y el desarrollo de sistemas constructivos adecuados para los requerimientos del clima de las diferentes zonas y en el caso particular analizado, las de clima cálido en la Costa y el Oriente Ecuatorianos, aunque las técnicas son perfectamente aplicables –con pequeñas adaptaciones- a cualquier zona de clima cálido, tropical del continente.

2.1.15 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN NATURAL

De diferentes investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Energía del Ecuador (INEE), sobre posibilidades de aplicación de sistemas pasivos en el medio, se definió que estos sistemas a ser desarrollados en el país, sean de aquellos que no demanden altas tecnologías en su aplicación. La región de la Costa tiene un clima bastante cálido y húmedo en su generalidad, existiendo sin embargo

zonas cálido-secas. La región Oriental es una zona cálido-húmeda en su totalidad. Tanto en la región de la Costa como en el Oriente, se debe tratar de dar un nivel de confort agradable para vivir y se puede lograr aplicando sistemas pasivos, es decir, sin utilizar medios mecánicos ni eléctricos. Además como norma general se debe evitar:

- a) La ganancia directa de calor por las ventanas (insolación).
- b) La transmisión e infiltración de calor a través de la estructura.
- c) Contrarrestar el calor producido interiormente por la gente.
- d) Reducir el calor generado por aparatos utilizados al interior de la vivienda.

Para el diseño y construcción de un tipo de casa pasiva para esta región se debe prever la orientación. El eje principal de construcción será Este – Oeste a fin de evitar la entrada del sol directamente por las ventanas. Así, para mantener la ventilación ideal en una vivienda, es muy importante tener en cuenta los métodos de ventilación utilizando la convección natural del aire para lo cual se exponen 4 sistemas básicos y elementales a tener en cuenta: ANEXO 7

1. VENTILACIÓN A TRAVES DE VENTANAS

El método más simple de convección es admitir el viento fresco de la brisas dentro de la casa y expulsar el aire caliente. Una abertura apropiada al lado en que sopla el viento, permite la captación de este y otra al lado contrario permite la salida del aire caliente al exterior. ANEXO 8

2. VENTILACIÓN POR LA CUBIERTA

Igualmente si se hace una abertura o una ventana en la parte superior de la cubierta, dará mejor resultado que en el método anterior. El aire caliente (menos denso) escapa por la parte alta del

techo. Esta forma de ventilar, permite un movimiento rápido del aire por convección natural y una evacuación superior del aire cálido creando una sensación de bienestar. ANEXO 9

3. CAPTACIÓN INFERIOR EXTERIOR

Los métodos convectivos se pueden mejorar si el aire exterior se lo conduce al interior de la vivienda mediante tubos enterrados en el suelo por cualquier tipo de conductor de aire a fin de captar el aire más fresco (más denso) que se halla en los niveles inferiores del suelo para llevarlo al interior de la misma a ras de suelo, considerando además evitar el asoleamiento de dichos conductores o tubos. ANEXO 10

4. SISTEMA EÓLICO

Esta es otra opción con la abertura de vanos en la cubierta que optimizaría el confort térmico abriendo ventanas en paredes opuestas donde obviamente se favorecerá la circulación del aire. Pero si se logra combinar esta ventilación cruzada por el *EFEECTO VÉNTURI*, tomando en cuenta que el aire caliente se concentra en los niveles superiores de la vivienda por su menor densidad respecto al aire frío. De manera que abriremos rejillas en el cielo raso para permitir que el aire caliente salga por un principio de física elemental y si esto no resulta eficiente por cuanto en ocasiones las corrientes de aire ingresan por el vano de la cubierta, generando un efecto adverso al esperado. Ante esto le podemos agregar un sistema de aireación a la cubierta de tipo eólico circular y se tendrá mejores resultados en cuanto a bajar la temperatura interior.

Este tipo de aparato tiene una amplia gama de posibilidades para su adquisición sea por su eficiencia, tamaño y por su costo pero siempre con el mismo principio cual es el de girar por efectos de la acción del viento y por la disposición de sus aspas circulares, favoreciendo la evacuación del aire cálido, permitiendo la recirculación convectiva que logra bajar la temperatura interior de la vivienda (López, 2011). ANEXO 11

REFRIGERACIÓN POR EVAPORACIÓN O “EFECTO BOTIJO”

Este sistema diferente, se basa en el principio de una vasija de barro poroso que se utiliza para refrigerar el agua, tiene una base redonda y un vientre abultado que se estrecha hacia la parte superior donde se encuentra el asidero para cogerlo, la boca para el relleno de agua de la vasija y, el pitón o pitorro por donde se desliza el chorro de agua que nos calma la sed.

Este dispositivo representa una de las obras de ingeniería natural, más simple y efectiva, que el hombre haya podido desarrollar ya que, sin ningún tipo de aporte energético, es capaz de enfriar el líquido que se encuentra en su interior.

Para que tengan una idea, si dejamos un botijo en un lugar con agua al ambiente de unos 30° C, es capaz de enfriar su interior hasta en 10° C, respecto a la temperatura ambiente en menos de una hora, como característica de su eco-eficiencia.

Los primeros recipientes que se usaron para hacer funciones parecidas a las del botijo, datan de la Prehistoria, con el hombre del Neolítico. La historia de este, se remonta a las antiguas culturas mesopotámicas, donde se encontraron los primeros restos de recipientes con formas similares a los actuales.

Los periodos de su máximo esplendor fueron la Edad del Bronce en el Mediterráneo y la Grecia helenística en donde se utilizó como artículo

ornamental. Su decadencia se inicia en la segunda mitad del siglo XX, con la llegada de la electricidad y la aparición masiva de los sistemas frigoríficos domésticos. En España, donde su uso ha sido tradicional, sobre todo en la zona sur de la península, se sigue manteniendo como elemento ornamental.

Se utiliza el barro porque el funcionamiento del botijo se basa en la porosidad de su superficie. La superficie del barro, presenta poros o micro-agujeros, por lo que el agua del interior puede salir al exterior por esa superficie. Este efecto se conoce normalmente como sudar, ya que literalmente parece que el botijo suda el agua de su interior y se enfría. La clave del enfriamiento está en la evaporación del agua.

El proceso es muy simple, cuando el agua se evapora necesita energía para que se produzca el cambio de estado de líquido a vapor de agua. Esa energía puede tomarla del ambiente, pero también del propio sistema (el agua). Así cuando se evapora una parte de agua extrae energía del sistema y el agua remanente, por tanto, disminuye en su temperatura.

Cuando un líquido se encuentra caliente tiene cierta energía, es decir, sus moléculas se mueven de un lado a otro. Cuanta más energía cinética tiene un líquido, más se desplazarán sus moléculas, más chocarán unas con otras y más caliente estará el líquido. Cuando introducimos agua caliente en un botijo, las moléculas de agua se desplazan, unas sobre otras, en todas las direcciones, tanto en la parte inferior como en la superficie.

En concreto, en la superficie existen moléculas que están en contacto con otras moléculas, a su alrededor y con moléculas de aire situadas encima. Al ser golpeada por moléculas vecinas, una molécula que se encuentre en la superficie puede saltar hacia arriba y mezclarse con el aire, formándose una fina nube de vapor de agua en torno a la superficie.

Esta molécula “que se ha escapado” consigue que haya menos energía en el agua, pues se la ha llevado consigo, por lo que la energía total del conjunto disminuye. Este es el proceso por el cual una molécula de agua salta al aire circundante, convirtiéndose en vapor de agua. Llegado a este nivel molecular, nos podríamos preguntar: ¿No podría ese vapor de agua volver a la superficie del líquido y calentarlo, como un proceso reversible? Si dejásemos el botijo en una habitación hermética cerrada, el vapor de agua formado por las moléculas que se han escapado llegarían a un equilibrio de líquido-vapor y el líquido no continuaría enfriándose. Tendríamos que ventilar la habitación y secar ese vapor de agua, es por ello que debe existir una corriente de aire seco en el exterior que se lleve ese vapor de agua de la superficie exterior del botijo.

Así el grado de enfriamiento depende de varios factores fundamentalmente, del agua que contenga el botijo y de las condiciones ambientales. Si la temperatura ambiente es elevada, el proceso de evaporación es rápido y el proceso de enfriamiento también. Si las condiciones ambientales son húmedas, la evaporación se ve dificultada y el botijo no enfriará lo suficiente el agua. En condiciones favorables se puede conseguir una disminución de temperatura de hasta 13 °C.

Aunque el sistema de refrigeración por evaporación es conocido desde la antigüedad, hoy en día y sobre todo en los países industrializados, se ha quedado más que en el olvido y los botijos como adorno de tiempos pasados. En países maltratados por el reparto desigual de Occidente, de clima cálido, haciendo uso de enorme sabiduría, de su imaginación, de su búsqueda de una necesidad imperiosa la alimentación, este efecto se utiliza, no solamente para refrigerar agua, sino también para conservar alimentos.

Parece que ha perdido su utilidad frente a los modernos frigoríficos, en países en vías de desarrollo, de clima árido y que no disponen de

electricidad tiene su importancia. La nevera del desierto: consiste en dos vasijas de barro de diferentes diámetros, una dentro de la otra. El espacio entre ambas se rellena con arena mojada que se mantiene siempre húmeda, de modo que se mantienen también húmedas ambas vasijas. Frutas, verduras, y otros artículos como refrescos se meten en la vasija interior, la cual se cubre con un paño empapado.

El fenómeno ocurrido se basa en un sencillo principio físico: el agua contenida en la arena entre las dos vasijas se evapora hacia la superficie exterior de la vasija más grande, donde circula el aire exterior seco. Debido a las leyes de la termodinámica, el proceso de evaporación provoca un descenso de la temperatura de varios grados, enfriando el recipiente interno, destruyendo microorganismos dañinos y conservando en su interior los alimentos perecederos.

En la India, los vendedores ambulantes a menudo enfrían frutas o bebidas para sus consumidores colgando bolsas con el producto dentro de un contenedor de arcilla.

Para efectos de aplicar el sistema en el refrescamiento de edificaciones, la Universidad Agrícola de Panyab, en Ludhiana, recientemente ha probado una versión mejorada de este sistema, que es más parecido al sistema de vasijas que ningún otro artilugio. Se emplean paredes de dos capas de ladrillos, con arena húmeda entre ellas. La arena se mantiene húmeda, y toda la cámara se cubre con una estera mojada. Las frutas y verduras del interior de la cámara se conservan a temperaturas por debajo de 20 °C (Mercadel, 2007). ANEXO 21

El concepto de espacios que se refrescan usando elementos naturales, se puede remontar a los tiempos de los romanos antiguos, los mismos que circularon el agua del acueducto a través de las paredes de varias estructuras para producir un efecto que refrescaba. En esas épocas en que el agua era escasa, únicamente los residentes ricos podían gozar de

este lujo. Durante el tiempo caliente, los persas medievales también crearon torres de viento para refrescar los edificios y así por el estilo, a través de la historia hay varios intentos de enfriar los ambientes interiores.

En España el “efecto botijo” se ha convertido en solución “tecnológica” a la casa del futuro (Casa Patio) y se propone un nuevo concepto de vivienda modelo auto sostenible. La propuesta del “efecto botijo” consiste en recubrir la pared exterior con una cámara de cerámica, que en su interior incorpora unos canales que conducen un riego por goteo similar al sistema romano, pero presentando las paredes como si de un botijo gigante se tratara. El agua y la cerámica enfrían la casa y se conserva la temperatura. Este sistema es fácilmente aplicable a nuestro medio pero los usuarios son renuentes a implementarlo por el temor a lo desconocido y pensando en los inconvenientes que trae la humedad constante.

2.1.16 SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN ARTIFICIAL

En consideración al análisis realizado respecto al confort térmico, se llega a deducir que el ser humano para lograr este estatus debe valerse de diferentes medios y mecanismos que bajen la temperatura al interior de sus espacios ocupados, sea para fines recreativos, de descanso, de trabajo o en fin en todas las actividades de la vida diaria. Los equipos van desde el sencillo ventilador, hasta el sistema de enfriamiento más socorrido en la actualidad y no por esto el más idóneo ni económico, es el equipo acondicionador de aire, hasta llegar al Bioclimatizador en la actualidad. Estos equipos deben ser conocidos de manera más amplia y concreta por cuanto se los expone a continuación:

a) EL VENTILADOR

Un ventilador, con el movimiento de sus aspas, genera un desplazamiento del aire que reduce la temperatura del aire de 1 a 2 grados, sin modificar

la humedad del ambiente y con un gasto energético muy inferior al del aire acondicionado. Un ventilador convencional consume de 100 a 200 Wh de electricidad. Estas bajas potencias permiten mantener la expectativa de que para su alimentación energética se puedan emplear fuentes de energía renovables (solar o eólica).

Existen nuevos modelos que hasta incorporan una batería recargable por lo que ésta se puede cargar de ser posible, con un pequeño panel solar en el hogar.

Los ventiladores más efectivos son los de techo ya que impiden que el aire se estratifique y deje de circular. Su eficacia radica en que el aire caliente de manera natural tiende a subir y se acumula en la parte superior de la habitación; el ventilador lo redistribuye mezclándolo con el aire más frío de la parte inferior y de esta forma reducimos la temperatura ambiental de manera homogénea. Pero también es de considerar que en ambientes muy cálidos no es conveniente que descienda el aire caldeado, más si extraerlo mediante sistemas eólicos naturales o electro-mecánicos como es el extractor que se complementa eficazmente con el ventilador y tiene mejores efectos en áreas cerradas (Terra Ecología Práctica, 2014).

b) EL ACONDICIONADOR DE AIRE

El acondicionador de aire fue mirado una vez como lujo residencial, pero se ha convertido en algo necesario en este tiempo. Se piensa que sólo el aire acondicionado refresca un cuarto a una temperatura soportable durante días calurosos y húmedos del invierno. Este equipo que también utiliza las mismas técnicas que un refrigerador para proporcionar la ventilación y la deshumedificación del aire interior, también tiene sus bemoles a la hora del análisis medioambiental.

Estos equipos de climatización o acondicionadores de aire (Ac/A), luego de proveer de altos niveles de confort a los seres humanos, le infieren un

grave perjuicio a su entorno medioambiental, considerando que son grandes emisores de gases nocivos para la capa de ozono como son los clorofluorocarbonos (CFC) y otros como los (HFC y HCFC), los mismos que contribuyen a agravar el problema del calentamiento global del orbe.

Fue a inicio de los años 1800, que un científico británico comenzó a experimentar con la compresión y la licuefacción del amoníaco. Él dedujo que el amoníaco licuado podría enfriar el aire cuando éste se evaporaba.

En 1842, un doctor norteamericano llamado Juan Gorrie, logró hacer hielo al enfriar el agua y tenía sueños de usar esta tecnología para crear una máquina que refrescara los edificios. Él se ocupó vanamente en construir una máquina de hacer hielo con la ayuda de un soporte financiero y no lo consiguió. Como la ayuda no estaba disponible, él no podía desarrollar sus experimentos. Así, la idea del acondicionador de aire volvió en el 1855, después de haber sido postergada por 50 años.

Las tentativas de Gorrie, sobre la construcción del aire acondicionado industrial fueron cristalizadas a inicios de los años 1900 con la primera versión eléctrica moderna de estos equipos. A través de los años un cambio fue considerado en el uso del aire acondicionado pues los automóviles y las viviendas comenzaron a beneficiarse de esta invención. El Carrier Air conditioning Company comenzó a conducir la manera de traer el concepto al público y durante los años 50 fue un sueño residencial contagioso hasta que llegó a generalizarse su uso por el abaratamiento de costos de los equipos.

Lord Kelvin inventó el principio del aire acondicionado con el objetivo de conseguir un ambiente agradable y sano. Gorrie inventó el equipo acondicionador propiamente y Kelvin creó un circuito frigorífico hermético que se basa en la absorción del calor a través de un gas refrigerante. Para ello, se basó en 3 principios:

- El calor se transmite de la temperatura más alta a la más baja.
- El cambio de estado, del líquido a gas absorbe calor. Si humedecemos la mano en alcohol, se siente frío en el momento en que este se evapora, puesto que absorbe el calor de nuestra mano.
- La presión y la temperatura están directamente relacionadas. Así, en un recipiente cerrado (olla de presión) se necesita proporcionar menor cantidad de calor para llegar a la misma temperatura.

El acondicionamiento de aire es el proceso más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados; consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire adentro de las edificaciones.

El funcionamiento básico del acondicionador de aire se fundamenta en un ciclo de refrigeración que consiste en la recirculación de un refrigerante que logra reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno. Consiste en extraer calor del espacio y transferirlo a otro cuerpo cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado, todo esto lo hace el refrigerante que pasa por diversos estados o condiciones, cada uno de estos cambios se denomina procesos.

El refrigerante comienza en un estado o condición inicial, pasa por una serie de procesos según una secuencia definitiva y vuelve a su condición inicial. Esta serie de procesos se denominan " ciclos de refrigeración". El ciclo de refrigeración simple se compone de cuatro procesos fundamentales que son: expansión, evaporación, compresión y condensación (González, 2015).

- **Expansión**

Al principio, el refrigerante está en estado líquido en la unidad exterior a alta presión. Es necesario enviarlo a la unidad interior y, para conseguir el efecto de refrigeración, se manda a través de un elemento de expansión. Con ello se consiguen dos cosas: reducir la presión y la temperatura del líquido, dejándolo con las condiciones óptimas para la operación.

- **Evaporación**

En el evaporador (dentro de la unidad interior), el líquido se evapora, cediendo frío al aire del local a climatizar (impulsado por un ventilador). Todo el refrigerante se evapora en el evaporador y como resultado se obtiene gas.

- **Compresión**

Este gas vuelve a la unidad exterior para convertirse, de nuevo, en líquido. El primer paso es comprimir el gas. Esta operación se efectúa en el compresor obteniendo gas a alta presión.

- **Condensación**

El vapor a alta presión circula a través del condensador. Se evacua el calor al exterior y se obtiene el refrigerante en estado líquido.

c) REFRIGERACIÓN SOLAR

Es posible aprovechar las energías renovables para generar frescor en climas cálidos. El gran interés radica, además, en aprovechar la energía solar, la mayor disponibilidad del recurso (radiación solar) y la mayor demanda (refrigeración). La energía solar térmica con paneles ya sean convencionales o de tubos de vacío puede aplicarse a tecnologías como la refrigeración *por absorción* y a la calefacción con paredes y *techos radiantes*. También la energía geotérmica solar puede proveer de refrigeración con un gasto eléctrico muy bajo (Terra Ecología Práctica, 2014). ANEXO 3

d) REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN

Este sistema permite obtener aire fresco a partir de calor obtenido con colectores solares. Estos quipos son como los que proveen de agua caliente.

La energía solar captada en colectores solares térmicos calienta agua a alta temperatura (entre 80 y 150 °C). Entonces la máquina de absorción realiza un ciclo de compresión termoquímica (en vez de la compresión mecánica del vapor que realiza una máquina de aire acondicionado) y produce el agua fría necesaria para la climatización de las estancias. Este proceso de compresión en estado líquido tiene muy bajo consumo eléctrico.

Se trata del principio de la refrigeración solar por absorción, la cual permite aprovechar el calor inagotable del sol para generar aire fresco. La máquina utiliza para el intercambio de calor dos fluidos, uno refrigerante y otro absorbente. Lo más habitual es emplear agua como refrigerante y una sal (bromuro de litio) como absorbente.

El funcionamiento resumido es que el agua calentada por el sol cede ese calor al absorbente. Se consigue así agua fría. El absorbente debe volver a ceder el calor (que se disipa o transfiere a otra agua que actúa como refrigerante) para regenerarse y volver a hacer su función. Los sistemas de efecto simple necesitan temperaturas de unos 80 °C, que se pueden conseguir con colectores planos, mientras que los de doble efecto requieren temperaturas de 150 °C, que se pueden proveer con colectores de vacío.

A nivel doméstico, se han desarrollado equipos, accionados por agua caliente, aptos para viviendas o para el sector terciario, de tamaño compacto, que evitan la necesidad de una torre de refrigeración externa y tienen potencias de enfriamiento de 5 a 30 RT (Tonelada de

Refrigeración). Ello se ha conseguido mediante mejoras en la eficiencia de funcionamiento de la máquina de absorción, a través de procesos de rotación de los componentes. El refrigerante empleado es agua y su consumo eléctrico es reducido en comparación con otros sistemas (del orden de 300 Wh). Esto también hace posible que este aporte eléctrico sea provisto por energía solar fotovoltaica, creando así un sistema autosuficiente energéticamente.

Los equipos domésticos de refrigeración por absorción tienen un COP (Coefficient of performance) o rendimiento de 0,6 a 0,8 (en los de efecto simple) y de 1,2 a 1,5 en máquinas de doble efecto. Esto puede sugerir que son sistemas menos eficientes que los de compresión mecánica de vapor, que tienen COPs de 2,5 a 3.

Sin embargo, mientras que en la absorción el aporte energético (calor) es directo, en los sistemas convencionales la energía eléctrica utilizada ha llegado al equipo tras pasar por todo su proceso de generación y distribución, que tiene una eficiencia del 30%. Considerando esto, el rendimiento final sería del orden de 0,75, pero el equipo está utilizando una fuente de energía agotable y altamente contaminante.

La refrigeración por absorción hace que sean viables, técnica y económicamente, instalaciones más grandes, con elevada superficie de colectores solares. Disponer de frío solar en verano permite una amortización del sistema mucho más rápida que si pretendiera utilizarse la instalación tan sólo para calefacción y agua caliente.

Por último destacar que, aunque el aporte de calor también lo podría realizar una llama directa procedente de una combustión de gas o biomasa, lo ideal es que, dada la coincidencia de disponibilidad del recurso con la demanda, la refrigeración por absorción se plantee como un sistema compañero de una instalación de colectores solares que

captan la energía limpia e inagotable del sol (Terra Ecología Práctica, 2014).

e) POR TECHOS RADIANTES

Una instalación de colectores solares para calefacción mediante paredes radiantes puede incorporar una bomba de calor que, con un consumo eléctrico muy bajo, permita revertir el ciclo y obtener agua fría. Esta agua fría circula por los conductos empotrados en las paredes o techos, creando paredes frescas que sin afectar las condiciones del aire interior mejoran el confort de los ocupantes, ya que les roban calor. En estas instalaciones el dimensionamiento del sistema y la regulación de la humedad deben estar bien calculados para evitar problemas de condensaciones.

Edificios con energía solar térmica, una instalación que permite un importante ahorro en las viviendas.

Los sistemas de aprovechamiento geotérmico permiten la climatización tanto en invierno como en verano, ya que aprovechan la estabilidad térmica de la tierra para reducir el consumo de una bomba de calor de alta eficiencia mejorando el efecto (Terra Ecología Práctica, 2014).

f) AIRE ACONDICIONADO INVERTER

Los sistemas de aire acondicionado incorporan un compresor que permite obtener aire fresco a partir del aire caliente ambiental. Esta compresión mecánica tiene un bajo rendimiento energético. El porcentaje de consumo eléctrico de la vivienda destinado a aire acondicionado alcanza el 15 % del consumo eléctrico medio de un hogar, lo cual genera picos de demanda eléctrica que llega a provocar pequeños cortes de suministro por sobrecargas del sistema eléctrico. En momentos puntuales (días calurosos y horas centrales del día) se concentra una demanda de potencias eléctricas muy elevadas e incrementos del costo de energía,

por ende una mayor incidencia de contaminación calórica al exterior, mayor contaminación acústica y medioambiental en general (Terra Ecología Práctica, 2014). ANEXO 4

Es evidente que el aire acondicionado no es la única solución para refrescar la edificación, no obstante, en muchos casos es el único sistema a que se puede acceder o que es posible instalar, conviene escoger una máquina con el menor consumo posible. Sólo en el 2013 se vendieron 469.471 unidades de bombas de calor de entre 2.000 y 4.000 frigorías. Los modelos con tecnología Digital Inverter tienen un consumo de hasta un 40 % más bajo que la convencional.

La tecnología inverter permite variar la frecuencia y la capacidad del equipo durante su funcionamiento y adaptarse a la temperatura deseada más rápidamente. Prácticamente todos los nuevos modelos contienen el refrigerante R-410a, no inocuo para el medio ambiente, pero que sería menos nocivo que los anteriores gases refrigerantes como el R-22 todavía muy extendido (Terra Ecología Práctica, 2014).

Cabe puntualizar que los aparatos de aire acondicionado se clasifican según su eficiencia energética, por lo que conviene escoger modelos de clase A, los más eficientes comparativamente. Queda sin embargo asegurarse, y de estos aparatos también los hay con etiqueta energética de clase A y sensores de presencia (Terra Ecología Práctica, 2014).

g) EL BIOCLIMATIZADOR

La bioclimatización (*evaporative cooling*) es un sistema en el que se genera aire fresco a partir de la evaporación del agua. Se aprovecha el fenómeno natural ya empleado en los comentados sistemas pasivos de que en el cambio de fase del agua de estado líquido a gas, la reacción absorbe calor del ambiente, es decir, reduce la temperatura del aire. Estos

sistemas funcionan con las ventanas abiertas, no resecan el ambiente, y tienen un gasto energético de un 80 % inferior al de los aparatos convencionales de aire acondicionado, ya que se prescinde del compresor que es el elemento que consume energía.

Se han realizado sobre todo instalaciones en viviendas aisladas, pero en obras nuevas también es posible incorporar el sistema, sobre todo si se considera desde el inicio del proyecto. La instalación en si no difiere demasiado de una de aire acondicionado. Las unidades exteriores, eso sí, requieren un suministro de agua de la red, para conseguir el efecto evaporativo. En la unidad exterior se hace pasar el aire por una capa o cortina de agua que empapa unos filtros de celulosa, de manera que se obtiene aire más fresco y ligeramente más húmedo que el de entrada.

Este aire fresco se distribuye a las habitaciones mediante conductos. La bioclimatización permite obtener refrigeración con sistemas de funcionamiento similar a los actuales aires acondicionados, pero con un consumo casi 10 veces inferior. ANEXO 5

Se trata de un sistema de refrigeración menos agresivo para el usuario que el aire acondicionado y con mucho menor consumo (Terra Ecología Práctica, 2014).

En principio es más idóneo para climas secos, aunque en climas moderadamente húmedos (como zonas costeras) también puede ser adecuado. La climatización de una vivienda de unos 100 m² requeriría tan sólo una unidad exterior, de 500 W de potencia. El consumo en funcionamiento, al disponer de motores de velocidad variable, podría ser de 70 a 150 Wh. Una instalación en toda la vivienda, con splits, podría consumir 10 veces menos que una instalación equivalente de aire acondicionado.

También existen sistemas de bioclimatizadores portátiles, cuyo consumo no supera los 100w, y que son más silenciosos que los aparatos portátiles

de aire acondicionado. Con un consumo de 85 w se podría refrescar un área de 17 a 20 m² (depósito de 15 lts. efecto refrescante 1050 W), con un consumo de 58 Wh se podría refrescar un área de 10 - 12 m² (depósito de 13 lts.) efecto refrescante 405 W. Además del gasto energético requieren un consumo de agua, ya que necesitan agua para evaporar. Esta agua incluso podría ser agua de lluvia para no emplear agua de la red.

Un factor a tener en cuenta es que su efecto no es tan inmediato como el del aire acondicionado, por lo que es más compatible con un tipo de climatización continua que con una climatización a la que se le pida un efecto muy rápido. Otra de sus ventajas ambientales es que no utiliza ningún tipo de refrigerante por consiguiente no emite los CFCs., como los equipos acondicionadores de aire. Por su tipo de funcionamiento, su idoneidad ambiental y su bajo consumo, resulta un interesante sistema alternativo al aire acondicionado, formalmente muy similar.

Actualmente existe creciente preocupación respecto al uso de la energía, que afecta a todos los actores implicados en el sector de la construcción. La administración legisla obligando a que los nuevos proyectos utilicen la energía de una forma más eficiente, los fabricantes desarrollan productos, equipos y sistemas cada vez más eficientes y los proyectistas tratan de conjugar todos estos requerimientos de forma práctica y atractiva para el usuario final. Esta nueva forma de proyectar y construir es la que se conoce como sostenible.

La climatización se ha convertido en los últimos tiempos en una necesidad que ha hecho que las puntas de consumo energético se desplacen del invierno -como ocurría anteriormente- al verano, como consecuencia de la proliferación de equipos de aire acondicionado. Año tras año hay nuevos records de consumo energético y sufriendo en ocasiones sobrecargas en la red que implican cortes de suministro.

Por todo ello se advierte que el diseño del sistema de climatización de una vivienda o local es absolutamente fundamental a la hora de planificar la eficiencia energética de dicha construcción, lo que lleva a que se estén empezando a utilizar sistemas alternativos al aire acondicionado convencional de compresor para conseguir el confort requerido.

Estos nuevos sistemas se complementan perfectamente con las construcciones denominadas bioclimáticas, en las que se trata de conseguir la mayor eficiencia energética e integración en el entorno, tanto desde el punto de vista arquitectónico como constructivo. Así, se utilizan materiales sostenibles y se diseña teniendo en cuenta orientaciones, insolaciones en verano e invierno, ventilaciones cruzadas, etc.

Cuando las estrategias y soluciones arquitectónicas resultan insuficientes para obtener la temperatura ideal, necesitamos entonces equipos que nos ayuden a bajar la temperatura hasta alcanzar el denominado “grado de confort”. En este punto es cuando el mercado demanda soluciones energéticamente eficientes, ecológicas y saludables. Todos y cada uno de estos requisitos son compatibles con el sistema de enfriamiento por evaporación de agua.

Hasta ahora este sistema se utilizaba en aplicaciones industriales, granjas, invernaderos, etc. En este momento ya hay en el mercado equipos desarrollados exclusivamente para su aplicación residencial, con mayores requerimientos de rendimiento, control o ausencia de mantenimiento. Entre estos sistemas de última generación destaca la Serie ICON (El aire acondicionado, 2016).

El principio de funcionamiento de estos equipos es el que utiliza la naturaleza para enfriar el aire: la evaporación del agua. De la misma forma que se refresca la brisa marina, estos equipos transforman el calor sensible del aire, la temperatura, en calor latente, es decir en humedad no existiendo variación energética.

Los equipos se alimentan de agua directamente de la red. Se hace circular el agua por medio de una bomba hasta un distribuidor en la parte superior. Se crea una cortina de agua que empapa de manera uniforme unos filtros de celulosa con estructura de nido de abeja. Un ventilador hace pasar el aire desde el exterior a través de estos filtros, consiguiendo un aire más fresco y más húmedo que el de entrada.

De la temperatura del aire de entrada y de la humedad relativa que contenga ese aire dependerá la temperatura de rendimiento del equipo. En el caso de tener una temperatura exterior de 35 °C con humedad relativa del 20 %, un buen equipo bioclimatizador debe trabajar con un rendimiento de, al menos, un 80 %, con este rendimiento obtendríamos una temperatura de salida del aire en boca del equipo de 23 °C.

Con este sistema de climatización se consiguen ahorros energéticos superiores al 80 % respecto a los equipos convencionales de aire acondicionado. Así podemos climatizar una vivienda entera de unos 200 m² con una potencia instalada de 1.100 W, o 100 m² con una potencia instalada de 500 W. Por otra parte, al ser los motores de velocidad variable, a niveles bajos de ventilación se obtienen consumos energéticos de entre 70 y 150 W. Realmente el potencial de ahorro energético es muy destacable.

Las ventajas que aporta este tipo de climatización para su uso en viviendas son importantes en distintos aspectos:

Como se ha comentado, el ahorro energético permite climatizar íntegramente una vivienda 24 horas al día por un costo inferior a US \$ 60 mensuales, lo que lleva a que la inversión en climatización pueda ser amortizada en un breve plazo de tiempo únicamente con el ahorro energético generado.

Por otra parte, se aporta al ambiente la humedad necesaria para la salud, al tiempo que se genera dentro de la vivienda una sobrepresión que

impide la entrada de polvo, humos u olores mientras tenemos el espacio climatizado manteniendo abiertas puertas y ventanas.

La instalación de estos equipos se realiza habitualmente sobre la cubierta. El equipo monitoriza directamente el aire, que introduciremos dentro de la vivienda. La distribución del aire por las distintas dependencias se puede realizar de dos maneras: bien mediante una sencilla instalación de red de conductos que distribuya el aire a cada una de las estancias, bien utilizando la técnica de la “salida única” para toda la vivienda, aprovechando la sobrepresión generada, de forma que el aire se gestiona por la salida previamente designada para el mismo al exterior de la casa.

De éste modo, se consigue climatizar toda la vivienda, pero sin necesidad de crear una red de conductos por toda la casa, con el consiguiente ahorro en instalación. Es importante el hecho de que se puede climatizar la vivienda mientras se mantienen abiertas puertas o ventanas. Parece coherente que quien ha decidido vivir en una vivienda unifamiliar, quiera disfrutar de “toda” la vivienda, incluidas terrazas o jardín. Resulta muy gratificante disfrutar de una brisa de aire fresco mientras estamos en la terraza de nuestra vivienda, como si nos trasladáramos virtualmente a la orilla del mar.

La conclusión es que estos sistemas de bioclimatización tienen un sólido futuro y suficientes ventajas competitivas respecto a los equipos convencionales de aire acondicionado, como para imponerse en un mercado que cada día reclama soluciones más “eficientes” energéticamente, ecológicas y saludables (El Aire Acondicionado, 2015).

VENTAJAS DE LA BIOCLIMATIZACIÓN

- Eficiencia energética. Con 500 W. instalados podemos climatizar una vivienda de 100 m²
- No utiliza gases refrigerantes. Climatiza como lo hace la naturaleza
- Las puertas y ventanas pueden permanecer abiertas

- Aportan la humedad necesaria para la salud de las personas, sin reseca el ambiente
- Ventilación constante: elimina humos, olores y aire viciado
- Aire 100 % nuevo, fresco y filtrado (El aire acondicionado, 2016).

El costo aproximado por consumo de energía eléctrica es de US \$ 60 mensuales para climatizar toda una vivienda convencional de 200 m².

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Tomando en consideración que la situación problemática no pasa exclusivamente por lo eminentemente científico y técnico, se ha considerado de vital importancia abordar el tema desde la parcela legal, para lo cual habremos de introducirnos además en los antecedentes históricos que dan cuenta del devenir de estos acontecimientos que están afectando al planeta hace algún tiempo.

Ante los primeros atisbos de encuentros ecuménicos para enfrentar el problema, el mundo se mostró entusiasta, sea por interés o por esnobismo, pero el caso es que se dieron las citas mundiales y, aunque los primeros objetivos se diluyeron, no es menos cierto que marcaron el camino a otros eventos más categóricos y productivos.

2.2.1 ANTECEDENTES MEDIOAMBIENTALES

La temática ambiental surge en la década de los 70 como consecuencia del acelerado crecimiento económico registrado en los países industrializados durante la etapa de posguerra.

Esta expansión económica, tras los beneficios que supuso, trajo aparejados una serie de problemas ambientales que comienzan a ser percibidos con preocupación por parte de los estados en particular por la comunidad internacional en general.

Durante los años en los cuales se desarrolló la conflagración se produjeron avances científico–tecnológicos sin precedentes en la historia mundial que, en su gran mayoría, se aplicaron a la industria bélica. Una vez concluido el conflicto, como lógica consecuencia, se produce la reconversión industrial hacia la producción masiva de bienes en un contexto de creciente bienestar económico generando un cambio tanto igual como cuantitativo en los patrones de consumo de bienes y servicios, llevando a las sociedades de los países centrales a estándares de vida nunca antes alcanzados.

La instalación de un modelo de alto consumo y producción implicó un aumento en la extracción y transformación de recursos naturales renovables y no renovables destinados a abastecer los requerimientos de los centros urbano-industriales, al tiempo que, como resultado, se incrementaba la generación de todo tipo de residuos. Este crecimiento económico basado en un consumo y producción recurso-intensivos trajo aparejadas las denominadas “consecuencias no deseadas”, resultado de las externalidades devenidas del modelo implementado que dieron lugar a un proceso de degradación del ambiente, hecho que se verificaba en la pérdida creciente de la calidad del aire, aguas y suelos.

A la preocupación por los efectos negativos de la contaminación, que restaban calidad de vida a las sociedades económicamente florecientes, se sumaba otra relativa a la disminución y agotamiento de los recursos naturales no renovables. Al mismo tiempo, en el resto del mundo no desarrollado los problemas acuciantes nada tenían que ver con la industrialización y el consumo; este mundo se enfrentaba a agudas crisis alimentarias, a graves deterioros de los sistemas agrícolas y, en los países más pobres, al crecimiento demográfico que comenzaba a adjetivarse como “explosivo”.

En este contexto mundial de problemas ambientales diametralmente opuestos, un común denominador estaba implícito en todos ellos: el agotamiento de los recursos naturales, devenido del excesivo consumo “per cápita” en uno de los casos, y por exceso de población en otros.

Frente a un panorama que resultaba alarmante, la agenda de los estados comenzó a incluir la preocupación por la finitud y agotamiento de los recursos como un hecho que podía constituirse en una barrera para el crecimiento económico, en la medida en que más población en el mundo estuviera en condiciones de alcanzar niveles de consumo más elevados.

A pesar de lo mencionado, la percepción social acerca de que el crecimiento económico podía llegar a tener una limitante ambiental, era débil; estos límites, básicamente, estaban asociados con el temor que producía la paulatina y creciente posibilidad de que se llegara a una fuerte restricción en la provisión de las materias primas y de los combustibles fósiles indispensables para un modelo económico cada vez más consumista y petróleo-dependiente (Jankilevich, 2003).

2.2.2 LA COP 21

Así llamada La Vigésima Primera Conferencia de las Partes de la UNFCC o Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ha propuesto en términos generales, “*La reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero*” (GEI) al 50 % para el año 2050, respecto al año 2005. Esta conferencia ecuménica reunió a representantes de 195 países del orbe con la finalidad de crear un compromiso tendente a fijar un tope de 2 °C como nivel máximo de incremento de la temperatura del planeta hasta el año 2100, caso contrario la Tierra se vería afectada por fenómenos climáticos impredecibles y dramáticos.

Se estableció que la atmósfera no puede soportar más de 3.000 Gigantoneladas de CO₂ y resulta que desde la era pre-industrial (1800)

hasta el 2011, ya se han emitido a las atmósfera, las 2/3 partes de esta cifra o sea aproximadamente 2.000 Gigatoneladas, por consiguiente se intentará a toda costa evitar llegar a la cifra crítica.

Hoy se emite 50 GT de GEI anuales, luego en teoría *–de no tomar medidas–* en 20 o 25 años se llegará a 3.000 Gigatoneladas con todas sus consecuencias negativas (El Universo, 2015).

2.3 MARCO LEGAL

La Ley de Gestión Ambiental del Ecuador constituye un cuerpo legal específico y sumamente importante concerniente a la protección ambiental del país. Se ha legislado pensando directamente en la prevención, control y sanción a toda acción contaminante a los recursos naturales y además establece directrices de política ambiental. Determina también las obligaciones y los niveles de participación de los sectores público y privado en el área ambiental señalando los límites tolerables, ejerciendo los controles e imponiendo las sanciones correspondientes dentro de este ámbito.

2.3.1 CONTEXTO INTERNACIONAL

En el ámbito internacional no existe una regulación para el uso excesivo e indiscriminado de los equipos acondicionadores de aire, habida cuenta que su efecto negativo no ha sido evidenciado en su real magnitud o no se le ha otorgado la debida importancia y el Tratado de Montreal (1987) que intentó regularlo ha quedado simplemente como un enunciado a pesar de que iba a tratar sobre estas sustancias destructoras de la capa de ozono y para controlar la producción y el consumo de dichos gases.

En este protocolo se estableció al año 1996 como la fecha límite para abandonar totalmente la producción y el consumo de clorofluorocarbonos (CFCs) en los países desarrollados y que los países en vías de desarrollo disponían de 10 años más para el cumplimiento de este requisito, mas

aquello jamás se dio, quedó en “letra muerta” y el problema ha continuado en un notorio *in-crescendo* a nivel mundial.

Lo propio se dio en Helsinki (1989) dos años después, se habló del tema, se hicieron pronunciamientos e igualmente fracasó por sus resultados intrascendentes.

En términos generales dentro del contexto político – medioambiental se establece lo complicado que resulta integrar el nuevo conocimiento ecológico en la toma de decisiones políticas, de tal manera que no cause un impacto en las interacciones entre política y ciencia para ayudar a la sociedad a lograr formas urbanas más sostenibles.

La política medioambiental de la UE se basa en los principios de cautela, prevención, corrección de la contaminación en su fuente y «quien contamina paga». El principio de precaución es una herramienta de gestión del riesgo a la que puede recurrirse en caso de incertidumbre científica sobre una sospecha de riesgo para la salud humana o el medio ambiente que se derive de una acción o política determinada. Por ejemplo, para evitar daños a la salud humana y al medio ambiente en caso de duda sobre los efectos potencialmente peligrosos de un producto, pueden darse instrucciones de detener la distribución de tal producto o retirarlo del mercado, si las dudas persisten tras una evaluación científica objetiva. Estas medidas han de ser, no discriminatorias y proporcionadas y revisarse una vez se disponga de más información científica (Parlamento Europeo, 2015).

Bajo esta premisa y ante la presión que ejercían los medios y grupos de ecologistas activos, en los inicios de siglo XXI, se tomó muy en serio la afectación a la capa de ozono provocada por las emisiones de CFCs entre otros gases, además potenciada por la teoría de los ganadores del Premio Nobel de Química del año 1995, (Molina, Crutzen y Sherwood), quienes probaron el ataque de estos gases al ozono de la estratosfera, provocando una toma de conciencia a tal punto que la propia “DuPont”

(empresa norteamericana creadora del CFC), aseveró que pararía su producción.

Así, desde el 1 de enero de 2010 está prohibido utilizar los gases refrigerantes R11, R12 y R22 puros, sea para el mantenimiento o para la recarga de equipos de refrigeración y aire acondicionado, según estipula el Reglamento 2037/2000 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO).

En base a esta normativa, también se prohibió utilizar HCFC, reciclados junto a sus derivados. Posteriormente se han encontrado otras soluciones para sustituir los anteriores refrigerantes y salieron al mercado los llamados *Refrigerantes Verdes*, nominados R-407C, R-134-A y el R-410^a (Arnabat, 2015).

2.3.2 CONTEXTO NACIONAL

En la Constitución de la República del Ecuador, expedida el año 2008, se establecen una serie de transformaciones de índole política, social, económica y cultural en el área ambiental, y de manera específica sobre el cambio climático. Así, la Constitución en su Art. 414 establece: “El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de GEI, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; se tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y se protegerá a la población en riesgo”.

Además, en el Ecuador está vigente por Decreto Ejecutivo emitido el 2003, el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), que habla de las políticas básicas ambientales del Ecuador y las normas técnicas para la prevención y control de la contaminación ambiental. El Libro VI, anexo 4 refiere todo lo concerniente a contaminación del aire y establece Normas para las emisiones desde fuentes fijas.

Así, en el Capítulo 4.1 referente a Normas de calidad de aire ambiental, se establecen como contaminantes comunes del aire ambiente a los siguientes elementos:

- Partículas Sedimentables.
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 10 (diez) micrones. Se abrevia PM_{10} .
- Material Particulado de diámetro aerodinámico menor a 2,5 (dos enteros cinco décimos) micrones. Se abrevia $PM_{2,5}$.
- Óxidos de Nitrógeno: NO y NO_2 , y expresados como NO_2 .
- Dióxido de Azufre SO_2 .
- Monóxido de Carbono.
- Oxidantes Fotoquímicos, expresados como Ozono (TULSMA, 2015).

Como se puede advertir, entre los elementos contaminantes del ambiente, citados en el TULSMA, no constan en absoluto los fuoroclorcarbonos CFCs., más si todos los consabidos gases de efecto invernadero (GEI).

En el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017, se incorporan estos artículos y en el Objetivo 7 se establece: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”.

Este Plan es el instrumento del Gobierno Nacional para articular las políticas públicas con la gestión y la inversión pública para que los ciudadanos y ciudadanas puedan obtener el Buen Vivir o Sumak Kawsay. Ante la crisis multidimensional que vivimos, ya sea en el ámbito social, financiero, energético, ambiental, etc., nos corresponde repensar el modelo productivo y apuntar hacia las energías renovables, que aparte de que no contaminan, generan beneficios más igualitarios y enfrentarán mejor las crisis.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y FUENTES

La metodología que se utilizará es de corte **Deductiva y Ecléctica** siendo que no se encasilla en los esquemas científicos tradicionales para efectos de comprobación y consecución del objetivo trazado, más si con resultados adecuados y perfectamente ejecutables para solucionar la problemática planteada.

Se recurrirá a fuentes bibliográficas confiables y a información recopilada en el desarrollo de la maestría. Cada información contará con cita de la fuente o referenciación adecuada (Formato APA Sexta Edición).

Se apelará a la heurística y la hermenéutica para el análisis, interpretación y síntesis del trabajo investigativo siguiendo los cánones clásicos de la metodología investigativa.

Se realizarán encuestas por muestreo para saber la intención del conglomerado medio-alto a realizar cambios para disminuir el uso de los equipos climatizadores (Ac/a). Se contará con la colaboración de guardianes de la ciudadela escogida, por tanto no se utilizará personal especializado o similar. Las preguntas serán de carácter puntual y categórico respecto a las preferencias de los moradores.

Finalmente se realizará un proyecto arquitectónico completo donde se aplicarán eco-técnicas amigables con el entorno, de sencilla implementación y a bajo costo. Además, dicho Proyecto será perfectamente ejecutable en el solar que se detallará posteriormente como aporte a la causa medioambiental que nos ocupa y donde se probarán las bondades de este sistema ecléctico que aglutina una serie de elementos colaborantes puestos al servicio de la comunidad.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS

Planteado el Problema y fijados los Objetivos, se procedió a formular Hipótesis, que luego de sustentarlas bajo un Marco Teórico, Conceptual y Legal, nos condujo a resultados que bajo un análisis Metodológico procuró Conclusiones y así derivamos en la Propuesta definitiva al tema.

Ahora pasaremos a realizar un análisis estadístico y otro constructivo:

4.1.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El caso nos sugirió un análisis de, cuál sería la acogida y/o aceptación que tendría una propuesta de cambio de actitud, respecto a equipos climatizadores (Ac/A) con moradores que hacen uso de estos por ser confortables y por la cómoda capacidad adquisitiva de estos.

- **LUGAR DE LA MUESTRA**

Para efectos de lograr el objetivo propuesto, se realizó el análisis estadístico de un sector específico de la ciudad de Guayaquil – Ecuador: Ciudadela “Ceibos Norte” (Sector “Los Ceibos”), sita en la parroquia Tarqui en el norte de la ciudad, a la que también se puede acceder por el Km. 30.5 de la vía Perimetral.

Es una urbanización privada, segura y con vigilancia las 24 horas del día. Su infraestructura incluye áreas de juegos, piscina, áreas de descanso, canchas de tenis, bar y oficinas para administración (ESPOL, 2016).

- **UNIVERSO DE LA MUESTRA**

Se trata de una urbanización diseñada para albergar 800 familias, y actualmente habitada por 700. Consta de un área total de 362,422 m². (36.2 Ha).

La muestra fue de 86 moradores de la ciudadela, de un universo de 2.800 habitantes de la ciudadela aproximadamente.

- **PERIODO DE TOMA DE MUESTRA**

La muestra fue tomada fuera de las horas “pico” evitando aglomeraciones tanto por la mañana, entre las 10:00 y 12:00 horas, como por la tarde, entre las 15:00 y 17:00 horas. Toda la encuesta se realizó en el lapso de un día laborable (mañana y tarde), por la mayor afluencia de personas y facilidad de escogimiento aleatorio de la muestra.

FORMATO DE ENCUESTA: (Hoja tipo)

	<u>PREGUNTAS</u>	1	2	3	4	5	6	7
a	Si cambiaría su Ac/A por otro sistema			x				
b	No cambiaría su Ac/A por otro sistema							x
c	Usaría los 2 sistemas a voluntad	x	x		x		x	
d	No responde					x		

Cuadro No 4

Fuente: Encuesta a moradores / Cdla. Ceibos Norte.

Realizadas por: Sr. Ávila (Guardián).

Elaborado por: G. Burbano, 2015.

RESULTADOS DE ENCUESTA:

	<u>PREGUNTAS</u>	<u>Cant.</u>	<u>%</u>	<u>Resultado</u>
a	Si cambiaría su Ac/A por otro sistema	21	24,4%	Tendencia
b	No cambiaría su Ac/A por otro sistema	18	20,9%	Minoría
c	Usaría los 2 sistemas a voluntad	42	48,9%	Preferencia
d	No responde	5	5,8%	
e	Universo <u>TOTAL</u>: 86 moradores	86	100%	

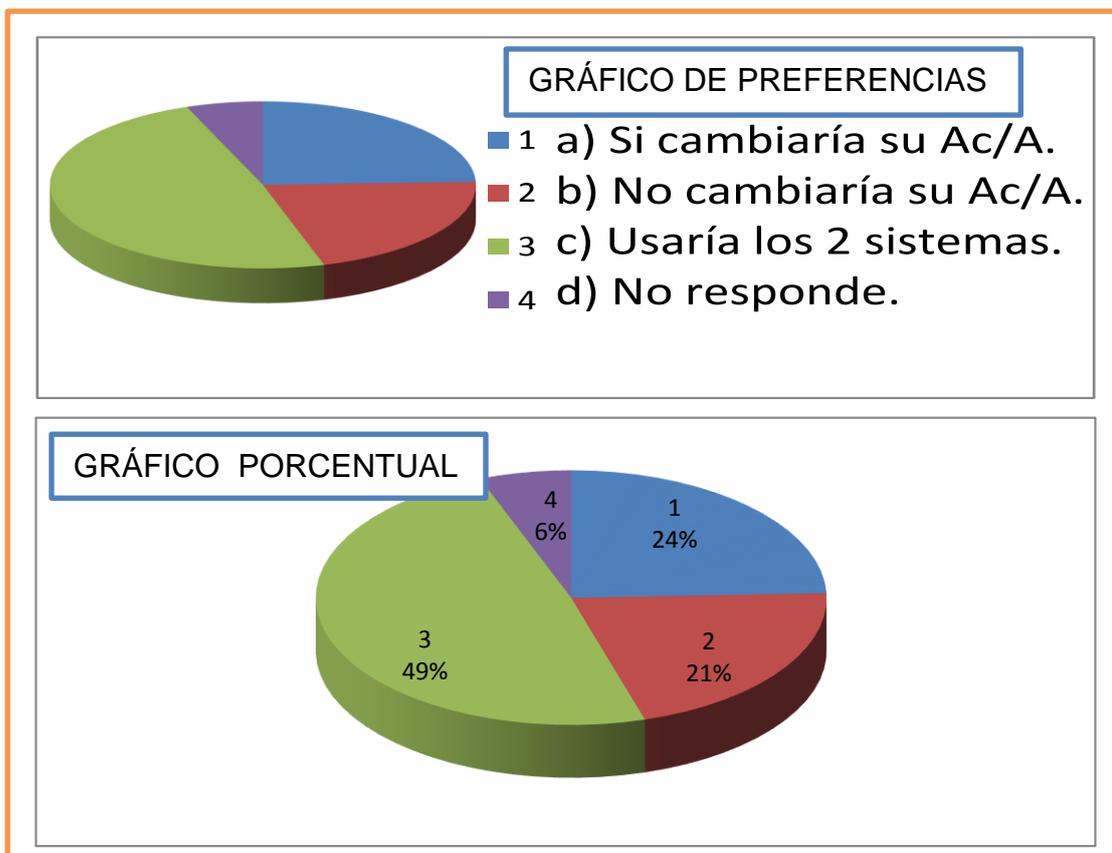
Cuadro No 5

Fuente: Encuesta a moradores / Cdla. Ceibos Norte.

Realizadas por: Sr. Ávila (Guardián).

Elaborado por: G. Burbano, 2015.

GRÁFICOS DE ENCUESTA:



Cuadro No 6

Fuente: Encuesta a moradores / Cdla. Ceibos Norte.

Elaborado por: G. Burbano, 2015.

RESULTADOS ESTADÍSTICOS:

Bajo la intencionalidad de conocer las preferencias del uso de los equipos de Ac/A, y una vez realizadas las encuestas, se deduce que:

- UTILIZARÍAN LOS DOS SISTEMAS, tanto el convencional como el eólico, como preferencia mayoritaria: (#3).....**48,9 %**
- SI CAMBIARÍAN totalmente el sistema de Ac/A, por otro alternativo con un criterio vanguardista y ecológico: (#1).....**24,0 %**
- NO CAMBIARÍAN sus equipos acondicionadores de aire como alternativa secundaria: (#2).....**20,9 %**

4.1.2 RESULTADOS CONSTRUCTIVOS

En lo atinente al análisis constructivo-tecnológico, se tienen las siguientes conclusiones fundamentadas en los insumos de investigación, en los reportes científicos recabados y bagajes del ejercicio de la profesión.

Así vemos que en términos generales, las edificaciones en Ecuador carecen en su gran mayoría de un análisis -previa construcción- del confort térmico al interior de la misma por factores negativos como son:

- La deficiente planificación en la que casi no se considera la orientación respecto al sol, de manera tal que su incidencia no afecte sobre todo las áreas de descanso.
- Los materiales de construcción se los utiliza por simple intuición y no analizando sus características que favorezcan al decremento de la temperatura en la edificación.
- Los equipos de climatización generan ruidos al exterior aportando así a la contaminación acústica de las ciudades.
- Los Ac/A originan alzas de temperatura a nivel ciudadano creando “islas de calor” que se presentan por las tardes y entrada la noche.
- Las viviendas se construyen con escasa altura de piso a techo, contribuyendo a la deficiente convección o circulación del aire.
- Determinamos una deficiencia de tratamiento a las cubiertas y paredes exteriores que resultan ser la piel del inmueble y las que están llamadas a protegerla del factor de asoleamiento.
- Generalmente no entran en el análisis y diseño las áreas verdes interiores y circundantes a pesar de ser de vital importancia para el confort térmico de la edificación.

4.2 CONCLUSIONES GENERALES

- En base a la información recabada y sometiendo la problemática a un análisis deductivo por la evacuación de las hipótesis planteadas: **Se infiere una virtual contaminación ambiental por emisiones químicas de CFCs.** generada por los equipos Ac/A que arruinan la capa de ozono en un caso de clara afectación antropogénica. Se demuestra el daño ambiental de las SAO por los científicos, Molina, Crutzen y Sherwood (EEUU), quienes se hicieron acreedores al *Premio Nobel de Química en 1995*, por sus estudios sobre el tema: “La Capa de ozono y los CFCs”, a pesar de las presiones contrarias de sus detractores, los empresarios de una empresa transnacional Norteamericana productora de estos gases, interesados en continuar su comercialización siendo una de las más poderosas del orbe (El Tiempo, 1995).
- Por el análisis estadístico se concluye que los moradores tienen predilección por usar los dos sistemas de climatización, tanto el convencional como el eólico alternativo, en una muestra fehaciente de resistencia a cambiar radicalmente por algo nuevo y experimental, pero dejan vía libre a la propuesta e implementación del sistema bioclimático con el que puedan contar cuando amerite.
- Del análisis constructivo se infieren deficiencias de planificación y diseño tanto interior como exterior, de áreas verdes como quiebrasoles y de orientación. Además se colige que cabe la creación de sistemas alternativos de climatización que sean inocuos, económicos y eficaces para lograr bajar la temperatura al interior de las edificaciones y contribuir a la salud medioambiental general.
- Se concluye que amerita la elaboración de un Proyecto Bioclimático que recoja todo lo analizado en el presente estudio.

CAPITULO V

PROPUESTA

Se realizará un Proyecto Eco-Arquitectónico mediante el cual se logrará un confort térmico dotando a la edificación de sistemas que favorezcan los siguientes propósitos:

- Se bajará la temperatura a alrededor de 22 °C. al interior de la edificación sin necesidad del uso de Ac/A.
- Se disminuirá la contaminación acústica provocada por los Ac/A.
- Se reducirá la temperatura exterior generada por los equipos Ac/A.

5.1 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y TECNOLÓGICAS

Para la consecución de estos propósitos se recurrirá a técnicas avanzadas de manejo del aire caldeado de la vivienda para evacuarlo eficientemente y lograr bajar la temperatura y ruidos, así tenemos:

5.1.2 SISTEMA ECO-TÉCNICO PARA CLIMA CÁLIDO

Se están presentado de manera sintética algunas o las más conocidas técnicas de ventilación para clima cálido, yendo desde las más simples que apelan a la apertura de vanos considerando la dirección del viento y altura de las ventanas para aprovecharse de la curva de convección natural y evacuar el aire caldeado por la parte superior.

Luego tras ingresar aire fresco por niveles inferiores y por diferencia de densidades, extraerlos creando una suerte de “chimeneas” para sacar por la cubierta el aire caliente. Otras proponen tener en cuenta la orientación de la vivienda para proteger ciertas áreas del asoleamiento etc. y así un sinnúmero de “tips” para el efecto.

En el transcurso del tiempo se realizaron proyectos y planes experimentales con estas soluciones constructivas, más sin embargo a fuerza de resultados poco eficientes para ciertas zonas de mayor

afectación climática, se debieron incorporar nuevos sistemas de orden mecánico como los “Venturis”, fundamentados en los principios del arquitecto norteamericano Robert Venturi quien por los años 30s contribuyó con grandes innovaciones al diseño y construcción de edificaciones vanguardistas. ANEXO 13, ANEXO 14

Estos sistemas logran el objetivo con cierta eficacia, pero tuvieron sus deficiencias en lugares donde la ventilación no es suficiente y la convección natural hace que la onda cálida regrese a los niveles inferiores, caldeando nuevamente las habitaciones.

Se optó luego por los extractores eólicos de procedencia asiática, los mismos que se fundamentan en el principio “venturi”, pero tienen el plus de girar automáticamente sin necesidad de energía, únicamente por la acción del viento, por esto su nombre de “eólicos”. Hubo lógicamente inconvenientes por su vulnerabilidad ante las precipitaciones, haciéndolos ineficientes para zonas de altos niveles pluviométricos como la nuestra.

ANEXO 11

Cabe destacar que existe la idea errónea de que estos aparatos llevan aire fresco al interior y se han dado reproches al sistema por desconocimiento ya que la verdadera función del mismo es extraer el aire caldeado del interior, de manera que se hace necesaria la apertura de vanos inferiores que permitan el ingreso de corrientes de aire para reposición de las que egresan.

Este proceso permanente de circulación de aire permite mejorar las condiciones de habitabilidad de la vivienda eliminando no solo el calor excesivo sino también la humedad, los olores, vapores, humos y demás elementos perjudiciales que puedan estar contenidos en el ambiente de la edificación dependiendo del uso y magnitud del bien inmueble.

La velocidad de este proceso de circulación eólica está dada por el caudal de aire viciado que es desplazado de la edificación y reemplazado por aire fresco en un cierto período de tiempo. Así se da lugar al término “cantidad de renovaciones por hora” que no es otra cosa que el número de veces que el volumen de aire contenido en el interior de la edificación es reemplazado en una hora. Relativo a este análisis se equipará el inmueble con el número requerido de extractores.

Ante ciertas deficiencias de estos sistemas los diseñadores optaron -al cabo de años de experiencias- por crear sistemas con alta tecnología, o sea, no únicamente de orden pasivo, sino además ayudados por motores de extracción de aire con sistemas eléctricos y electrónicos que detectan la deficiencia de aire y entran a funcionar automáticamente.

Si bien es cierto que estos resultan muy eficientes, también consumen energía, son de costos onerosos y no aportan a la estética de la edificación. En la actualidad los hay en el mercado, de varios tipos y además para edificaciones de mayor envergadura ya sean de uso residencial o corporativo. ANEXO 7

La transferencia de calor por convección funciona si existe una diferencia de temperatura en el interior donde es casi seguro que se producirá un movimiento del aire. Este movimiento transfiere calor de una parte a otra por un proceso llamado convección. El movimiento puede ser natural o forzado. Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el aire se encuentra en el campo gravitatorio, el más caliente y menos denso asciende, mientras que el más frío y más denso desciende.

Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del aire se denomina convección natural. La convección forzada con el uso de extractores se logra sometiendo el aire a un

gradiente de presiones, con lo que se fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos aplicada en la edificación.

5.1.3 SISTEMA ALTERNATIVO DE VENTILACIÓN

Se pone a consideración entonces este sistema emergente conocido como “bioclimatización” ya expuesto en el capítulo correspondiente a Sistemas de Climatización artificial y consiste en la utilización de equipos que generan aire fresco a partir de la evaporación del agua, sin recurrir a ningún tipo de compresor.

Estos sistemas se complementan perfectamente con las construcciones denominadas bioclimáticas, en las que se trata de conseguir la mayor eficiencia energética e integración en el entorno, tanto desde el punto de vista arquitectónico como constructivo.

Así, se utilizan materiales sostenibles y se diseña teniendo en cuenta orientaciones, insolaciones en verano e invierno, ventilaciones cruzadas, etc., que nos ayuden a bajar la temperatura hasta alcanzar el denominado “grado de confort”. En este punto es cuando el mercado demanda soluciones energéticamente eficientes, ecológicas y saludables. Todos y cada uno de estos requisitos son compatibles con el sistema de enfriamiento por evaporación de agua.

El principio de funcionamiento de estos equipos es el que utiliza la naturaleza para enfriar el aire: la evaporación del agua. Por otra parte, estaremos aportando al ambiente la humedad necesaria para la salud, al tiempo que generamos dentro de la vivienda una sobrepresión que impide la entrada de polvo, humos u olores mientras tenemos el espacio climatizado manteniendo abiertas puertas y ventanas.

La instalación de estos equipos se realiza habitualmente sobre la cubierta.

El equipo monitoriza directamente el aire, que introduciremos dentro de la vivienda. La distribución del aire por las distintas dependencias se puede realizar de dos maneras: por una sencilla instalación de red de conductos que distribuya el aire a cada una de las estancias, o utilizando la técnica de la “salida única” para toda la vivienda.

El sistema por ser sencillo y económico, cabe dentro del esquema alternativo y bioclimático, por tanto se lo sugiere como un complemento a utilizar de acuerdo a la exigencia del medio.

ANEXO 17, ANEXO 18

A pesar de las bondades, es justo considerar los factores negativos del equipo bioclimático, cual es la constante humedad que generan en su accionar ya que como se expuso en detalle, estos emiten agua atomizada en partículas para bajar la temperatura por evaporación. Para evitar problemas de tipo eflorescencia de la pintura de las paredes interiores de la vivienda, se debe complementar el sistema utilizando pinturas elastoméricas que son invulnerables a la humedad y a los hongos.

5.1.4 SISTEMA MIXTO DE EXTRACCIÓN

Un extractor de aire es un aparato mecánico utilizado principalmente para la sustitución de una porción de aire, que se considera indeseable, por otra que aporta una mejora tanto en pureza, como en temperatura, humedad, etc.

La ventilación de los seres vivos, las personas entre ellos, les resuelve funciones vitales como el suministro de oxígeno para su respiración y a la vez les controla el calor que producen y les proporciona condiciones de confort, afectando a la temperatura, la humedad y la velocidad del aire. Para efectuar una ventilación adecuada hay que atender a: a) Determinar la función a realizar, ya sea para área residencial o industrial. b) Calcular

la cantidad de aire necesario para cada caso y c) Establecer el trayecto de circulación del aire.

La gran variedad de construcciones y de necesidades existentes disminuye la posibilidad de dar normas fijas en lo que se refiere a la disposición del sistema de ventilación. Sin embargo pueden darse una serie de indicaciones generales, que fijan la pauta a seguir en la mayoría de los casos:

a) Las entradas de aire deben estar diametralmente opuestas a la situación de los extractores de aire, de forma que todo el aire utilizado cruce el área a refrescar.

b) Es conveniente situar los extractores de aire cerca del área a ventilar, de manera que el aire cálido se elimine eficientemente.

c) Debe procurarse que el extractor de aire no se halle cerca de una ventana abierta, o de otra posible entrada de aire, a fin de evitar que el aire cálido expulsado vuelva a introducirse. Existen casos especiales como baterías sanitarias cerradas (sin ventanas) y por esto se procede a recircular, esto es, aprovechar parte del aire de extracción para volver a insuflarlo al local, pero sometiéndole previamente a un proceso de depuración. Este tipo de instalaciones requieren de un estudio y diseño especiales.

Volviendo al sistema propuesto y en relación a su ensamble y montaje, se tiene que enfatizar que se trata simplemente de fusionar estos dos elementos: Un extractor de aire tipo residencial de la capacidad adecuada para el caso y una mansarda o torre en la cubierta. ANEXO 10

Este sistema se basa en la extracción de aire de forma natural, cuando las condiciones de viento exterior son favorables, y cuando son desfavorables

se pone en funcionamiento el extractor con motor eléctrico, para garantizar la extracción mínima necesaria.

Este trabajo de obra nueva o remodelación, debe partir de un análisis estructural que determine la factibilidad de ejecución del mismo. Una vez aprobado se procederá a su construcción y paralelamente se adecuarán las áreas interiores para la correcta eficiencia del sistema, esto es, creando vanos en sitios debidamente establecidos de acuerdo a las técnicas ya expuestas en el proyecto.

Se enfatiza y reitera en el valor que debe tener el aspecto estético, por cuanto este se presta para mimetizarlo o disfrazarlo ya que caso contrario quedaría expuesto en forma de chimeneas, dado el diseño que poseen estos equipos de tecnología de “punta” junto con todos sus accesorios complementarios.

La técnica es aplicable en edificaciones de todos los estilos, siempre bajo el concepto de crear un gran ducto o vía de evacuación del aire caldeado. Generalmente se utilizará foso de la escalera, el mismo que conduce a la zona más alta del predio donde se implementará el sistema.

En cuanto a accesorios del sistema, es importante considerar la ubicación de unidades absorbentes en lugares estratégicos para su eficiencia.

En edificaciones más sencillas, bastará con cambiar una plancha del tumbado cercana a la mansarda, sustituyéndola por una rejilla a la que habrá que dotarla de malla anti mosquitos en consideración a que trabajamos para sectores de clima cálido-húmedo y afín a estos insectos.

El sistema funciona perfectamente en edificaciones de mayor envergadura como son los edificios de departamentos y de oficinas.

En estos se complementará el sistema con tuberías conductoras de aire y absorbentes en cada piso. Será una red similar al sistema de ductos de

aire acondicionado que puede estar apoyado por otras redes de igual significación conformando otras técnicamente concebidas y respondiendo a las solicitudes de las diferentes áreas. ANEXO 17

5.1.5 SISTEMA DE “CUBIERTAS VERDES” Y SOLUCIÓN “AZOLLA”

Ya desde el año 600 aC, como regalo para su esposa, el rey Nabucodonosor ordenó construir enormes terrazas de piedra para cultivar sobre ellas, creando así una de las maravillas del mundo antiguo: los jardines colgantes de Babilonia.

La preocupación por los cambios que ocasiona el crecimiento urbano sobre el medio ambiente, ha venido generando diferentes respuestas en cuanto a la manera en que el hombre construye las ciudades y modifica los lugares donde habita.

El crecimiento acelerado de la población y la destinación de los usos del suelo con ocupación de áreas exclusivamente residenciales indica los factores de impermeabilización de suelos urbanos, reducción del espacio verde y aumento de la temperatura urbana entre otras repercusiones ambientales. Las "cubiertas verdes" son sistemas de ingeniería que permiten el crecimiento de vegetación en la parte superior de los edificios (techos o terrazas) manteniendo protegida su estructura, mejorando la estética y la calidad habitacional del vecindario en que se implanta, pero optimizando además tanto el aislamiento térmico como acústico, favoreciendo la reducción en el flujo de agua de escorrentía y retardando incluso la propagación del fuego en caso de incendio.

Estas superficies deberán tener una estructura resistente de doble membrana impermeable e imputrescible y una lámina geotextil sobre la que se asentará una capa de tierra no mayor a 18 centímetros para proceder a sembrar césped y plantas ornamentales pequeñas que contribuyan a refrescar el ambiente superior e inferior (de Rhodes, 2012).

El problema del sobre-calentamiento del ambiente que se presenta en las grandes ciudades consiste en la dificultad de la disipación del calor durante las horas nocturnas. Cuando las áreas no urbanas se enfrían notablemente por la falta de acumulación de calor, en el centro urbano los edificios y el asfalto desprende por la noche el calor acumulado durante el día provocando vientos locales que vienen desde el exterior hacia el interior y no logran disipar la temperatura, generándose acumulación térmica desfavorable. Es entonces cuando amerita crear estas cubiertas verdes que bajen la temperatura antes que se acumule el calor.

Comúnmente se da el fenómeno de elevación de la temperatura en zonas urbanas densamente construidas causado por una combinación de factores tales como la falta de espacios verdes, los gases contaminantes o la generación de calor. Se ha observado que el fenómeno de la isla de calor aumenta con el tamaño de la ciudad y que es directamente proporcional al tamaño de la mancha urbana.

Estos sistemas resultan ser una tendencia urbanística mundial. Así, en Nueva York convirtieron a la High Line, una vía férrea elevada en desuso, en un paseo verde. En Chicago, las columnas clásicas del ayuntamiento sostienen una azotea con jardines. En Tokio la ley obliga a cubrir el 20 % de las terrazas de los edificios nuevos o reconstruidos con plantas.

La Agencia de Medio Ambiente europea estudia fomentar la construcción de edificios con huertas donde crezcan vegetales comestibles. Una norma similar se aprobaría en Buenos Aires y Tucumán en Argentina y otra ya rige en Colombia. Existe también una nueva ley aprobada por el parlamento francés que exige que parte del techo contenga plantas o paneles solares.

Podemos deducir que la tendencia mundial a crear áreas verdes en espacios aéreos es para paliar el fenómeno de elevación de la temperatura en zonas urbanas densamente construidas y causada por una combinación de factores tales como la falta de espacios verdes, los

gases contaminantes o la generación de calor y se ha determinado que el problema es directamente proporcional al tamaño de la mancha urbana a la que se le incrementará su verdor (Hiraldó, 2015). ANEXO 20

Se plantea además un plus que complementarí de manera más eficaz el uso de las “cubiertas verdes”, cual es la de sembrar en ellas un tipo de helecho denominado Azolla que generaría beneficios adicionales, sea como planta en sí, o como abono para el césped de la cubierta verde.

Este es un género de helechos acuáticos de la familia Azolácea, nada parecidos a los helechos convencionales, más si a algunos musgos y que habitan en aguas limpias y lentas como arrozales, embalses, canales, arroyos, lagunas, etc.

Debido a su gran capacidad de fijación del nitrógeno, se usan para incrementar la productividad en la agricultura, especialmente en arrozales. Además, un estudio científico indica que *Azolla* pudo haber tenido un significativo rol en revertir un efecto invernadero que ocurrió hace 49 millones de años durante el *Eoceno* (época geológica cálida), enfriando progresivamente las temperaturas globales, en un suceso denominado “Evento Azolla” y se pronostica que ahora también podría revertir el cambio climático que se está dando en el planeta (Bujak, 2014).

Esta planta denominada también helecho mosquito, helecho de pato y helecho de agua, es un género de siete especies de helechos acuáticos, extremadamente reducidos en forma y en especialización.

Flotan en la superficie del agua por medio de numerosas, hojillas, estrechamente sobrepuestas como escamas, con sus raíces colgando en el agua.

Forman relaciones simbióticas con la Cianobacteria llamada “cyanobacterium *Anabaena azollae*”, que da a la planta la capacidad de fijar nitrógeno del aire. Durante la temporada de lluvias crece el nivel de las aguas y las colonias prácticamente se esparcen.

Originaria de América del Norte y Centroamérica. Se ha introducido en zonas tropicales y está presente también en Europa, Asia y África, donde se llega a convertir en una plaga que llega a cubrir lagos, perjudicando a las plantas acuáticas existentes al dejarlas sin luz y pudiendo ocasionar el fenómeno denominado “eutrofización” por la sobreproducción descontrolada de la misma, por esto en algunos lugares está prohibida su tenencia como en el estado de Texas (EE UU).

Pese a ser una planta usada en exteriores no soporta aguas muy frías (Normalmente de 5°C a 28°C), por lo que se puede perder si se mantiene en estanques al aire libre en zonas de heladas. En estos casos es aconsejable preservar una parte en un recipiente en el interior y volver a introducir la planta al estanque en primavera. En acuario no presenta problemas de temperatura pues soporta un rango bastante amplio como para no ser un factor determinante. Únicamente temperaturas superiores a 29-30°C pueden afectarle.

Respecto al tipo de agua que le favorece, viven bien en aguas duras o blandas y también prefieren valores intermedios de dureza.

No presenta problemas con respecto a la luz, adaptándose a condiciones de estanque a pleno sol o bien en la sombra. Si cambia su coloración, pues con iluminación intensa su color se muestra más rojo, mientras que es verde-azulada en condiciones de poca luz.

Esta planta como ya se esbozó, es portadora en la cavidad de sus hojas, de cianobacterias simbiontes del género *Anabaena* (*Anabaena azollae*), un “alga” azul fijadora del nitrógeno.

Estas cianobacterias tienen, gracias a sus células especializadas llamadas heterocistes, la habilidad de tomar el N₂ del aire, donde es más abundante, y reducirlo a amonio (NH₄), una forma en que todas las células lo pueden aprovechar. Los autótrofos que no pueden fijar el N₂, tienen que tomar nitrato (NO₃⁻), que es una sustancia muy escasa en la

naturaleza, de modo que estas algas simbiotes suministran nitrógeno a la planta. Es una planta de rápido crecimiento, que puede llegar a duplicar su biomasa en 72 horas.

Esta planta también tiene capacidad para actuar como un “hiperacumulador”, es decir, que tiene capacidad para acumular y por tanto eliminar del agua metales pesados como el mercurio, el carbón, el cromo y el CO₂, pero la presencia de estos compuestos en altas cantidades, inhibe el crecimiento de la planta (EcuRed, 2016).

Desde el punto de vista utilitario, la Azolla tiene mucho que aportar, la biomasa de estas algas se seca al sol o en secaderos tipo tabaco y se trocea y/o muelen para obtener unas harinas de entre 1.500 y 200 micras. Estas harinas se "espolvorean o se disuelven en agua para efectuar hidro siembras.

Su elevado contenido en alginatos (entre el 20 y el 40% del peso seco) les confieren el efecto "coloidal-humectante-viscosante-adherente-adsorbente-nutriente" en soluciones acuosas (10–20% peso/volumen) Se pulverizan a veces con semillas, a suelos erosionados o contaminados, taludes, campos de cultivo, etc., con la finalidad de fijar taludes de carreteras y desmontes, regenerar suelos pobres y con problemas de toxicidad, tratar campos deportivos de césped, sembrar prados de gran pendiente, etc. (UIB, 2016).

Siendo que esta planta se utiliza además como elemento ornamental, sería optima su utilización en las terrazas ajardinadas, puesto que aparte de refrescar las áreas interiores y paliar el ruido, se constituye en un filtro biológico. La intención final es la de sembrar césped en las terrazas y abonarlo con Azolla y su aporte natural de nitrógeno al medioambiente el mismo que va a favorecer significativamente el entorno del inmueble.

El tema *Azolla* se encuentra vinculado además a “Conocimiento Tropical y Ecosistema Guayas” que constituyen también un sólido estribo a este

trabajo en la perspectiva de las propuestas del Dr. Mariano Montaña (Montaña, 2010).

5.2 PROYECTO ARQUITECTÓNICO BIOCLIMÁTICO

La sostenibilidad de una edificación tiene en cuenta los efectos que la construcción producirá en las personas que viven y/o trabajan en los edificios. Así pues, se trata de avanzar en la instrumentalización de las técnicas descritas anteriormente y además de aplicar una serie de principios básicos como son:

- Conservación de recursos (insumos, agua, energías).
- Principio de las tres "R": reciclar, recuperar, reusar.
- Análisis de la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con el objetivo de reducir la generación de residuos y de emisiones de GEI.
- Uso racional de la energía.
- Uso racional del agua.
- Lograr un Incremento de la calidad y salud de los moradores.
- Protección general medioambiental del entorno.

La Construcción sostenible pretende conceptualmente racionalizar, ahorrar, conservar y mejorar. A grandes rasgos, los requisitos que deben cumplir los edificios sostenibles incluyen un consumo racional de la energía y del agua a lo largo de su ciclo de vida, la utilización de materiales no dañinos con el medio ambiente y materiales de las tres "R".

La minimización de residuos durante la construcción y el ciclo de vida, el uso racional del suelo e integración natural en el entorno o la satisfacción las necesidades presentes y futuras de los usuarios / propietarios (flexible, adaptable y con calidad intrínseca). Minimizar el impacto. Una estrategia óptima para minimizar el impacto ambiental es utilizar soluciones que

disminuyan de manera equilibrada los efectos que los materiales producen sobre el medio ambiente, es decir, sobre el consumo de energía para producirlos e instalarlos, los residuos que ellos generan cuando se fabrican y luego se instalan en obra y la contaminación directa e indirecta que producen, por todo aquello se propenderá al uso de materiales ecológicos.

Todas estas técnicas, materiales y consejos, revisten gran importancia para complementar el sistema propuesto, dado que la programación de una edificación debe ser total, sobre todo en lo que respecta a la circulación de aire que debe ser óptimo en la medida en que:

- La incidencia de asoleamiento sea mínima.
- La cubierta esté preparada para atenuar el efecto de los rayos solares.
- Las paredes no absorban calor o lo disipen rápidamente.
- La vegetación circundante cree una barrera al efecto solar.
- Las ventanas creadas para proveer de luz y ventilación a la vivienda no se constituyan en un elemento contraproducente.
- En definitiva, una concepción holística desde la planificación y luego construcción del ente arquitectónico.

5.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO PROPUESTO

El documento gráfico constituirá un aporte técnico que plasmará lo expuesto teóricamente en aras de resolver o paliar el problema. Se trata de una vivienda unifamiliar que contará con los planos de las diversas disciplinas intervinientes para la eficaz construcción del inmueble como son: de diseño Arquitectónico, Estructural, Eléctrico y Sanitario.

El proyecto se desarrollará en un solar en pendiente con un emplazamiento con incidencia del viento en dirección N-E que lo hace

merecedor de un tratamiento especial para lograr una buena ventilación por efecto “Venturi” y sin el concurso de acondicionadores de aire.

Se diseñará un sistema aterrazado que sea amigable con la pendiente y el entorno. Los espacios serán de corte minimalista, constando de tres dormitorios, sala, comedor, cocina, lavandería, dos y medio baños y tres terrazas – jardín, dispuestas para cultivar helecho Azolla con el propósito de refrescar el interior y purificar el entorno.

El solar es de 214,26 m², el área de construcción es de 212,38 m² y se desarrollará en cuatro niveles que salvan una altura de 10,84 m.

Los materiales de construcción utilizados tratarán de cumplir con el objetivo principal de bajar la temperatura interior y paliar los ruidos.

Se ha elegido:

Para paredes, se usarán los bloques alivianados de concreto, piedra pómez y conchilla, los mismos que, si nos remitimos a las características físico-mecánicas dadas por sus materiales de elaboración, cuentan con gran capacidad de disipar el calor, por su baja conductividad térmica, máxime si cuentan una cámara de aire para evitar que trascienda el calor al interior. Estas serán enlucidas, empastadas y pintadas con pátina elastomérica de tonalidades claras que no absorban el calor.

Los Pisos exteriores serán cubiertos de vegetación, en la medida de lo posible, así logramos que la incidencia del asoleamiento se palíe por absorción térmica de las plantas. Los materiales deberán ser opacos-mate tipo “Adoquín” y nunca reflectante para evitar el efecto “rebote de calor” al interior de la edificación, denominado “albedo”.

Los pisos interiores descartarán la madera y las alfombras o moquetas por ser elementos que retienen el factor calórico. Lo ideal será el porcelanato, mármol, marmettone, granito o cerámica.

Las ventanas contarán con vidrios reflectivos que palíen el ingreso de rayos solares y se contará con marcos y aleros que sean proveedores de sombra ante el asoleamiento cenital o lateral.

Para las cubiertas serán diseñadas terrazas-jardín o cubiertas “verdes” que consiguen bajar la incidencia del sol, refrescando adicionalmente las áreas interiores y disipando el ruido. Este sistema requiere del compromiso de aplicación de todos los arrestos técnicos de impermeabilización que deben ser óptimos considerando que cualquier vulneración de estanqueidad originaría otro problema al interior de la edificación.

Las losas de cubierta serán concebidas con el sistema de módulos de Poliestireno expandido de base y mallas electrosoldadas sobre vigas metálicas y con la utilización de tumbado de estuco (Gypsum) que además permita el empotramiento de ductos para evacuación de aire caldeado a través de los absorbentes o “campanas”. Esto exclusivamente en áreas de descanso puesto que en las áreas sociales o comunales, se provocará la evacuación por la virtual “chimenea” del foso de la escalera.

En cuanto a la aplicación misma de los sistemas eco-técnicos de evacuación de la onda calórica, hemos desarrollado un eje central conductor, que conecta el primer nivel con los demás y conduce el aire desde el nivel inferior hasta la cubierta superior donde se ha creado esta suerte de “chimenea” para provocar el “efecto Venturi” que extrae el aire cálido de manera natural, pero así mismo en momentos de máxima temperatura se activa a voluntad, un sencillo extractor eléctrico ubicado en el nivel superior para que evacue el aire de manera óptima, obviamente cerrando los vanos del sistema para lograr una extracción eficiente.

Aparte, en las áreas de descanso (dormitorios) de la vivienda se diseñará un sistema convectivo de ventilación con vanos inferiores y superiores.

Las superiores son de dos tipos, unos están empotradas en el tumbado que se halla bajo la losa de solo 15 cm, lo que hacen un elemento de 30 cm en total por el que se conducen los ductos. Los otros elementos de evacuación superior son las ventanas altas que se hallan dispuestas en la parte superior de las ventanas convencionales.

Para efectos de calcular la potencia del extractor, se debe cubicar el área a tratar y remitirse a las especificaciones técnicas del sistema, para obtener las características del equipo requerido.

Por si el sistema no es eficiente se ha contemplado el uso de equipos de “Bioclimatización” ya descritos anteriormente, los que contribuyen a lograr una temperatura confortable de alrededor de los 21 °C y 25 °C, la misma que está dentro del rango de confort para la costa y que fuera analizada en su momento.

Queda de esta manera establecido que el propósito final es el de prescindir de equipos acondicionadores de aire y con esto dar cumplimiento al objetivo supremo del proyecto. ANEXO 22, ANEXO 23,

5.2.2 ANÁLISIS DEL ÁREA

Dado el análisis que se realizó en el sector ya especificado, se procederá –como ya se especificó- a realizar el diseño de un proyecto arquitectónico completo en el que se aplicarán las eco-técnicas arquitectónicas y bioclimáticas ya expuestas. Además apoyados en el análisis de las encuestas donde se obtuvo un claro resultado indicador de la preferencia mayoritaria de los moradores del sector, cual es la de utilizar los dos sistemas de climatización a voluntad (48.9 %).

Además, como elementos de juicio para la óptima realización del proyecto, contaremos con detalles de orden técnico-climatológicos que determinarán con especificidad meridiana, las características del sector:

- La ciudadela tiene un área de 362.422 m² (36.24 Ha. aprox.) y el solar está enclavado en una pequeña colina de 65 m de altura, rodeada de una franja de vegetación y con una trama vial-urbana sinuosa.
 - Tiene una temperatura promedio de 31 °C a la sombra en invierno y 25 °C en verano.
 - La humedad relativa es del 82 % en invierno y 62 % en verano.
 - Pluviometría (precipitaciones) promedio: P>3000 mm anuales que la ubican perfectamente dentro de la zona Tropical-Húmeda o zona 19 (Cañadas. 1983).
 - Pluviometría actualizada a Febrero / 2016: 171.9 mm./mes. (1mm. de lluvia equivale a 1lit. de agua por m2.)
 - Su Heliofanía (Insolación), fluctúa entre 600 y 1700 horas/ año
 - El índice promedio de UV (rayos ultravioleta) es de grado 7.
 - Su Presión atmosférica es de 1009,8 hPa. Propensa a vientos. (P. media= 1013)
 - Velocidad del viento 3 km/h en invierno y de 10,08 km/h en verano. Promedio: 1.2 m/s y dirección N–E.
 - Ubicación Geográfica: 2° 9'15. 12" - S 79° 56'30. 37" – O
- (INAMHI, 2016)

5.2.3 SÍNTESIS DEL PROYECTO

El sistema propone crear una técnica doméstica mixta con una solución eólica natural y eléctrica también, con un plus ecológico consistente en terrazas cubiertas de césped abonado con "Azolla", logrando así integrar elementos que sin ser costosos ni contaminantes, sean fáciles de implantar y se puedan adaptar a toda edificación.

Ergo, el presente proyecto aporta con un sistema que genera una sustitución del aire caldeado solo por convección natural y que se sirve

del “efecto Venturi” provocando la evacuación del aire cálido por un vano en la cubierta. Además se complementa con eco-técnicas arquitectónicas, tecnológicas y bioclimáticas que fusionan varios elementos como son:

- a) Un vano superior en una torre tipo “chimenea”, para evacuación de aire cálido menos denso.
- b) Uso de la ventilación inferior convectiva para captar el aire más fresco.
- c) Uso de extractor de tipo residencial ubicado en el estrato más alto de la edificación (“Chimenea”).
- d) Extractores domésticos de menor envergadura para cada dormitorio (tumbado).
- e) Concurso de equipos individuales (un gabinete por área) de Bioclimatización.
- f) Creación de “terrazas-jardín” de cubierta que refresquen las áreas interiores del predio.
- g) Aporte de ecotécnicas complementarias para colaborar con el resultado óptimo.

Aparte del análisis eminentemente técnico, es menester hacer espacio para la reflexión sobre un caso de inequidad social propia de nuestros países en desarrollo, cual es la afectación que sufren los sectores de bajo nivel socio-económico por causa del confort de los sectores de mayor nivel.

Planteado de otra manera; los sectores pudientes se benefician del confort de los climatizadores (Ac/A) causantes deL daño ambiental en detrimento de los sectores paupérrimos que no tienen esta comodidad climática y siendo que ellos no contaminan, paradójicamente si comparten el perjuicio medioambiental.

Por tanto lo medular de esta acción propositiva es lograr la protección del medio ambiente de manera sencilla, económica y práctica bajo una égida de justicia social que a ultranza propenda a mejorar la calidad de vida en el planeta.

ANEXO 25

BIBLIOGRAFÍA

1. Arnabat Idolia, 2015. La normativa F-Gas. Hacia la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Disponible en:
<http://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/frio-refrigeracion-industrial/los-gases-refrigerantes.html>
Consulta: Marzo 18 / 2016 – 20:45 horas.
2. Amarello, 2016. Tarburk. La tierra como sistema. Disponible en:
[.academia.edu/7143113/Tarburk La tierra como sistema](http://www.academia.edu/7143113/Tarburk_La_tierra_como_sistema)
Consulta: Marzo 19 / 2016 – 00:15 horas.
3. Austral Aire, 2016. La Bioclimatización. Disponible en:
<http://australairbio.com/>
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 00:40 horas.
4. Astronomía Educativa, 2015. El Planeta Tierra. Disponible en:
www.astromia.com/solar/tierra.htm
Consulta: Marzo 15 / 2016 – 00:55 horas.
5. Bligoo, 2015. CFC, Destruccion de la Capa de Ozono. Disponible en:
<http://cfcdestrucciondelacapadeozono.bligoo.com.co/>
Consulta: Marzo 14 / 2016 – 23:40 horas.
6. Bujak Jonathan y Alexandra Bujak. 2014. Evento azolla del ártico. Un acontecimiento que cambió el mundo, y que puede de nuevo cambiarlo. GEOSCIENTIST. Disponible en:
www.geolsoc.org.uk/geoscienci
Consulta: Marzo 19 / 2016 – 10:35 horas.
7. Cañadas Cruz Luis, 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador MAG-PRONAREG, Quito.
8. Chang José, 2006. Medo Ambiente y Contaminación, FIMCM – ESPOL, Guayaquil.
9. CIENCIAS BIOLÓGICAS. Los Ciclos Biogeoquímicos. Disponible en:

<http://hnnbiol.blogspot.com/2008/01/los-ciclos-biogeoquimicos.html>

Consulta: Agosto 15 /2016 - 22:15 horas

10. Definiciones, 2015. Definición de Vivienda. Disponible en:

<http://definicion.de/vivienda/>

Consulta: Marzo 16 / 2016 – 00:15 horas.

11. De Rhodes Valbuena Mateo, 2012. Implementación de un modelo de techo verde y su beneficio térmico en un hogar de honda, Tolima (Colombia). PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Facultad de estudios ambientales y rurales carrera de ecología. Bogotá. Disponible en:

<http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/8985/1/RhodesValbuenaMateode2012.pdf>

Consulta: Marzo 18 / 2016 – 20:45 horas.

12. Ecología Hoy, 2015. Estratósfera. Disponible en:

<http://www.ecologiahoy.com/estratosfera>

Consulta: Marzo 15 / 2016 – 00:35 horas.

13. Ecologistas en acción, 2011. Aire acondicionado y clima urbano.

Disponible en:

<http://www.ecologistasenaccion.org/article12236.html>

Consulta: Marzo 15 / 2016 – 00:05 horas.

14. EcuRed, 2015. Azolla . Disponible en:

<http://www.ecured.cu/Azolla>

Consulta: 17 de agosto de 2016 / 1:35

15. El aire acondicionado.com, 2015. La bioclimatización y su adaptación al sector de la vivienda. Disponible en:

<http://www.elaireacondicionado.com/articulos/la-bioclimatizacion-y-su-adaptacion-al-sector-de-la-vivienda>

Consulta: Marzo 17 / 2016 – 00:25 horas.

16. El Universo - Diario, 2015. Sección Dominical “Vida y Estilo”. Ecología. (XII 22). Disponible en:

<http://www.eluniverso.com/>

- Consulta: Marzo 17 / 2016 – 01:45 horas.
17. El Tiempo, 1995. Nobel de Física y Química – Archivo Digital de Noticias. Disponible en:
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-425732>
Consulta: Marzo 18 / 2016 – 22:05 horas.
18. ESPASA, 2015. Clima, condiciones atmosféricas de un lugar.
<http://espasa.planetasaber.com/theworld/gats/article/default.asp?pk=793&art=59>
Consulta: Marzo 16 / 2016 – 00:55 horas.
19. ESPOL, 2009. Acosta, Quirola. Proyecto de factibilidad para la adquisición del Club Ceibos Norte. Disponible en:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5256/1/Proyecto%20de%20Factibilidad%20para%20la%20Adquisi%C3%B3n%20del%20Club%20Ceibos%20Norte.pdf>
Consulta: Agosto 10 / 2016 – 04:10 horas.
20. Flores Espinosa, 2005. Bioclimatismo y Arquitectura. Seminario CAE-G
21. González, 2015. “del aire acondicionado. Disponible en:
<http://www.elaireacondicionado.com/articulos/historia-del-aire-acondicionado>
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 23:25 horas.
22. Hiraldo Valeria, 2015. Nueva Ley: los tejados de Francia deberán estar cubiertos de plantas o paneles solares. Muhimu.
Disponible en:
<http://muhimu.es/medio-ambiente/energia-solar/>
Consulta: Marzo 18 / 2016 – 23:00 horas.
23. INAMHI, 2016. Datos Meteorológicos de Febrero / 2016. Revisados por Ing. Raúl Mejía, Coordinador PDCG. Estación: Facultad CCNN.
24. Jankilevich, 2003. Las cumbres mundiales sobre el ambiente. Universidad de Belgrano - Documentos de Trabajo. Disponible en:
http://www.ub.edu.ar/investigaciones/dt_nuevos/106_jankilevich
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 01:05 horas.

25. López, 2011. Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura. Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en:
<https://climacusticaparaarquitectos.files.wordpress.com/.../bioclimaticapdf>
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 21:40 horas.
26. Lu Q-B, 2009. Correlation between Cosmic Rays and Ozone Depletion. Department of Physics and Astronomy, University of Waterloo, Waterloo, ON, N2L 3G1, Canada. Disponible en:
http://ecolo.org/documents/documents_in_english/ozone-Lu-09.pdf
Consulta: Marzo 18 / 2016 – 02:15 horas.
27. Mercadel, 2007. El Efecto Botijo. Centro de resiliencia de Aranjuez. Disponible en:
<https://csaranjuez.wordpress.com/2012/09/20/el-efecto-botijo-la-refrigeración-por-evaporación>
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 22:05 horas.
28. MILIARIUM, 2015. Ingeniería Civil y Medioambiente. (Monografía sobre Construcción Verde). Arquitectura Sostenible. Disponible en:
http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Construccion_Verde/Arquitectura_Sostenible.asp
Consulta: Marzo 16 / 2016 – 00:30 horas.
29. Montaña, 2010. Ecosistema Guayas (Ecuador): Recursos, Medio Ambiente y Sostenibilidad en la Perspectiva de Conocimiento Tropical, TESIS DOCTORAL, DEPARTAMENTO DE AGROQUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE, UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE, España. Disponible en:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/15823>
Consulta: Marzo 18 / 2016 – 00:10 horas.
30. Montes O. Sala, 2015. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Disponible en:
<http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=512>
Consulta: Marzo 14 / 2016 – 22:15 horas.

31. Moya, 2006. Climas del Ecuador. INAMHI. Disponible en:
<http://186.42.174.231/gisweb/METEOROLOGIA/CLIMATOLOGIA/Climas%20del%20Ecuador%202006.pdf>
Consulta: Marzo 16 / 2016 – 01:15 horas.
32. Núñez Andrés, 2015. La Capa de Ozono (2.7) “Producción de CFC en el mundo”. Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos/capaozono/capaozono.shtml>
Consulta: Marzo 14 / 2016 – 23:05 horas.
33. Olgyay, 1998. Arquitectura y Clima, Barcelona, Editorial Gustavo Gili. Disponible en:
http://www.miliarium.com/Paginas/Prontu/Arquitectura_Sostenible/Clima/Olgyay.htm
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 21:15 horas.
34. Papa Francisco, 2015. LAUDATO SI. Carta encíclica sobre el cuidado de la Casa común, Tipografía Vaticana. Disponible en:
<http://m2.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/pa-pafrancesco>
Consulta: Marzo 14 / 2016 – 21:10 horas.
35. Parlamento Europeo, 2015. La política de Medioambiente. Principios generales (Fichas técnicas sobre la U.E.). Disponible en:
<http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/es/displayFtu.html?ftuld=FTU5.4.1.html>
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 02:20 horas.
36. Salamanca, 2015. CIEMAT. Clima Urbano. Revista El Ecologista No. 69. Disponible en:
<http://www.ecologistasenaccion.org/article12236.html>
Consulta: Marzo 15 / 2016 – 00:25 horas.
37. Terra Ecología Práctica, 2014. Refrigeración ecológica. Disponible en
<http://www.terra.org/categorias/articulos/refrigeracion-ecologica>
Consulta: Marzo 17 / 2016 – 22:50 horas.
38. Tudela, 2000. Bioclimatismo y Arquitectura. Seminario CAE-G

39. Tu impacto, 2015. Glosario. Convención Marco de NNUU sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Disponible en:
<http://www.tuimpacto.org/glosario.php#actividades-humanas>
Consulta: Marzo 14 / 2016 – 21:35 horas.
40. TULSMA, 2015. Libro VI, Anexo 4. Contaminantes comunes del aire ambiente. Normas de Calidad del Aire Ambiente. Ministerio del Ambiente, Quito.
41. UIB, 2016. Usos y aplicaciones de macroalgas, microalgas y cianobacterias en agricultura ecológica. Consultado: Agosto 14/2016 / 23:35 horas. Disponible en:
<http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Usos-y-aplicaciones-de-macroalgas-microalgas-y.cid221515>
Consulta: Marzo 18 / 2016 – 23:40 horas.
42. UNEP, 2015. Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014. Assessment. Nairobi, Kenya. Disponible en:
http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/EEAP/eeap_report_2014.pdf
Consulta: Marzo 15 / 2016 – 10:45 horas.
43. UPM, 2015. Tabla para calcular sensación térmica por efecto del calor. Disponible en:
<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-13/Tabla-para-calcular->
Consulta: Marzo 19 / 2016 – 11:15 horas.

ANEXOS

“Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador”

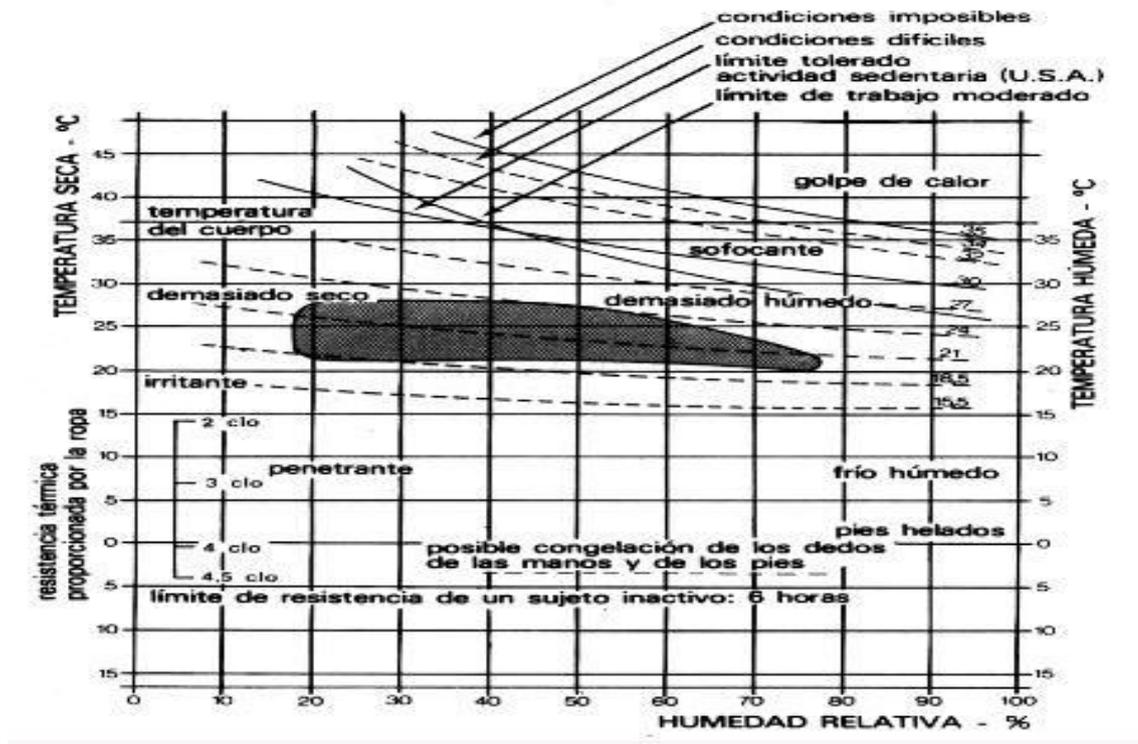
Páramo		27	28	29	30	31	32	
0 – 6°C		Húmed o	Muy Húmed o	Lluvios o	Muy Lluvios o	-----	-----	
Sub- Templad o		6	10	14	18	22	26	
6 – 12°C		Sub- Húmed o	Húmed o	Muy Húmed o	Lluvios o	Muy Lluvios o	Pluvial	
Templad o		5	9	13	17	21	25	
12 – 18°C		Seco	Sub- Húmed o	Húmed o	Muy Húmed o	Lluvios o	Muy Lluvios o	
Sub- Tropical		4	8	12	16	20	24	
18 – 22°C		Muy Seco	Seco	Sub- Húmed o	Húmed o	Muy Húmed o	Lluvios o	
Tropical	2	3	7	11	15	19	23	
22 – 30°C	Desértic o	Sub- Desértic o	Muy Seco	Seco	Sub- Húmed o	Húmed o	Muy Húmed o	
Piso	P<200	500>P	100>P	1500>	2000>	3000>P	P>3000	Precipitaci ón Media Anual
Altitudin al		P>200	P>500	P>1000	P>1500		0	

Clima de la zona en estudio

ANEXO 1

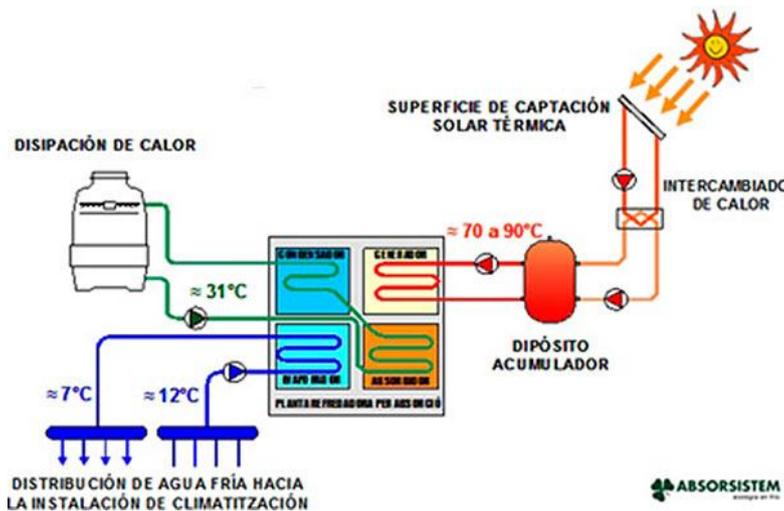
Fuente: Flores, Espinosa, (1998) “*Bioclimatismo y Arquitectura*”. CAE-G
Elaborado por: L. Cañadas, 1989

CUADRO DE CONFORT TÉRMICO



ANEXO 2

Fuente: (Olgay, 1998) - Elaborado por: V. Olgay, 1998



ANEXO 3

Esquema de enfriamiento de una unidad de refrigeración Solar

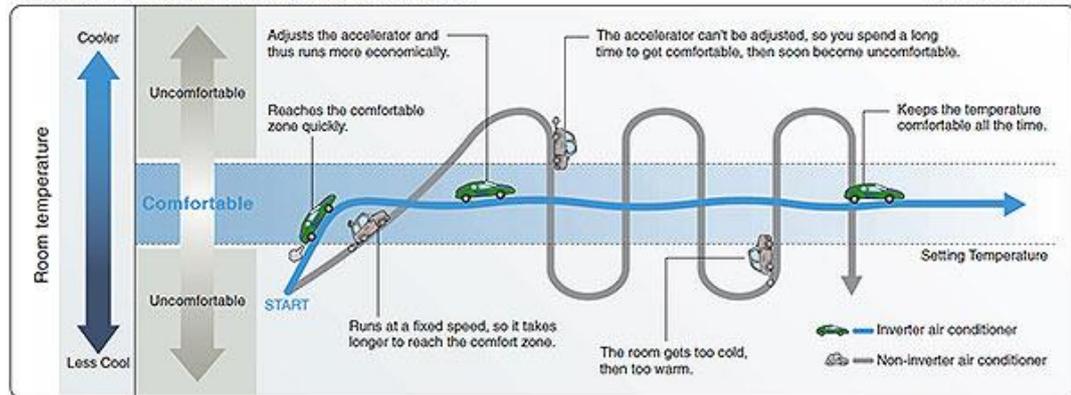
Fuente: <http://www.terra.org/categorias/articulos/refrigeracion-ecologica>

Elaborado por: Absorsistem.

■ The Advantages of Inverter Control

Comparing inverter and non-inverter air conditioners to cars...

*Image of output power fluctuation



ANEXO 4

Esquema del funcionamiento de una unidad A/Ac INVERTER

Fuente: <http://www.terra.org/categorias/articulos/refrigeracion-ecologica>

Elaborado por: N/N.

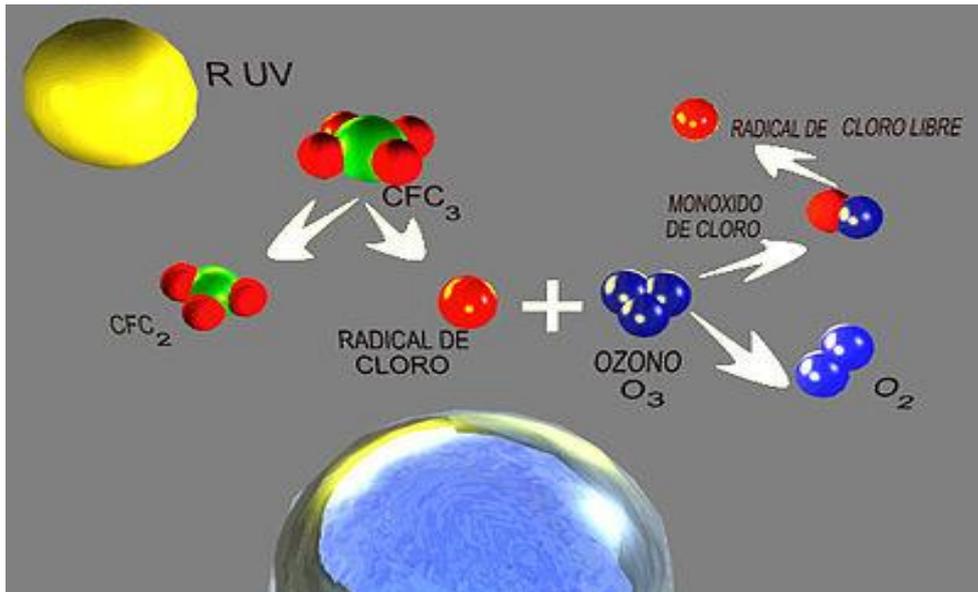


ANEXO 5

ESQUEMA DE UNA UNIDAD DE REFRIGERACIÓN EVAPORATIVA O BIOCLIMÁTICA

Fuente: <http://www.bioaire.es/>

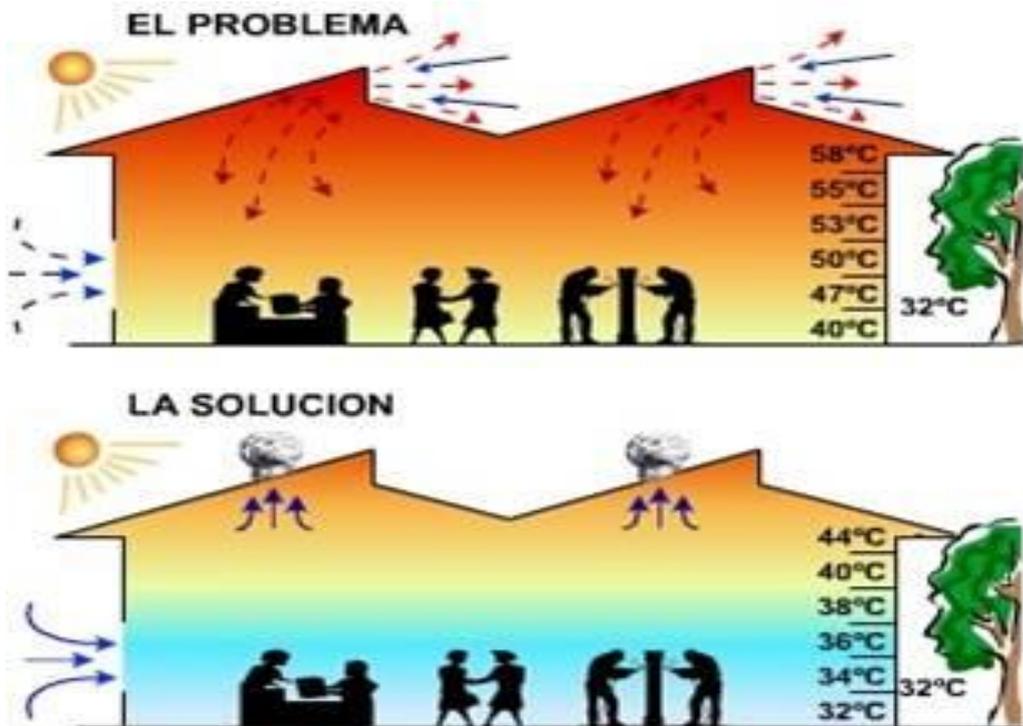
Elaborado por: Bioaire



ANEXO 6

REACCIÓN FOTOQUÍMICA DE LOS CFCs

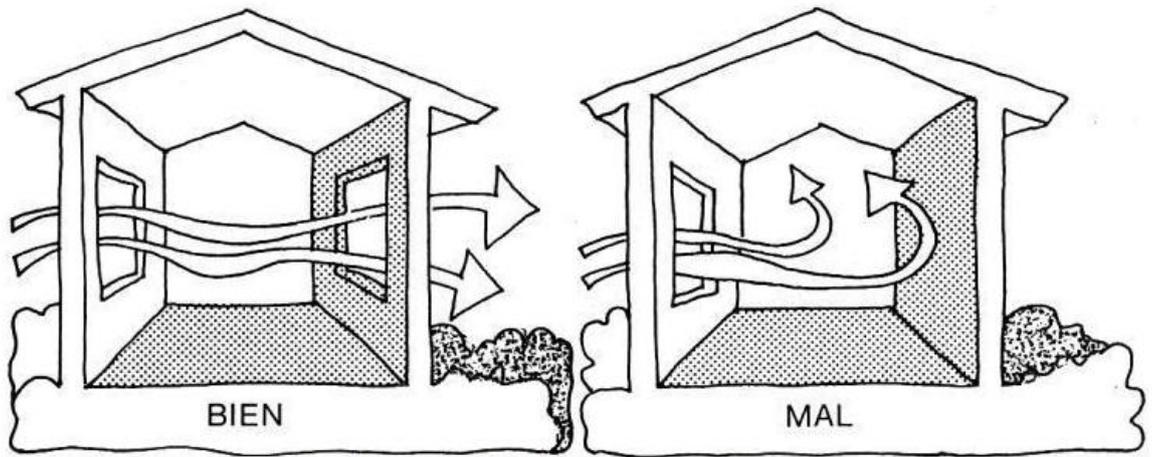
Fuente: <http://contaminantescfs.blogspot.com/2013/09/tema-contaminantes-de-cfc-en-aerosol.html> - Elaborado por: N/N.



ANEXO 7

ACCIÓN DE LOS EXTRACTORES EÓLICOS

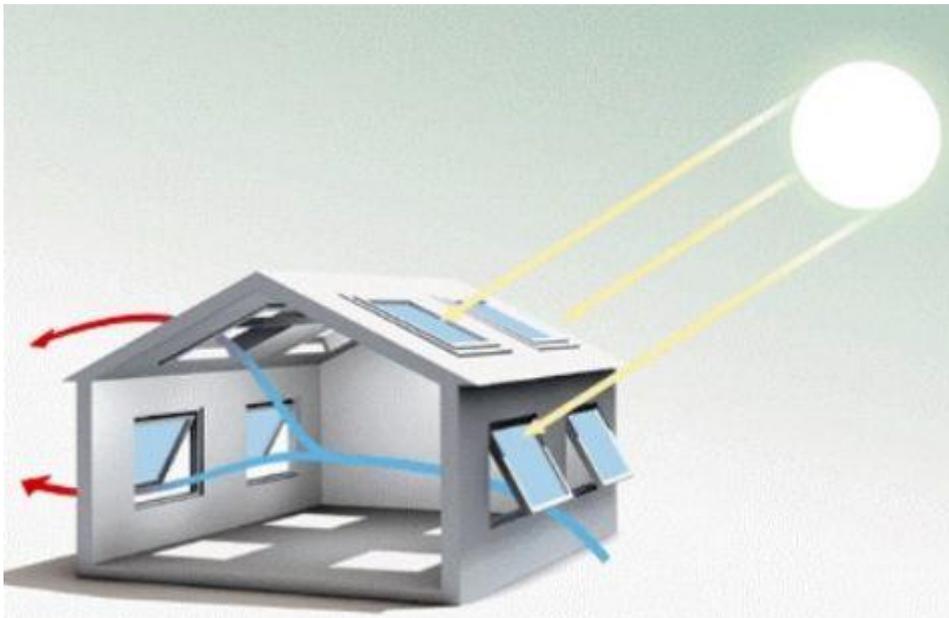
Fuente: http://www.ventiladoresindustriales.com.mx/tiendavirtualpaginf.cfm?tema_id=7933 – Elaborado por: N/N



ANEXO 8

VENTILACIÓN CRUZADA

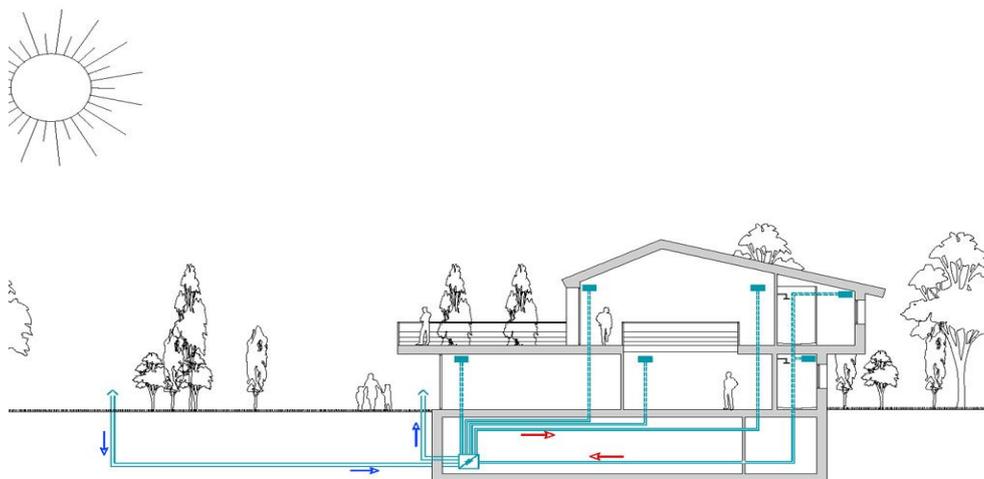
Fuente: <http://ebasl.es/fr/ventilacion-natural/> - Elaborado por: N/N



ANEXO 9

VENTILACIÓN POR CONVECCIÓN NATURAL

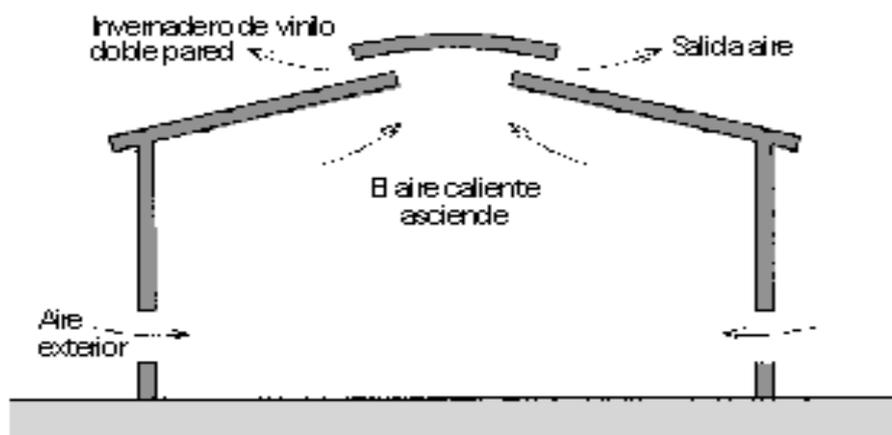
Fuente: A. 2012, 12. Arrastre de ventilación. Revista ARQHYS.com. Obtenido: 08, 2016, de <http://www.arqhys.com/arquitectura/arrastre-ventilacion.htm>
 Elaborado por: N/N



ANEXO 10

SISTEMA DE VENTILACIÓN INFERIOR MEDIANTE TUBERÍAS

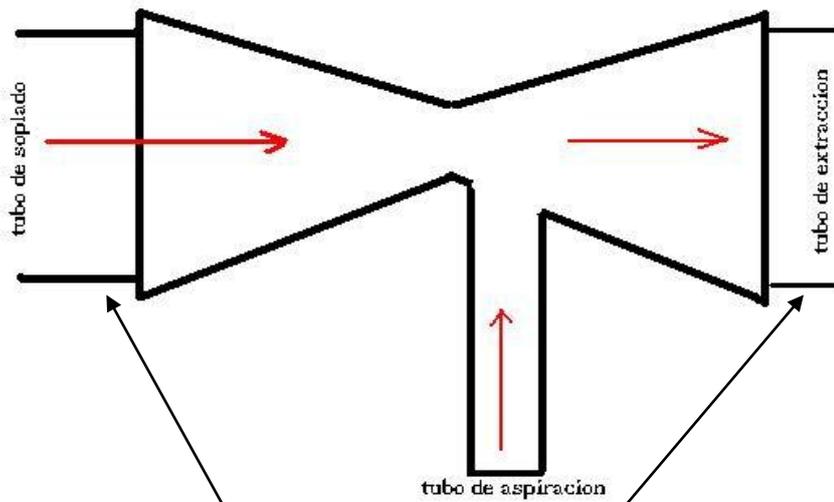
Fuente: <http://www.ecoproyectosweb.com/blog/instalaciones/captacion-geotermica> - Elaborado por: N/N



ANEXO 11

SISTEMA “VENTURI”: Extracción natural del aire cálido por el vano superior

Fuente: <http://www.soler-palau.mx/casosaplicacion7.php>
 Elaborado por: N/N



ANEXO 12 ENTRADA Y SALIDA DE AIRE QUE PROVOCA EXTRACCIÓN INFERIOR POR “EFECTO VÉNTURI”

Fuente: <http://brunsarq.blogspot.com/2012/06/el-efecto-venturi-tambien-conocido-tubo.html>

Elaborado por: G. Burbano, 2015



ANEXO 13

Extractor Eólico

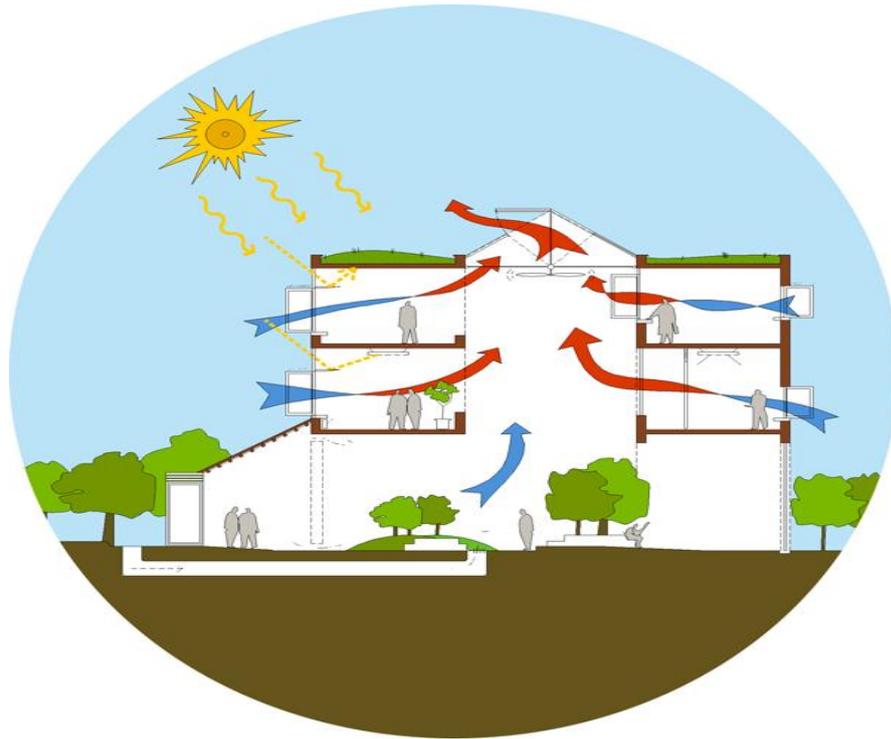


ANEXO 14

Chimenea de aire cálido

Fuente: www.ventdepot.com

Elaborado por: N/N



ANEXO 15

ESQUEMA DE VIVIENDA BIOCLIMÁTICA Y SUS FLUJOS DE AIRE

Fuente: <http://blogs.elpais.com/alterconsumismo/2013/06>

Elaborado por: N/N.



ANEXO 16

Entrada inferior de aire fresco y salida por extracción eólica mecánica

Fuente: www.redisa.uji.es/artSim2009/Grupo5/5b-Calderas-Mexico

Elaborado por: N/N



ANEXO 17 Extractor de tumbado

ANEXO 18 Extractor eléctrico

Fuente: www.ventdepot.com - Elaborado por: N/N.



ANEXO 19

Sistema de extracción en edificios mediante red central de ductos

Fuente: http://www.sodeca.com/upload/imgCatalogos/ES/CT04_vivienda_2012ES.pdf - Elaborado por: N/N.

Comparación entre ambos techos



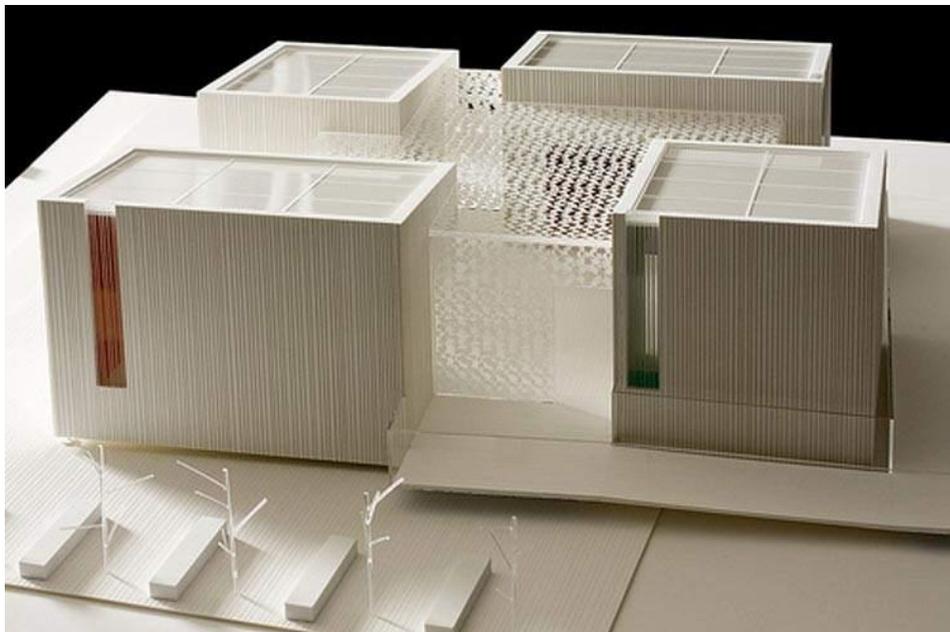
Terraza de Ho. Ao. Absorbe el calor.

Terraza-Jardín disipa el calor

ANEXO 20 CUBIERTAS VERDES

Fuente: <http://muhimu.es/medio-ambiente/energia-solar/>

Elaborado por: N/N.

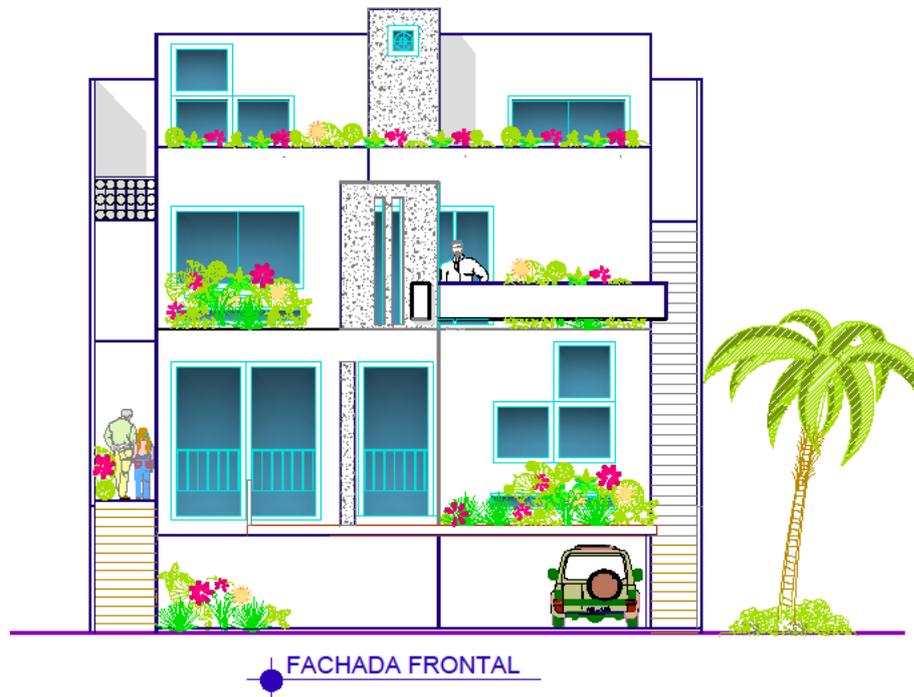


ANEXO 21

Casa Patio. España. “Efecto Botijo” con paredes húmedas de arcilla

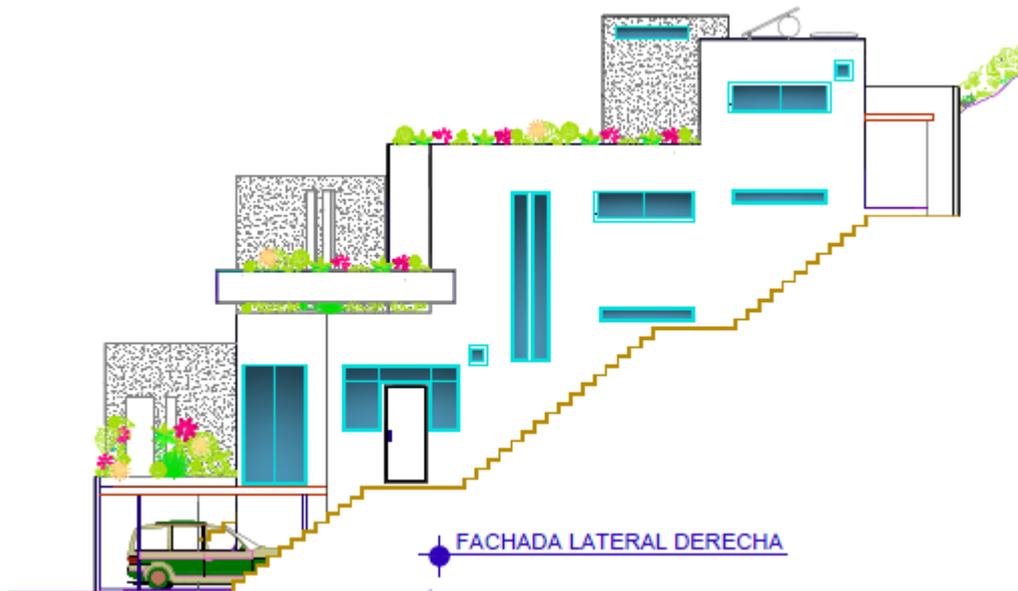
Fuente: <https://csaranjuez.wordpress.com/2012/09/20/el-efecto-botijo>

Elaborado por: N/N.



ANEXO 22

Fuente: Burbano, 2015. "Proyecto arquitectónico / Vivienda Bioclimática"
 Elaborado por: G. Burbano, 2015



ANEXO 23

Fuente: Burbano, 2015. "Proyecto arquitectónico / Vivienda Bioclimática"
 Elaborado por: G. Burbano, 2015

PERSPECTIVA



ANEXO 24

PERSPECTIVA DEL PROYECTO

Fuente: Burbano, 2015. "Proyecto arquitectónico / Vivienda Bioclimática"

Elaborado por: G. Burbano, 2015 – (Programa 3-D Sketch Up-8)

ANEXO 25

3 PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL PROYECTO

Plantas – Secciones – Fachadas – Detalles

Fuente: Burbano, 2015. "Proyecto arquitectónico / Vivienda Bioclimática"

Elaborado por: G. Burbano, 2015. (Programa Auto-Cad-15)