

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABI

FACULTAD DE ARQUITECTURA



**TRABAJO DE FIN DE CARRERA
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
ARQUITECTA**

TEMA:

**CONFORT TÉRMICO EN LAS INSTALACIONES DE USO
EDUCATIVO ESTUDIO DE CASOS: “UNIDAD EDUCATIVA
MANABI” Y “UNIDAD EDUCATIVA TRAJANO VITERI
MEDRANDA” DE MANTA**

AUTORA:

GEOMARA ALEXANDRA CEVALLOS MOREJON

DIRECTOR:

ARQ. HECTOR CEDEÑO ZAMBRANO, PhD.

MANTA - ECUADOR

MAYO 2017

**CONFORT TÉRMICO EN LAS INSTALACIONES DE USO
EDUCATIVO ESTUDIO DE CASOS: “UNIDAD EDUCATIVA
MANABI” Y “UNIDAD EDUCATIVA TRAJANO VITERI
MEDRANDA” DE MANTA**

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe la presente, Arq. Héctor Cedeño Zambrano, PhD., en mi calidad de Director del Trabajo de fin de carrera Arquitectura, designado por el Consejo de Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”.

Certifico: Que la señora Cevallos Morejón Geomara Alexandra, portador de la cédula de ciudadanía N°130630343-7 ha desarrollado bajo mi tutoría el Trabajo de Fin de Carrera previo a obtener el título de Arquitecta, cuyo tema es “CONFORT TÉRMICO EN LAS INSTALACIONES DE USO EDUCATIVO ESTUDIO DE CASOS: UNIDAD EDUCATIVA MANABI Y UNIDAD EDUCATIVA TRAJANO VITERI MEDRANDA DE MANTA”; cumpliendo con la reglamentación correspondiente, así como también con la estructura y plazos estipulados para el efecto, reuniendo en su informe validez científica, metodológica, por lo cual autorizo su presentación.

Manta, Mayo de 2017

Arq. Héctor Cedeño Zambrano, PhD.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, GEOMARA ALEXANDRA CEVALLOS MOREJON, declaro que soy autora exclusiva de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal sosteniendo los resultados, conclusiones y recomendaciones.

Así mismo expreso que conozco la disposición de la Universidad, de que todo Trabajo Final de Carrera pasa a formar parte de los recursos bibliográficos de la misma para aportar al desarrollo y crecimiento del conocimiento.

GEOMARA ALEXANDRA CEVALLOS MOREJON
C.I. 130630343-7

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal de Trabajo Final de Carrera APRUEBAN la presente investigación sobre el tema: **“CONFORT TÉRMICO EN LAS INSTALACIONES DE USO EDUCATIVO ESTUDIO DE CASOS: UNIDAD EDUCATIVA MANABI Y UNIDAD EDUCATIVA TRAJANO VITERI MEDRANDA DE MANTA”**; de la egresada Cevallos Morejón Geomara Alexandra de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, de conformidad con el Reglamento de Graduación para obtener el título de **Arquitecta**.

Manta, Mayo de 2017

Para constancia suscribimos:

Arq. Janeth Cedeño Villavicencio
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Arq. Alfredo Del Salto Bello
MIEMBRO DE TRIBUNAL

Arq. Alberto Paz Zambrano
MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo de investigación de manera especial a mi señor padre, que desde el cielo me sigue cuidando y bendiciendo, teniendo la seguridad se llenará de alegría y orgullo con este logro, a mi madre por su abnegada y entregada misión para con sus hijos; a mis tesoros invaluables, mis hijos Danella y Tiziano, que son mi mayor estímulo y motor para seguir a pesar de las duras adversidades, a mis incondicionales hermanos Javier y Janeth; y todos a quienes de alguna manera me brindaron su apoyo, a todos ellos va dedicado este trabajo.

Geomara Alexandra Cevallos Morejón

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios Padre Todopoderoso por sus bendiciones, por ser guía a lo largo de mi carrera, por ser luz en mi camino y permitir cumplir este sueño anhelado. A mis compañeros y amigos, personas llenas de energía, motivación y constancia: Genny y Christian, profesionales que demostraron que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

Agradecimiento especial a la Administración, Dirección y Docentes de la Facultad de Arquitectura de la ULEAM, por su aporte en mi formación académica y muy en especial al Arq. Héctor Cedeño Zambrano, PhD., por su dedicación a este proyecto. Gracias infinitas a todos.

Geomara Alexandra Cevallos Morejón

INDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
INDICE	vii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCION.....	xv
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	xvii
A. Marco Contextual del Problema	xvii
B. Pregunta de Investigación	xviii
C. Campo de Investigación	xviii
D. Objetivos.....	xviii
E. Hipotesis	xix
F. Diseño de la Investigación.....	xix
CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL.....	1
MARCO HISTORICO	1
MARCO TEORICO GENERAL	11
MARCO CONCEPTUAL	52
MARCO NORMATIVO.....	55
MODELO DE REPERTORIO.....	60
CAPITULO II: DIAGNOSTICO DE LA INVESTIGACION	67
DELIMITACIÓN DEL TEMA	67
DELIMITACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	67-68
INFORMACION BASICA.....	69
UNIDAD EDUCATIVA MANABI.....	69
UNIDAD EDUCATIVA TRAJANO VITERI MEDRANDA.....	75
TABULACIONN DE ENCUESTAS.....	90
ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	106
CONCLUSIONES.....	107
RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFIA.....	116
ANEXOS.....	120

Contenido de Figuras

Figura 1: Matriz de Tamaños Muestrales y Formula Poblaciones Finitas.....	xxii
Figura 2: Arquitectura Egipcia Fuente: http://artchist.blogspot.com	2
Figura 3: Diseño de Patio Interior y Galerías	2
Figura 4: Edificación de la antigua Grecia.....	2
Figura 5: Arquitectura Romana	3
Figura 6: Área de producción en Industria Textil	5
Figura 7: Arquitectura Moderna	6
Figura 8: Estudios realizados de acuerdo a estándares constructivos	7
Figura 9: Arquitectura Bioclimática	8
Figura 10: Métodos de Valoración Térmica.....	9
Figura 11: Propuestas de Mapa de Niveles Térmicos de Ecuador.....	11
Figura 12: Vientos Predominantes en el Ecuador	15
Figura 13: Sistemas de Circulación de viento en la Tierra	15
Figura 14: Temperaturas Mínima y Máxima en Ecuador.....	16
Figura 15: Temperaturas Mínima y Máxima en Ecuador.....	16
Figura 16: Precipitaciones Diarias en Ecuador	17
Figura 17: Precipitación Acumulada en Ecuador	17
Figura 18: Asoleamiento Latitud O° - Ecuador	20
Figura 19: Control Solar.....	21
Figura 20: Control Solar en Instituciones Educativas	21
Figura 21: Forma, Textura y Color de Superficies.....	22
Figura 22: Techos de sombras; corrientes de aire	22
Figura 23: Cámaras de Aire	23
Figura 24: Materiales Porosos	23
Figura 25: Relación Ser Humano-Ambiente-Arquitectura.....	26
Figura 26: Estudio Confort Térmico	26
Figura 27: Temperatura de la piel.....	29
Figura 28: Transmisión de Calor.....	32
Figura 29: Pérgolas	38
Figura 30: Soportal	38
Figura 31: Vestíbulo.....	39
Figura 32: Quiebrasoles.....	39
Figura 33: Toldo y marquesina	41
Figura 34: Vidrio de Control Solar.....	42
Figura 35: Influencia de la Masa Térmica	43

Figura 36: Diseño Terraza Bioclimática	44
Figura 37: Estructura de Cubierta Vegetal	44
Figura 38: Muro Trombe	44
Figura 39: Esquema Muro Trombe durante el invierno y verano.....	44
Figura 40: Aislante Resistente-Poliestireno.....	45
Figura 41: Uso de colores claros en fachadas	45
Figura 42: Árbol Eucalipto.....	46
Figura 43: Árbol Caucho	46
Figura 44: Árbol Ficus.....	47
Figura 45: Árbol Acacio Rojo	47
Figura 46: Árbol Almendro	47
Figura 47: Árbol Palma Cocotera.....	48
Figura 48: Árbol Mango	48
Figura 49: Árbol Tamarindo	48
Figura 50: Árbol Neem.....	49
Figura 51: Árbol de Algarrobo	49
Figura 52: Árbol de Algarrobo	49
Figura 53: Sistemas de Ventilación Pasiva	51
Figura 54: Sistema de Ventilación Pasiva	51
Figura 55: Análisis de variables climáticas.....	60
Figura 56: Centro Educativo Paulo VI – Colombia	60
Figura 57: Estrategias Bioclimáticas en aulas.....	60
Figura 58: Estrategias Bioclimáticas en Centro Educativo Paulo VI	61
Figura 59: Estrategias Bioclimáticas en Centro Educativo Paulo VI	62
Figura 60: Diseño Bioclimático en Centro Educativo Paulo VI	62
Figura 61: Escuela Rural: Uso de quiebrasoles y galerías.....	63
Figura 62: Planta Arquitectónica Escuela Rural	63
Figura 63: Uso de estrategias Bioclimáticas en escuela rural	64
Figura 64: Proceso construcción modular de Aulas	65
Figura 65: Esquema Modular: Etapas y flexibilidad de Aulas	65
Figura 66: Localización del área de estudio	67
Figura 67: Límites Geográficos de la Unidad Educativa Manabí	67
Figura 68: Límites Geográficos de la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda ...	68
Figura 69: Experimentación de rangos de confort térmico en aula.....	68
Figura 70: Ingreso Principal Unidad Educativa Manabí.....	69
Figura 71: Condicionantes Físicas	70

Figura 72: Condicionantes Naturales	70
Figura 73: Emplazamiento General de.....	71
Figura 74: Espacios exteriores en Sección de Educación General Básica.....	72
Figura 75: Espacios Exteriores en Sección de Educación General Básica	72
Figura 76: Bloques de Educación Secundaria y Áreas de Administración	72
Figura 77: Bloques de Segundo y Tercer Año de Educación General Básica	73
Figura 78: Emplazamiento General de Aulas de la Sección General Básica.....	73
Figura 79: Bloques de 4°, 5°, 6° y 7° de Educación General Básica	73
Figura 80: Emplazamiento General de Aulas de la Sección Bachillerato	74
Figura 81: Áreas de recreación Exterior y Bloque de 1° y 3° Año de Bachillerato ...	74
Figura 82: Áreas Exteriores de Recreación.....	74
Figura 83: Ingreso Principal Unidad Educativa Trajano Viteri	75
Figura 84: Condicionantes Físicas	75
Figura 85: Condicionantes Naturales	76
Figura 86: Dimensiones y Área de terreno.....	76
Figura 88: Emplazamiento General de Aulas de la Sección General Básica.....	77
Figura 87: Emplazamiento General de Aulas de la Sección General Básica.....	77
Figura 89: Área exterior de terreno	77
Figura 90: Distribución Espacial de aulas	78
Figura 91: Composición formal de fachada.....	78
Figura 92: Tipo de Materiales de construcción.....	79
Figura 93 Orientación de aulas: 3°y 9° Año Básico.....	80
Figura 94: Orientación de aulas: 5° y 10° Año Básico	80
Figura 95: Orientación de aulas: 1° Año Básico.....	81
Figura 96: Incidencia solar en aulas durante la tarde	81
Figura 97: Aulas de la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda	82
Figura 98: Espacio interior y exterior de U. E. Trajano Viteri Medranda	83
Figura 99: Elementos Naturales y Arquitectónicos.....	84
Figura 100: Análisis entre 08:00 a.m. hasta 11:00 a.m. en aulas	85
Figura 101: Análisis entre 11:00 a.m. hasta 15:00 p.m. en aulas	85
Figura 102: Análisis entre 15:00 p.m. hasta 18:00 p.m. en aulas	85
Figura 103: Análisis entre 08:00 hasta 11:00 a.m. en aulas.....	86
Figura 104: Análisis entre 11:00 a.m. hasta 15:00 p.m. en aulas	86
Figura 105: Análisis entre 15:00 a 18:00 p.m. en aulas	87

Contenido de Tablas

Tabla 1: Datos para la Obtención de la Muestra.....	xxi
Tabla 2: Caracterización Térmica Fuente: INAMHI.....	12
Tabla 3: Rangos de temperatura a las zonas climáticas Fuente: INAMHI.....	12
Tabla 4: Metabolismo por actividades	31
Tabla 5: Clo de diferentes prendas de vestir	33
Tabla 6: Toma de Encuestas	90
Tabla 7: Encuestas por día.....	91
Tabla 8: Género de Alumnos por Nivel de Educación	91
Tabla 9: Estudio de Población Estudiantil por edades	92
Tabla 10: Ocupación de Espacio Físico	93
Tabla 11: Género de Población estudiantil	94
Tabla 12: Percepción Térmica	95
Tabla 13: Flujo de Corrientes de Aire	96
Tabla 14: Niveles de Humedad.....	97
Tabla 15: Confortabilidad en las Aulas	98
Tabla 16: Actividades Académicas.....	99
Tabla 17: Tipo de Ropa.....	100
Tabla 18: Parámetros de Confort Térmico	101
Tabla 19: Ubicación de alumnos	102
Tabla 20: Características Físicas del Salón de Clases	103
Tabla 21: Horario de Clases.....	105

Contenido de Gráficos

Gráfico 1: Variaciones de Temperatura y Humedad en aulas	88
Gráfico 2: Variaciones de Temperatura y Humedad en aulas cada media hora	88
Gráfico 3: Variaciones de Temperatura y Humedad cada media hora en aulas	89
Gráfico 4: Variaciones de Temperatura Y Humedad cada media hora en aulas	89
Gráfico 5: Porcentaje Horario Toma de Encuestas	90
Gráfico 6: Porcentaje Encuestas por día.....	91
Gráfico 7: Porcentaje de Personas Encuestadas	92
Gráfico 8: Porcentaje de Espacio Físico (Aulas).....	93
Gráfico 9: Porcentaje Género de Población Estudiantil	94
Gráfico 10: Porcentaje Sensación Térmica de Población Estudiantil	95

Gráfico 11: Porcentaje Flujo de Corrientes de Aire	96
Gráfico 12: Porcentaje Registros de Niveles de Humedad	97
Gráfico 13: Porcentaje Confortabilidad en las aulas	98
Gráfico 14: Porcentaje Actividades Académicas	99
Gráfico 15: Porcentaje Tipo de Ropa.....	100
Gráfico 16: Porcentaje Parámetros de Confort Térmico.....	101
Gráfico 17: Porcentaje Ubicación de Población Estudiantil	102
Gráfico 18: Porcentaje Bancas	103
Gráfico 19: Porcentaje Pisos.....	103
Gráfico 20: Porcentaje Cubiertas.....	103
Gráfico 21: Porcentaje Paredes.....	104
Gráfico 22: Porcentaje Ventanas.....	104
Gráfico 23: Porcentaje Ventanas.....	104
Gráfico 24: Porcentaje Horario de Clases.....	105

Contenido de Ilustraciones

Ilustración 1: Uso de Galerías	107
Ilustración 2: Equipamiento de área recreativa	108
Ilustración 3: Diseño paisajístico en áreas exteriores.....	108
Ilustración 4: Protección solar	109
Ilustración 5: Especies de vegetación	109
Ilustración 6: Especies de vegetación	110
Ilustración 7: Especies de vegetación	110
Ilustración 8: Especies de vegetación	111
Ilustración 9: Ventilación cruzada	111
Ilustración 10: Captación de corrientes de aire	112
Ilustración 11: Uso de colores en tonos claros.....	112
Ilustración 12: Uso de aberturas combinadas (corredizas-celosías).....	112
Ilustración 13: Disposición de bloque de aulas	113
Ilustración 14: Control solar en cubiertas tipo losa	113

Contenido de Anexos

Anexo 2: Modelo de ficha de encuesta: Estudio de Ambiente Térmico	121
Anexo 3: Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda	122
Anexo 4: Termómetro Ambiental: Termohigrómetro	122

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene por objeto diagnosticar mediante una evaluación, la percepción y consideraciones del clima que tienen los estudiantes de centros educativos en diferentes horarios del día, en este caso la Unidad Educativa “Manabí” y Unidad Educativa “Trajano Viteri Medranda” analizando parámetros de confort térmico, tanto interior como exterior, como el clima, humedad, asoleamiento, corrientes de aire, sistemas pasivos de diseño.

Se ha aplicado un método de mediciones, tomando en cuenta datos meteorológicos, teniendo en consideración una categorización térmica, con el uso de un dispositivo móvil digital (Termohigrómetro). Considerando aspectos básicos como género, edad, vestimenta, medio físico, para medir diversos niveles de sensación térmica. La utilización de información bibliográfica, la obtención de datos y experimentación de variaciones térmicas en la investigación de campo, permitieron tener una visión de la problemática de sensaciones térmicas, que a diario toleran alumnos y personal docente durante la jornada académica.

La orientación de las edificaciones este-oeste son consideradas, bajo las normas de diseño bioclimático, idóneas para aprovechar las condicionantes naturales como: sol, vientos y vegetación. Se estimó el análisis de la geometría y envolventes de las edificaciones, como elementos de captación solar hacia el interior de las aulas; el uso de la vegetación, asoleamiento y estudio de sombras, con el objetivo de plantear estrategias bioclimáticas en cuanto a protección solar, ventilación e iluminación natural, bajo Norma Internacional ISO 7730:2005, para crear ambientes de bienestar y confort térmico en las instituciones educativas de Manta.

Palabras claves:

Confort térmico, clima, temperatura, humedad, asoleamientos, vientos, arquitectura bioclimática.

ABSTRACT

The present research aims to diagnose, through an evaluation, the perception and climate considerations that the students of educational centers have in different schedules of the day, in this case the Educational Unit "Manabí" and Educational Unit "Trajano Viteri Medranda" analyzing parameters Thermal comfort, both indoor and outdoor, such as climate, humidity, sunning, drafts, passive design systems.

A method of measurements has been applied, taking into account meteorological data, taking into consideration a thermal categorization, with the use of a digital mobile device (Thermohygrometer). Considering basic aspects such as gender, age, clothing, physical environment, to measure various levels of thermal sensation. The use of bibliographic information, data collection and experimentation of thermal variations in field research allowed us to have a view of the problem of thermal sensations, which are tolerated daily by students and teachers during the academic day.

The orientation of the east-west buildings are considered, under the rules of bioclimatic design, suitable to take advantage of the natural conditions such as: sun, winds and vegetation. It was estimated the analysis of the geometry and envelopes of the buildings, as elements of solar reception in the classroom; The use of vegetation, sunbathing and study of shadows, with the objective of proposing bioclimatic strategies in terms of sun protection, ventilation and natural lighting, under the International Standard ISO 7730: 2005, to create environments of well-being and thermal comfort in educational institutions Of Manta.

Keywords:

Thermal comfort, climate, temperature, humidity, sunbathing, winds, bioclimatic architecture.

INTRODUCCION

El confort térmico se entiende como el bienestar físico y psicológico de las personas cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimiento del aire son favorables a la actividad que se realiza.

Las edificaciones deben proporcionar a sus ocupantes este ambiente confortable y saludable para la realización de las actividades cotidianas. Si los factores ambientales de las aulas están dentro de los límites de confort, el rendimiento de los estudiantes mejorará y el trabajo de los docentes será de mayor calidad. Para alcanzar estos límites de confort, los sistemas de ventilación y climatización de las escuelas deben tener un buen diseño para crear las condiciones térmicas aceptables de temperatura, humedad y una calidad del aire interior también aceptable.

En los centros escolares existen ambientes térmicos diferentes: actividades sedentarias en el aula y actividades dinámicas en el patio o canchas deportivas; las aulas deberían tener un sistema eficaz de temperatura que permita mantener el ambiente entre 20 y 26 °C, parámetros de temperatura donde la mayoría de seres humanos experimentan sensación de neutralidad térmica, con ropa adecuada y sin corrientes de aire.

En actividades ligeras o sedentarias en el aula, los alumnos son más susceptibles al enfriamiento local cuando la temperatura ambiente desciende por debajo de 20 o 22 °C; es decir, aparecen distracciones y la sensación de malestar, ya que el equilibrio térmico del organismo no puede mantenerse.

Cuanto mayor sea la duración de la exposición al frío, menor será la productividad y el aprovechamiento escolar. En ambientes calurosos, el trabajo que realiza el alumnado en las aulas, representa una carga mayor para su organismo en relación con los adultos por su poca masa muscular, lo que provoca un mayor aumento de la temperatura interna del organismo y la aparición más rápida de fatiga.

El objetivo del confort térmico es propiciar un parámetro de referencia para valorar si las condiciones microclimáticas de un espacio térmicamente adecuado para una persona, se relacionan a su respuesta fisiológica, desde

la perspectiva de la arquitectura bioclimática con el objeto de aprovechar el clima y las condiciones del entorno con el fin de conseguir una situación de confort térmico.

El diseño bioclimático o diseño pasivo permiten crear una interrelación energética entre el clima y la edificación para beneficio de los usuarios, a través de espacios térmicos confortables y minimizar los mecanismos activos de climatización como el uso de aire acondicionado en zonas de climas cálidos. Se deben considerar 3 aspectos que determinan la confortabilidad térmica de un edificio:

- Aspectos físicos o ambientales, incluyen los parámetros climáticos.
- Aspectos constructivos, se refiere a los materiales y sistemas constructivos relacionados con el carácter envolvente de las edificaciones.
- Aspectos antropológicos y culturales, comprende el perfil físico, biológico, psicológico y socio cultural de los alumnos y personal docente-administrativo.

El presente trabajo de titulación **“Confort térmico en las instalaciones de uso educativo estudio de casos: “Unidad Educativa Manabí” y “Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda” de Manta”**, tiene como finalidad analizar los rangos de confort térmico en los espacios interiores y exteriores, durante el desarrollo de la jornada académica, a través de la investigación bibliográfica y de campo, haciendo uso de los métodos tradicionales de investigación y experimentación subjetiva.

En el Capítulo I aborda el análisis teórico y bibliográfico de conceptos bioclimáticos, proceso histórico, normativo y modelos de repertorio de instituciones educativas; en el Capítulo II enfoca el diagnóstico de los rangos de bienestar térmico en las aulas visualizadas a través de la percepción térmica de los alumnos y del personal docente, cuyas conclusiones y recomendaciones están enfocadas a establecer estrategias de diseño bioclimático, en búsqueda de un bienestar psicológico, biológico, emocional y socio-cultural de sus usuarios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A. MARCO CONTEXTUAL DEL PROBLEMA

A.1. Antecedentes

El hombre siempre se ha esforzado por crear un ambiente térmicamente cómodo, esto se evidencia en las construcciones tradicionales a lo largo de la historia hasta la actualidad. Crear un ambiente térmicamente confortable, sigue siendo uno de los parámetros más importantes a ser considerados cuando se diseñan edificios. El confort térmico se define en la Norma ISO 7730 como “la condición de mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. El ambiente térmico es considerado para evaluar cualquier ambiente de trabajo y si resultara confortable, el rendimiento será superior.

El hombre tiene un muy eficaz sistema de regulación de temperatura que asegura que la temperatura del centro del cuerpo se mantenga en aproximadamente 37°C. Básicamente y en términos generales el hombre califica un ambiente confortable, si ningún tipo de incomodidad térmica está presente. La primera condición de confort es la neutralidad térmica lo que significa que la persona no siente calor, ni frío.

Son dos las situaciones que se cumplen para el confort térmico, una es que la combinación instantánea de la temperatura de la piel y la del centro del cuerpo, proporcionen la sensación de neutralidad térmica y la segunda es el cumplimiento del balance de energía del cuerpo. Los fenómenos relacionados con el confort y el ambiente térmico son numerosos, diversos y conciernen tanto al ambiente interior y exterior, las características físicas del espacio arquitectónico, tipo de materiales, vegetación existente, corrientes de aire, etc., y a las características propias del ocupante del espacio.

Los espacios escolares influyen sobre los resultados académicos de los alumnos. Así lo confirman distintas investigaciones realizadas en torno al impacto que las condiciones ambientales y ergonómicas de los centros educativos tienen en el rendimiento de los estudiantes y en la labor de los docentes. El profesor de la Universidad de Durham (Reino Unido) Steve

Higgins, en su revisión literaria “El impacto de los ambientes educativos”, subraya una evidencia clara de que “ambientes de aprendizaje extremadamente pobres tienen un efecto negativo en los estudiantes y el personal docente”, así como que, al mejorarlo, se obtienen beneficios significativos”.

La calidad interna del aire, ventilación y confort térmico, iluminación, acústica y el tamaño de la escuela y de las aulas son algunos de los atributos espaciales que pueden incidir sobre el rendimiento de alumnos y profesores, tal como apunta Mark Schneider, del Centro Nacional de Estadísticas Educativas estadounidenses. Es mucho lo que hay por considerar al momento de diseñar los establecimientos educativos de la ciudad, los dos casos a exponer a continuación, son dos ejemplos, aunque muy diversos, de lo que sucede en muchos otros centros de la ciudad.

B. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo influye el comportamiento térmico de los espacios interiores y exteriores de la Unidad Educativa Manabí y Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda de Manta e intervienen en la percepción térmica de alumnos y personal docente durante el desarrollo de actividades?

C. CAMPO DE ACCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación “Confort térmico en las instituciones de uso educativo: Estudio de casos “Unidad Educativa Manabí” y “Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda” de Manta, se enmarcan en la Línea de Investigación de Arquitectura de Edificaciones Sustentables y Sostenibles.

D. OBJETIVOS

D.1. Objetivo general

Analizar los niveles térmicos de los espacios interiores y exteriores de establecimientos educativos de la ciudad de Manta, para definir estrategias de diseño fundamentadas en conceptos de la arquitectura bioclimática como solución para mejorar las condiciones de confort en alumnos y personal docente.

D.2. Objetivos Específicos

D.2.1 Objetivo Específico 1

Analizar el confort térmico basado en fundamentos teóricos y normativos de diseño bioclimático para su aplicación en los edificios de las instituciones de uso educativo.

D.2.2. Objetivo Específico 2

Analizar la relación de confort térmico en espacios interiores y exteriores de uso educativo a través del estudio de la temperatura ambiental y la sensación térmica, biológica, psicológica y social de sus usuarios.

D.2.3. Objetivo Específico 3

Aplicar estrategias de diseño arquitectónico bioclimático que permita mejorar las condiciones de confort térmico de alumnos y docentes donde puedan desarrollar sus actividades en un ambiente agradable de bienestar y salud.

E. HIPÓTESIS

La concepción arquitectónica de los espacios interiores y exteriores en las instituciones de uso educativo de Unidad Educativa Manabí y Unidad Educativa Trajano Medranda de Manta, necesita la incorporación de sistemas pasivos de control térmico para el desarrollo de las actividades académicas, recreativas y de socialización en óptimas condiciones.

F. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

F.1. Tipos de Investigación

Para la elaboración de la actual investigación comprendida en el análisis del confort térmico en las instituciones de uso educativo se aplicará la investigación bibliográfica y de campo.

La investigación de bibliográfica permitirá recopilar información documental y grafica registrada en textos e internet, vinculados con la arquitectura bioclimática ya que nos permitirá orientar y guiar en la búsqueda de estrategias de diseño para valorar la función del tipo de edificio y conocer las condiciones térmicas de sus usuarios, materiales constructivos y ambiente natural.

La investigación de campo se fundamentará en la información obtenida del desarrollo de la encuesta y la observación directa, para conocer las características del clima y geográficas del lugar de estudio; los rangos de confort térmico de los espacios y usuarios; y las características de sus edificios; a través de registros manuales, fotomecánicos y termómetro ambiental (Termohigrómetro).

F.2. Técnicas de Investigación

F.2.1. Observación

Esta técnica permitirá observar y percibir las variaciones de confort térmico de usuarios, orientación de edificaciones, climatización, orientación geográfica y ambiente natural del objeto y área de estudio; cuyo propósito es vincularnos con alumnos y personal docente durante la jornada laboral educativa, sin interrumpir el desarrollo del mismo.

F.2.2. Recopilación de Información

La obtención de datos se adquirirá a través de textos, revistas, periódicos, e internet con la finalidad de reunir información que permita enfocarnos en el estudio de la arquitectura bioclimática definiendo el confort térmico en usuarios a través del uso de los espacios interiores y exteriores, la naturaleza de los edificios construidos, uso de protecciones de las aberturas y sistemas de ventilación e iluminación natural.

F.2.3. Encuesta

Orientada a una muestra representativa de alumnos y docentes de la Unidad Educativa Manabí y Escuela Trajano Medranda de Manta, con la finalidad de conocer el grado de satisfacción térmica y como ellos perciben las variaciones climáticas durante la jornada educativa.

F.3. Métodos teóricos y empíricos

F.3.1. Método Deductivo

A través de la investigación científica se aplicará el método deductivo el cual permitirá conocer el estudio de la arquitectura bioclimática en establecimientos educativos en américa del sur con el objetivo de comprender, definir y analizar los parámetros de confort térmico en aulas y ambiente natural como guía para plantear estrategias de confort.

F.3.2. Método Deductivo

Además, se incluirá en el presente trabajo de titulación el método inductivo donde se analizará la percepción térmica en los espacios interiores y exteriores de la Unidad Educativa Manabí y Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda, a través de la observación, registros fotomecánicos, lectura de temperatura ambiental, encuesta con el objeto de analizar los rangos de confort térmico.

F.4. Población y Muestra

Permite la selección de una parte de las unidades del universo a investigar y se enfocará solamente en la técnica de la encuesta, de manera que sea lo más representativo en las características del sector de estudio.

DATOS PARA OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

<i>Población Total</i>	N= 2.000
<i>Probabilidad de Ocurrencia</i>	P=50%=0.5
<i>Probabilidad de no Ocurrencia</i>	P=50%=0.5
<i>Nivel de Confianza</i>	Z=99%=2.58
<i>Error de Estimación</i>	e=5%=0.09
<i>Tamaño de la Muestra</i>	n=?

Tabla 1: Datos para la Obtención de la Muestra
Autora: Geomara Cevallos

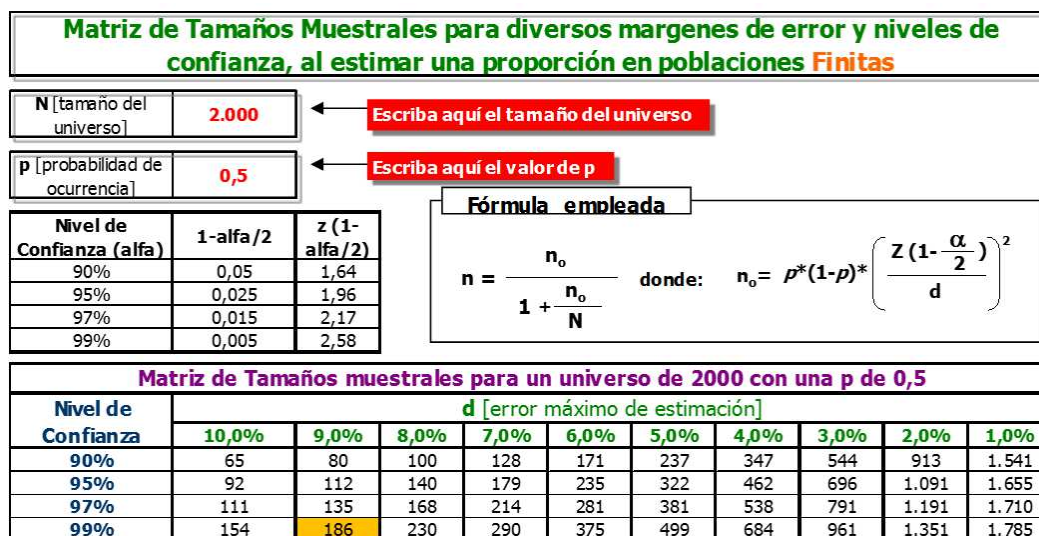


Figura 1: Matriz de Tamaños Muestrales y Formula empleada para poblaciones finitas

Autora: Geomara Cevallos

La investigación se centra en el interior y exterior de las aulas de las Unidades Educativas “Manabí” y “Trajano Viteri Medranda”, cuya población estudiantil consta de 600 estudiantes aproximadamente, a los cuales se aplica la fórmula de población finita, la cual determina que la muestra será de 186 personas a encuestar. Los sujetos de estudio son hombres y mujeres entre 5 y 45 años de edad, no se incluyeron individuos con condiciones biológicas temporales como, embarazo, período de lactancia.

F.5. Recursos

El desarrollo del presente Trabajo de Titulación con el Tema Confort Térmico en las Instituciones de uso educativo: Estudio de Casos Unidad Educativa Manabí y Escuela Trajano Medranda de Manta examina:

F.5.1. Recursos Materiales

Computadora, impresora, cámara fotográfica, termómetro ambiental (termohigrómetro), teléfono, útiles de oficina, memoria USB, etc.

F.5.2. Recursos humanos

Tutor, egresado y personal de apoyo

F.5.3. Recursos económicos

Costo estimativo de \$3.500.

1. CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACION

1.1. MARCO HISTÓRICO

La evolución de la edificación a través del tiempo ha respondido a múltiples y complejos requerimientos producto desde la necesidad de seguridad ante el ataque por hombres y animales hostiles hasta la protección ante aspectos desfavorables del ambiente físico. De acuerdo con esta secuencia la protección ante el clima fue uno de los factores iniciales que demandaron una preocupación constante y prioritaria en el proceso para desarrollar la envoltura arquitectónica.

El hombre prehistórico se caracterizó por la urgente provisión de dos recursos, el alimento y la protección del ambiente. Al volverse sedentario su primera opción fue ocupar los refugios que le proveía la naturaleza: la caverna. Posteriormente, paralelo a la evolución de su complejidad social, producirá viviendas primitivas caracterizadas por la definición de un espacio limitado con diversas técnicas y materiales según la disponibilidad del lugar y las necesidades de protección ambiental e intimidad.

Mientras la caverna y las construcciones de barro y piedra reducen las oscilaciones de temperatura disminuyendo sus pérdidas, por otro lado, las estructuras abiertas proveen la evidencia del conocimiento de que el edificio modifica el clima y que esta modificación proporciona condiciones de vida más confortables.

1.1.1. ARQUITECTURA EGIPCIA

Es una respuesta al clima cálido y seco, que incorpora muchos recursos bioclimáticos en sus palacios, templos, viviendas y varios edificios. Cuyas estrategias consistían en el enfriamiento evaporativo con vegetación en jardines interiores, pequeños patios para proveer sombra en espacios exteriores, paredes de adobe con gran masa térmica y azoteas para dormir en exteriores durante el caliente verano.

Los templos de Aswan son un claro ejemplo del manejo del clima y control de la iluminación en clima árido, usando ventanas altas que proveen ventilación y filtración de luz natural. Su gran aporte radica en el estudio de los movimientos aparente del sol. La variación de la altitud solar de acuerdo con la latitud fue una base vital para desarrollar la teoría bioclimática de Vitrubio, presentada contemporáneamente por Olgyay.

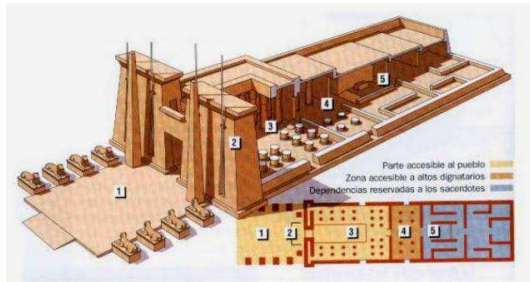


Figura 2: Arquitectura Egipcia
Fuente: <http://artchist.blogspot.com>

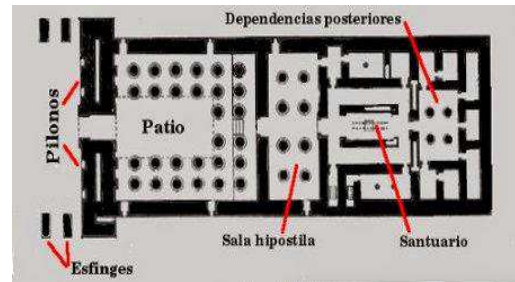


Figura 3: Diseño de Patio Interior y Galerías
Fuente: <http://artchist.blogspot.com>

1.1.2. ARQUITECTURA SOLAR EN GRECIA

La técnica griega consistió en entender que la altura del Sol varía a lo largo de las estaciones, es decir, la inclinación de los rayos solares es variable. En el diseño solar griego destacan dos aspectos; el diseño del edificio (conformidad de la altura del elemento sombreador con la altura del edificio) y su relación con los edificios adyacentes. Ambas relaciones son resueltas con el patio central (patio peristilo), permitía total autonomía climática de cada edificio.

Los espacios habitables se relacionaban con el patio, a través de un pórtico, brindando protección del sol durante el verano a la vez que permitía la filtración de los rayos solares en el invierno. Este principio elemental de diseño bioclimático para regiones templadas del hemisferio norte ha sido aplicado a lo largo de la historia en diversas localizaciones y culturas.

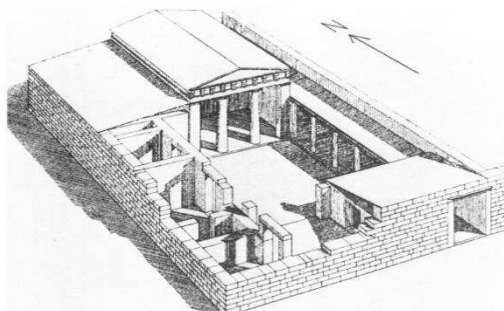


Figura 4: Edificación de la antigua Grecia-El pórtico orientado al sol protegía los espacios del sol de verano y permitía el paso del sol en invierno.
Fuente: www.blog.arquitecturadecasas.info

1.1.3. ARQUITECTURA ROMANA Y VITRUBIO

Vitrubio (Siglo I aC), el primer arquitecto realizó un tratado de arquitectura completo cuyas ideas aún se mantienen vigentes hasta la actualidad haciendo referencia a la importancia del clima y del lugar, el “genius loci” en la arquitectura. Las técnicas solares griegas y el tratado de Vitrubio fueron las fuentes de diseño bioclimático en los edificios romanos donde destacan el uso del pórtico, patio con galería y patio interior que cumplían con varias funciones importantes como moderador climático así tenemos; creación de zonas sombreadas, disipación de calor, sombra y protección solar.

Destacan además el empleo de materiales como el vidrio transparente y el mármol traslucido en las ventanas permitiendo ganancias grandes de temperatura para calefacción ambiental e iluminación de los espacios interiores. La mampostería maciza en las paredes y el urbanismo compacto incorporaron el concepto de inercia térmica para resistir las variaciones de temperatura en el verano. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, págs. 118-119-120)

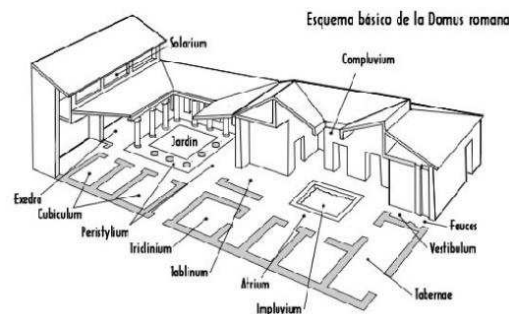


Figura 5: Arquitectura Romana

Fuente: www.lorevivanco.blogspot.com/2012/09/historia-del-arte.html

1.1.4. EDAD MEDIA

Durante este período destaca la Arquitectura Árabe por su excelente dominio de los factores ambientales en los diferentes edificios civiles a través del manejo armonioso de la luz, el espacio, el agua y la decoración. Destacan la incorporación de fuentes y árboles para crear ambientes frescos en el patio interior contrastando la aridez y el calor de la calle. Diseño de espacios semi-abiertos, balcones y galerías debidamente orientadas para aprovechar las condiciones climáticas positivas.

1.1.5. RENACIMIENTO

Durante el Renacimiento, los edificios integran elementos de la arquitectura clásica antigua combinada con nuevas condiciones morfológicas y características bioclimáticas como columnatas, pórticos, patios, y paredes macizas. El uso de domos altos y bóvedas proveen iluminación y ventilación natural apropiada. La respuesta bioclimática de estos elementos fue adoptada de los climas mediterráneos de veranos calientes de Florencia y Roma.

Alberti otro teórico renacentista destaca dentro de sus tratados, a la salud como un elemento fundamental en su intento por conectar la vida y la belleza. Realizando una aproximación orgánica al edificio con referencias al cuerpo humano que llevan a ver al edificio como un compuesto de carne y hueso, afirmando que este puede respirar. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, pág. 122)

1.1.6. REVOLUCION INDUSTRIAL

La visión bioclimática de la Revolución Industrial durante el siglo XIX, logró tener dos enfoques principales: el energético y el humano. El primero hace referencia a la demanda de producción de hierro para la mecanización, entre otros grandes logros como construcción de motores solares, calderos solares, etc., y el segundo señala los efectos sociales originados a consecuencia de las exigencias de mano de obra en las zonas industriales, donde se genera una gran migración hacia las ciudades. Cuya solución permite la construcción de edificios con cuidadosa orientación, conveniente separación para permitir el paso del sol aprovechando sus efectos térmicos.

Al mismo tiempo los requerimientos de nuevas edificaciones como: estaciones de trenes, edificios postales, grandes oficinas, almacenes, fábricas y plantas de energía, exigieron cambios en los diseños de instalaciones de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación contribuyendo con nuevos ingenios mecánicos diseñados en función del acondicionamiento de los edificios,

proyectando teóricamente por primera vez, los principales conductentes a establecer los niveles de confort.

La rápida transformación de las técnicas de construcción hacia la baja masa térmica inicia la tendencia acelerada hacia el movimiento de la arquitectura moderna. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, págs. 123-125)

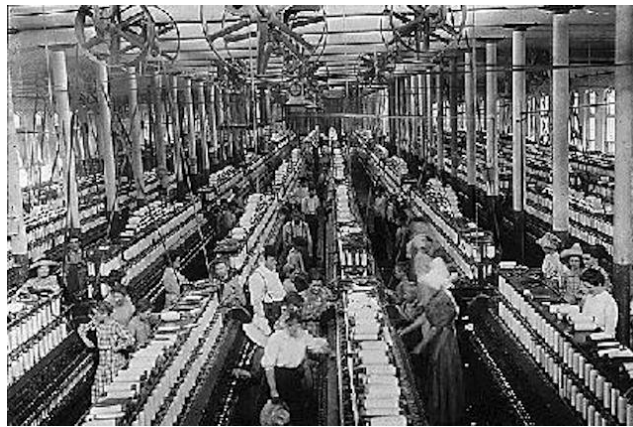


Figura 6: Área de producción en Industria Textil

Fuente: <https://ijacqmincom.wordpress.com/2016/02/24/la-revolucion-industrial/>

1.1.7. SIGLO XX

El siglo XX hereda del siglo XIX la problemática ambiental de las grandes ciudades industriales europeas. Donde la arquitectura moderna logra introducirse con gran aceptación en América Latina gracias a las nuevas tendencias arquitectónicas, políticas emergentes, conceptos innovadores de desarrollo social y el estudio de los factores ambientales como conocimiento del clima, climatización y meteorología, donde el clima es considerado el elemento central en la teoría y la práctica de la arquitectura y pasa a ser concebida como una forma de entorno artificial.

La arquitectura moderna y contemporánea, desde el punto de vista de confort ambiental, puede ser dividida en dos partes: antes y después de la crisis energética de la década de 1970. La primera etapa está caracterizada por el desarrollo de la arquitectura solar y por la incorporación de nuevos elementos constructivos como; ingenios para agua caliente solar, cielorraso falso, cerramientos vidriados e instalaciones de climatización.

La segunda etapa se forja en la mitad del siglo XX con la difusión de formas y estilos internacionales arquitectónicos que se distingue por sus altos consumos energéticos en la búsqueda exigente de confort. El crecimiento económico de las sociedades industriales, hace que las técnicas naturales y estructurales de control ambiental formen parte de la historia arquitectónica, como imagen de progreso y modernidad.

La crisis energética de los años 70 exige un replanteamiento de las políticas medioambientales en la arquitectura enfocándose en el ahorro de energía y el desarrollo de tecnologías alternativas de generación energética.

Donde el ahorro de energía se fundamenta en el aislamiento del edificio procurando diseños de envolventes reguladoras de las condiciones ambientales interiores, empleando recursos como: sistemas pasivos de ventilación, diseño de sistemas de sombreado y de tratamiento de aire.

Las técnicas de energía alternativa o renovable basadas en la explotación de fuentes energéticas no extintas como: sol, viento, mareas y flujo hidráulico, se manifiestan como energía opcional para no afectar los recursos perecibles del petróleo y el carbón. Donde su utilidad quedará sujeta a la valoración social y financiera de los costos de su implementación. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, págs. 125-130)

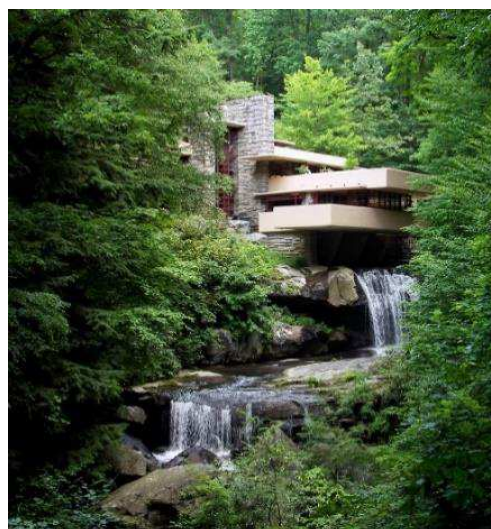


Figura 7: Arquitectura Moderna

Fuente: www.aldapetarte.blogspot.com/2010/05/fallingwater-o-casa-de-la-cascada-bear.html

1.1.8. MAESTROS DE LA ARQUITECTURA MODERNA

El rol pionero en la arquitectura bioclimática en el siglo XX fue el Alemán **Alexander Klein**, con el estudio y propuestas de soluciones relativas a la climatización natural de la edificación de acuerdo a diversos factores y condicionantes de diseño integradas (localización geográfica, costos, uso, construcción, clima, espacio, etc.). En las décadas de los años 30 y 40 presentó los fundamentos básicos del diseño solar y las premisas de la climatización pasiva de los espacios interiores de la edificación arquitectónica.

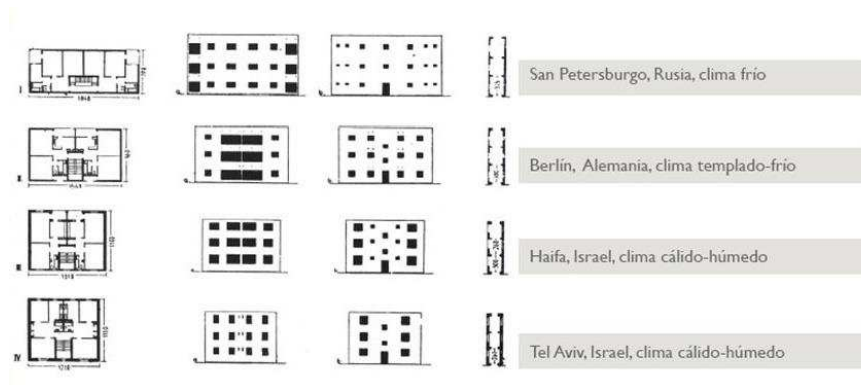


Figura 8: Estudios realizados de acuerdo a estándares constructivos
Fuente: Arquitectura Bioclimática Autor: Gabriel Murillo Rountree

La experiencia adquirida por años, le permitió realizar un estudio comparativo del comportamiento climático de un mismo prototipo adaptado en diferentes climas regionales en cuanto a volumen, superficies, alturas, tamaño de las ventanas, dimensión de balcones e implantación de cada edificio con relación al volumen colindante.

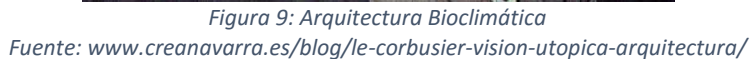
Walter Gropius, precursor de la arquitectura internacional, logra concebir el diseño arquitectónico a través de factores como el estudio del terreno, clima y entorno, y criterios funcionalistas de cada uno de sus espacios.

Alvaar Aalto, sus obras se centran en el equilibrio y relación con la naturaleza y el entorno.

Frank Lloyd Wright, considera los beneficios de concebir un edificio y su orientación sobre el terreno.

Figura 9: Arquitectura Bioclimática

Fuente: www.creanavarra.es/blog/le-corbusier-vision-utopica-arquitectura/



En el presente análisis histórico cabe señalar que el interés por la valoración del nivel de confort térmico nació como una consecuencia de la aparición de las técnicas de acondicionamiento de aire, cuyo fin era justamente lograr que las personas se sintieran confortables y precisaban por tanto de métodos que permitieran evaluar en qué medida se alcanzaban sus objetivos; el más conocido de los índices de evaluación del confort fue la "temperatura efectiva", desarrollado por Yaglou y colaboradores en 1923.

8

Durante los últimos treinta años ha aumentado progresivamente la conciencia y el conocimiento sobre los múltiples efectos beneficiosos que poseen los recursos naturales como: vegetación, vientos, lluvia y asoleamiento, sobre las condiciones ambientales de los espacios interiores y exteriores de los edificios.

Entre las décadas de los años 20 y 80 se realizaron varios avances de medición del confort térmico, para determinar la temperatura ideal en que las personas logren un bienestar en los aspectos físicos, biológicos, psicológicos y sociales, dentro de un espacio interior y entorno natural. (Gabriel gomez azpeitia, 2007)

Año	Método	Autor
1923	Temperatura Efectiva	Houghton y Yaglogou
1929	Temperatura Equivalente	Dufton
1931	Temperatura resultante	Missenard
1945	Índice del Viento Frío	Simple t Passel
1955	Índice de Sobrecarga Calórica	Belding y Hatch
1957	Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo WBGT	Yaglou y Minard
1963	Índice de Estés Térmico	Givoni
1967	Temperatura Media de la Piel	Gagge
1970	Índice de Valoración Media IVM	Fanger
1972	Temperatura efectiva estándar	Gagge
1973	Humedad de la piel	Gonzalez y Gagge
1981	Tasa de Sudoración requerida	Vogt
1984	Índice del aislamiento del vestido requerido	Holmer

Figura 10: Métodos de Valoración Térmica

Fuente: <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6104/05CAPITULO1.pdf?sequence=6>

Gioni (1969) definió la sensación térmica como la percepción del calor o frío del ambiente a partir de la actividad neurálgica originada en los nervios de la piel que actúan como receptores térmicos.

A su vez la percepción de las condiciones atmosféricas se ve afectada por los procesos fisiológicos, el vestuario y la actividad de los individuos. La explicación operativa del confort térmico se reduce en consecuencia a un estado de equilibrio resultante del balance de cargas térmicas que se

intercambian entre el cuerpo humano y su ambiente inmediato, debido al proceso químico del metabolismo y al proceso fisiológico de termorregulación en respuesta a los elementos externos del clima: radiación, temperatura, humedad y movimiento del aire, como elementos principales (Critchfield. 1974).

En síntesis, la sensación mental de incomodidad térmica de acuerdo a este enfoque puede establecerse como la fase final del proceso de termorregulación del cuerpo humano que inicia con la percepción del ambiente térmico a través de la piel, y concluye con un proceso deliberativo del cerebro que configura la idea sobre si el ambiente esta confortable, como resultado exclusivo del balance energético descrito. Si no es así desencadena los diferentes procesos fisiológicos que mantienen la temperatura adecuada del núcleo interno del cuerpo como la sudoración o la vaso contricción, pero que producen sensación de incomodidad (Gabriel gomez azpeitia, 2007).

Apoyados por un número considerable de datos de experimentos realizados con voluntarios en una cámara de condiciones climáticas controladas, se logró determinar que la temperatura de la piel es un buen indicador de la sensación de confort térmico para sujetos en ambientes frescos. En cambio, la humedad de la piel lo es para sujetos en ambientes cálidos donde el sudor en un fenómenos más observable que los cambios de temperatura epidérmica (Gabriel gomez azpeitia, 2007).

Desde este punto de vista, el confort térmico concebido como un estado mental en que se involucran variables subjetivas y no solo como el resultado objetivo de un balance energético entre el cuerpo humano y su entorno. Givoni (1998), por ejemplo, define al confort térmico como “la ausencia de irritación o malestar térmico”. Tanto la ASHRAE (2001) como la norma ISO 7730:2005 lo definen a su vez como “aquella condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico”.

1.2. MARCO TEORICO GENERAL

1.2.1. PROPIEDADES DEL CLIMA EN ECUADOR

Ubicación y Regiones

Ecuador está situado entre las latitudes 1°28' Norte y 5°01' Sur y desde los 75°11' en la planicie amazónica hasta los 81°01' de longitud Oeste, limitando con el Océano Pacífico. El territorio del Ecuador está dividido en cuatro regiones naturales: Costa, Sierra, Oriente e Insular, definidas por su topografía, clima, vegetación y población.

Cabe destacar que Ecuador presenta una gran variedad de climas y cambios considerables a cortas distancias debido a su posición geográfica y a la diversidad de alturas impuestas por la cordillera de los Andes. Además, está ubicado dentro del cinturón de bajas presiones atmosféricas en el que se sitúa la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la misma que favorece a ciertas áreas del país con la influencia alternativa de masas de aire con diferentes características de temperatura y humedad.

Otorgando como resultado regiones con climas tropicales, subtropicales y templados, así como zonas desérticas, semi-desérticas, estepas frías y cálidas.

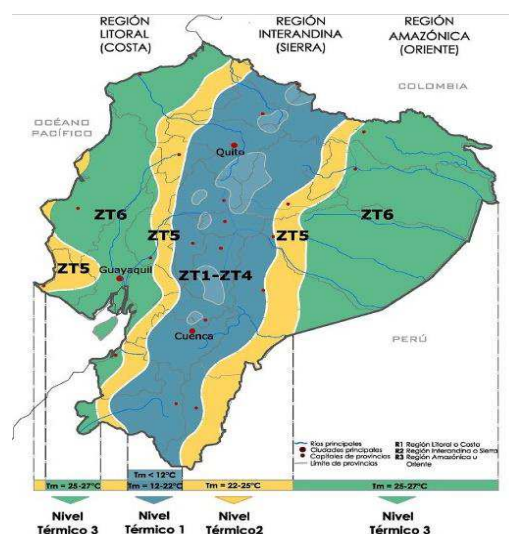


Figura 11: Propuestas de mapa de niveles térmicos en función de las zonas climáticas de Ecuador.
Fuente: INAMHI

TEMPERATURA MEDIA ANUAL	CARACTERIZACIÓN TÉRMICA
T<12°C	Frío
12-22°C	Mesotérmico
T>22°C	Megatérmico

Tabla 2: Caracterización Térmica Fuente: INAMHI

RANGOS DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL	ZONA CLIMÁTICA
6-10°C	ZT1
10-14°C	ZT2
14-18°C	ZT3
18°-22°C	ZT4
22-25°C	ZT5
25-27°C	ZT6

Tabla 3: Rangos de temperatura a las zonas climáticas Fuente: INAMHI

1.2.2. FACTORES DEL CLIMA EN ECUADOR

Las características climatológicas del Ecuador responden a una diversidad de factores que modifican su condición natural, como: latitud geográfica, altitud del suelo, dirección de las cadenas montañosas, vegetación, proximidad y distancia del Océano, corrientes marinas y vientos.

a.- Latitud geográfica, Ecuador por su situación astronómica en el centro de la Zona Tropical debería tener un clima totalmente cálido en toda su superficie, pero no se da en todas las regiones debido a la influencia de distintos factores que modifican el clima.

b.- Altitud, las atractivas regiones de Ecuador poseen terrenos que ascienden desde 0.00 hasta 6.310 metros sobre al nivel del mar, máxima altura en las cumbres del Chimborazo, permitiendo que el país disfrute del privilegio de poseer diferentes tipos de clima, desde el cálido del litoral hasta el glacial de las alturas andinas. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, pág. 54)

c.- Dirección de las cadenas montañosas, La altura de las cordilleras Occidental y Oriental del sistema montañoso de los Andes impide el ingreso de los vientos cálidos del Occidente y Oriente al interior de las hoyas de la región Andina, modificando su clima.

d.- Vegetación, La región Costa y Oriente poseen una exuberante vegetación, la misma que desencadena mayor evaporación del suelo y de plantas (evapotranspiración) lo que contribuye al aumento de las precipitaciones, diferenciando el clima en dichas regiones.

e.- Proximidad del mar, La región Costa por su proximidad con el Océano Pacífico capta su acción térmica modificadora del clima.

f.- Corrientes Marinas, La Costa Ecuatoriana recibe la influencia de dos corrientes marinas con diferentes características como: la Corriente de Humboldt, con gran influencia sobre la zona meridional de la costa ecuatoriana y la Corriente del Niño con gran afluencia sobre la zona central y septentrional de la costa, transformándola más cálida y elevando de manera considerable el régimen de lluvias. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, pág. 55)

1.2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS CORRIENTES MARINAS

La corriente de Humboldt forma parte de un gran movimiento circulatorio de aguas que puede distinguirse en torno a la Cuenca del Pacífico Sur. Sus efectos más comunes son:

- La disminución de la temperatura ambiental de 25 ó 26°C a 18°C y la ausencia de lluvias regulares en la costa.
- La formación del techo de nubes-estratos sobre la costa, así como la formación de neblinas y brumas.

La corriente del Niño es un flujo irregular de agua cálida proveniente del norte que se presenta a menudo hacia fines del mes de diciembre de cada año. Se caracteriza por tener altas temperaturas, baja salinidad y ser pobre en nutrientes. Sus efectos se manifiestan así:

- El gran aumento de temperatura de las aguas del mar, lo que produce la inestabilidad del aire, dando origen a las corrientes ascendentes.
- El debilitamiento del fenómeno de inversión térmica en esta zona, lo que produce la inestabilidad pasajera del aire, originando lluvias torrenciales en la costa.
- Disminución de la intensidad de la corriente de Humboldt.
- Intensa formación de nubes generadas en la zona de convergencia intertropical.
- Períodos muy húmedos
- Baja presión atmosférica. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, pág. 55)

1.2.4. LOS VIENTOS

Los vientos que soplan desde los Andes disminuyen la temperatura de los suelos bajos de la Costa y Oriente. Además, al chocar con los vientos calientes y húmedos de estas regiones producen las precipitaciones. Los vientos predominantes en el Ecuador son los alisios del Nordeste en el Hemisferio Norte y los Sudeste en el Hemisferio Sur, alterándose esta prevalencia por el comportamiento de las masas de aire y los desplazamientos del cinturón ecuatorial.

La región costanera meridional y central (península de Santa Elena y Sur de Manabí) la mayor parte del tiempo está bajo la influencia de la corriente de Humboldt. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, pág. 56)

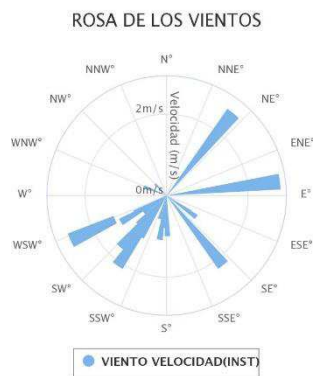


Figura 12: Vientos Predominantes en el Ecuador
Fuente: www.serviciometeorologico.gob.ec - INAMHI

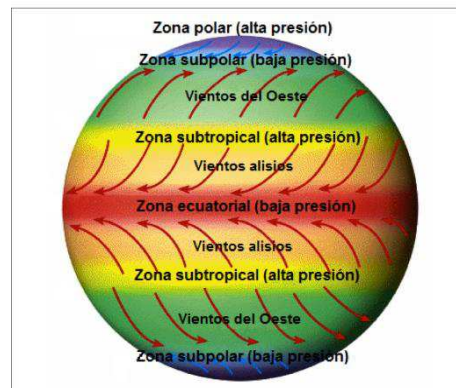


Figura 13: Sistemas de Circulación de viento en la Tierra
Fuente: www.teluguaspirant.com

1.2.5. ELEMENTOS DEL CLIMA EN ECUADOR

a.- Radiación, En toda la llanura litoral hasta una altura de 500 m en la ladera de la cordillera occidental de los Andes, el promedio anual de horas de brillo solar oscila entre las 600 y 1700 horas, siendo las más favorables de este número las zonas más secas.

b.- Temperatura, En la región Interandina la temperatura está vinculada estrechamente con la altura. Entre los 1.500 y 3.000 metros los valores medios varían entre los 10° C y 16°C. En las regiones Oriental, Litoral e Islas Galápagos, la media anual se establece entre los 24°C y 26°C, con extremos que raramente sobrepasan los 36°C o bajan a menos de los 14°C.

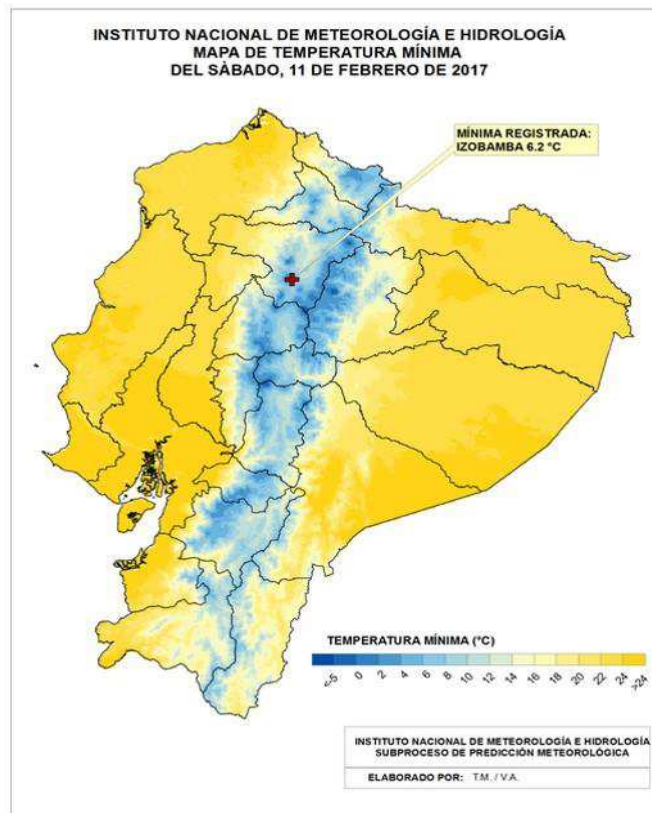


Figura 14: Temperaturas Mínima y Máxima en Ecuador
 Fuente: www.serviciometeorologico.gob.ec - INAMHI

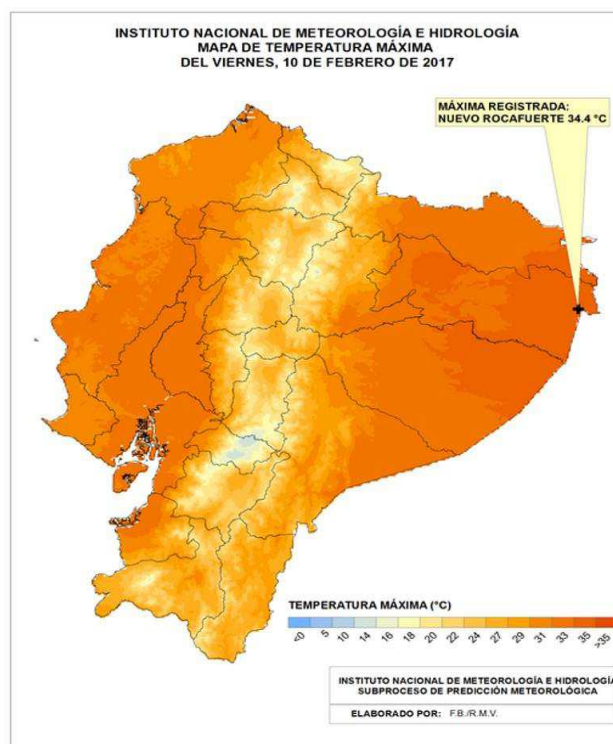


Figura 15: Temperaturas Mínima y Máxima en Ecuador
 Fuente: www.serviciometeorologico.gob.ec - INAMHI

c.- Lluvias, En la región costa, las precipitaciones anuales aumentan de Oeste a Este. Los valores más bajos se registran en el sector comprendido entre Manta y la Península de Santa Elena cuyos registros alcanzan los 250 mm, mientras que las precipitaciones anuales superiores a los 3000 mm pueden observarse hacia el interior de la región hasta una altura aproximada de los 1500 m. (Murillo Rountree, Propiedades del Clima en Ecuador, 2011, págs. 57-59)

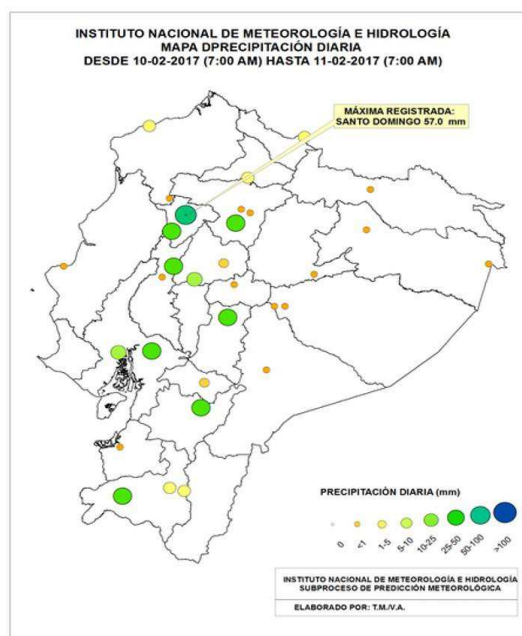


Figura 16: Precipitaciones Diarias en Ecuador
Fuente: www.serviciometeorologico.gob.ec - INAMHI

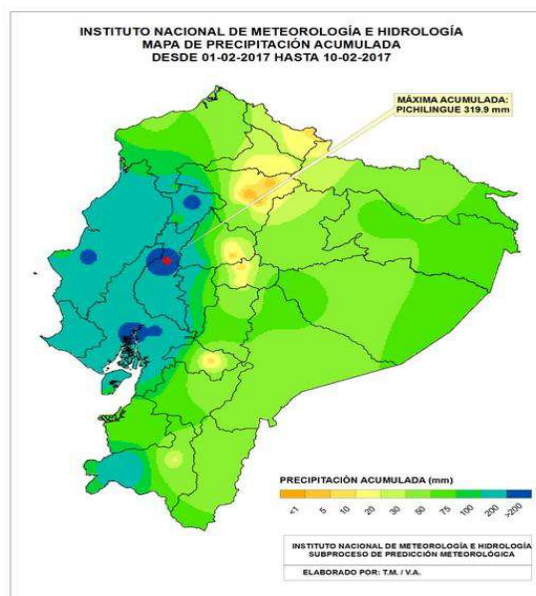


Figura 17: Precipitación Acumulada en Ecuador
Fuente: www.serviciometeorologico.gob.ec - INAMHI

1.2.6. CONSIDERACIÓN DEL CLIMA EN EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

En realidad, hablar de los efectos térmicos sobre los edificios implica hablar de algo más que del **Calor**, pues es la acción combinada de la **Temperatura** del aire, de la **Humedad** ambiente, del Régimen de **Vientos** y del **Asoleamiento** de un determinado punto del planeta lo que determina, en conjunto, el comportamiento térmico de un edificio.

La noción de “**Clima**” es una noción compleja que no admite clasificaciones netas, pues generalmente los climas de regiones adyacentes se funden unos con otros, dando gran cantidad de variaciones. No obstante, y a los efectos prácticos, es posible clasificarlos convencionalmente en Climas Tropicales, Climas Templados y Climas Fríos, cada uno con la particularidad de poder ser secos o húmedos. Influyen en su conformación diferentes factores, entre los cuales podemos considerar como los más importantes el Asoleamiento según la latitud del lugar, la altura con respecto al nivel del mar, la nubosidad media, la humedad relativa del aire, el régimen de lluvias y de vientos. Todos estos factores interactúan para conformar el Clima de la Región.

Para realizar un proyecto de arquitectura no es imprescindible un análisis exhaustivo de los datos meteorológicos, siendo suficientes las medias de las máximas y mínimas diarias a través del año, a menos que la rigurosidad y persistencia de situaciones extremas obliguen a contemplarlas particularmente. Pero en todos los casos, la actitud de aprovechar los recursos de la propia arquitectura para encausar los fenómenos climáticos sin tratar de anularlos a fuerza de derroches de energía, constituye un punto de partida valioso calificando la arquitectura así conseguida.

Indudablemente, en los climas extremos las soluciones arquitectónicas toman un sesgo “climático” más acentuado que en las zonas intermedias, caracterizadas por la elección de los materiales más adecuados, por la mayor o menor compacidad de la planta, por la necesidad de protecciones

adicionales a la envolvente, etc. (techos de sombra o de vidrio; vegetación asociada, etc.). En situaciones intermedias, de climas compuestos como el nuestro, las condiciones climáticas no son tan claras y rotundas, dejando abiertas más posibilidades y una libertad de diseño mucho mayor ante el peso de otros factores.

Sin embargo, la consideración del clima en el Diseño Arquitectónico adquiere cada vez más importancia conceptual, a partir de la conciencia en los problemas ecológicos y sociales que está acarreado el consumo indiscriminado de energía (instalaciones de aire acondicionado, de iluminación artificial y ventilaciones, de instalaciones termomecánicas complejas, etc.), fundamentalmente en los países centrales, que consumen el 80% de toda la energía consumida en el Planeta. (Construir Como Proyecto: Una introducción a la Materialidad Arquitectónica, 2009, págs. 244-245)

Es por ello necesario una revalorización de los aspectos del diseño vinculados al mejor aprovechamiento de las condiciones naturales del lugar:

“Las características de la bóveda celeste del lugar volverá a ser un dato básico del proyecto y del diseño, junto con el recorrido del sol, la trayectoria y velocidad de los vientos dominantes, el contenido de la humedad relativa del aire y las temperaturas que caracterizan cada estación del año. Los conceptos más antiguos, que periódicamente son olvidados ante la engañosa posibilidad de ser superados, estarán vigentes nuevamente, como en las mejores épocas de las arquitecturas de todos los tiempos” (Luz, Clima y Arquitectura, 1983)

1.2.7. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

a.- Asoleamiento

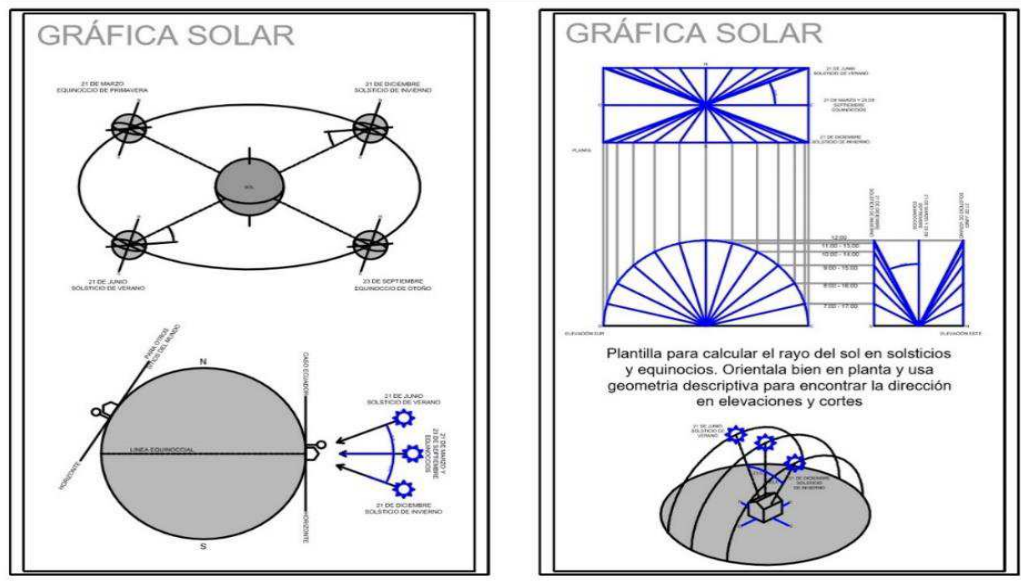


Figura 18: Asoleamiento Latitud 0° - Ecuador Fuente: www.bibliocad.com Autor: Gabriel Cárdenas Año: 2008

Para controlar las radiaciones solares basándose en el propio movimiento del sol a lo largo del año, destacan los estudios realizados por el Arq. Wladimiro Acosta para sus casas “Helios”, y de Le Corbusier por su magistral creación de los parasoles fijos “Brise-Soleil”.

La base del razonamiento consiste en lo siguiente: Si la radiación solar para cualquier lugar del planeta está determinada por la variación del ángulo de incidencia de sus rayos según un movimiento que se reproduce exactamente en el transcurso de los ciclos anuales, es posible –conociendo esos datos– regular su incidencia sin consumo adicional de energía, mediante diversos recursos de diseño, aventanamiento, orientaciones, etc. (García, Arq. Jorge Raúl, Junio 2009, pág. 250)

Entre estas soluciones de diseño se destacan los “Parasoles” (Brise Soleil), creados por Le Corbusier, pantallas “fijas” que alternativamente dejan pasar los rayos o los rechazan según las condiciones deseables para cada estación del año, controlando así no sólo el acondicionamiento térmico del interior sino también las calidades de iluminación, vistas, etc.

Estos dispositivos, además, a modo de “caparazones” de control solar que amplían el concepto de “piel”, se incorporan “orgánicamente” a la envolvente arquitectónica pasando a formar parte de su constitución.

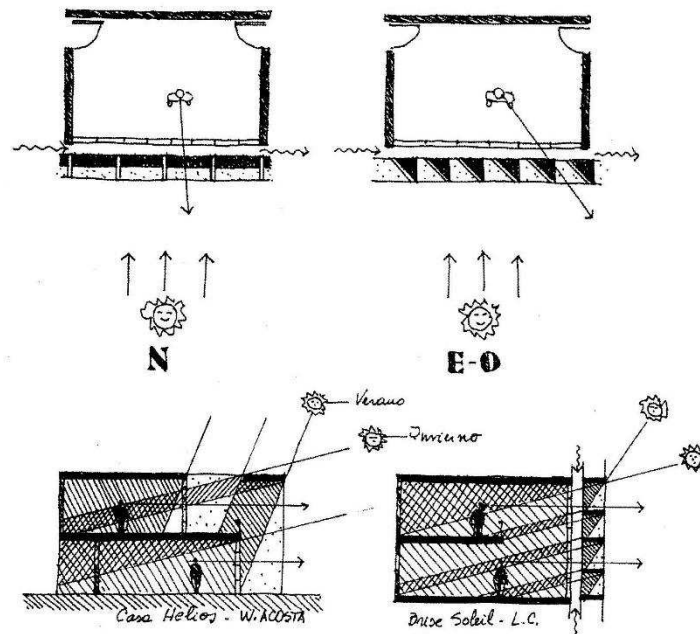


Figura 19: Control Solar Fuente: Construir como Proyecto, pág. 251



Figura 20: Control Solar en Instituciones Educativas

Fuente: www.arquimaster.com.ar

Autores: Arq. Ángel Muñoz y Arq. Adrián Olivero

Año: 2009

b.- Forma, Textura y Color de las Superficies

Sobre una superficie los rayos solares son reflejados según un ángulo igual al ángulo de incidencia, medidos ambos desde la normal a dicha superficie.

Pero, además, esa reflexión variará mucho de acuerdo a las características de la superficie reflejante. Las superficies más brillantes y pulidas reflejarán más que las opacas; las superficies rugosas neutralizan parte de su poder reflejante por el rebote del rayo en sus recovecos. Los materiales claros o

blancos reflejaran hasta un 90% de la radiación visible en el espectro (un 50% del total), y hasta un 60% de la invisible. En cambio, los materiales oscuros o negros reflejaran solo un máximo de 15% y 40% respectivamente.

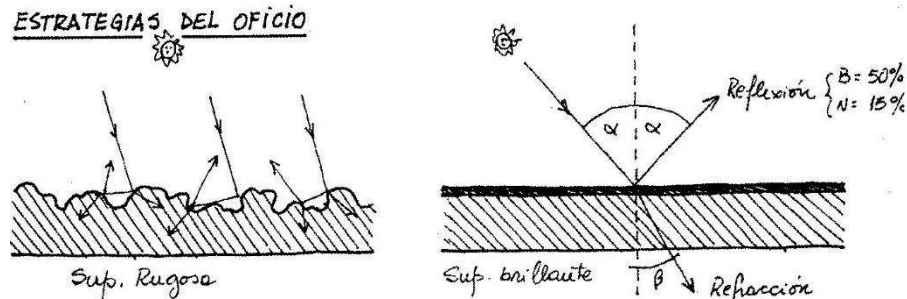


Figura 21: Forma, Textura y Color de Superficies. Fuente: Construir como proyecto, pág. 252

c.- Techos de Sombras – Corrientes de Aire

En el fenómeno de la radiación solar, parte del rayo será reflejado y parte refractado por el material, que a su vez lo transmitirá por conducción, dependiendo de la constitución del propio material. En los climas tórridos, donde la incidencia del rayo es prácticamente vertical, las consecuencias de esto son muy importantes, toda vez que la reflexión del rayo suele ser mínima durante mucho tiempo (Se puede considerar que, a menor ángulo de incidencia –medido sobre la normal a la superficie- menor reflexión).

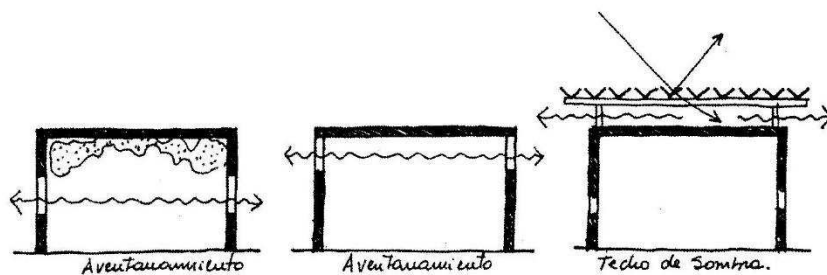


Figura 22: Techos de sombras; corrientes de aire. Fuente: Construir como Proyecto, pág. 253

Por ello, la creación de “techos de sombra” que impidan la incidencia directa del sol sobre la cubierta propiamente dicha, la creación de “Corrientes de aire” que barran las superficies entre techo y sobre-techo, la creación de envolventes de sombra que protejan los muros, etc., son soluciones que pueden atenuar considerablemente esos efectos.

d.- Cámaras de Aire

Se consideran “Cámaras de Aire” a los espacios cerrados que mantienen el aire quieto, sin que se produzcan en su interior “corrientes convectoras”, movimientos del aire que faciliten la transmisión del calor de una cara a la otra. Para ello, las cámaras de aire no deberán ser muy grandes. Desde un mínimo de 2 cm. de espesor, su efectividad crece hasta un máximo de unos 5 cm., a partir de lo cual empieza a decrecer.

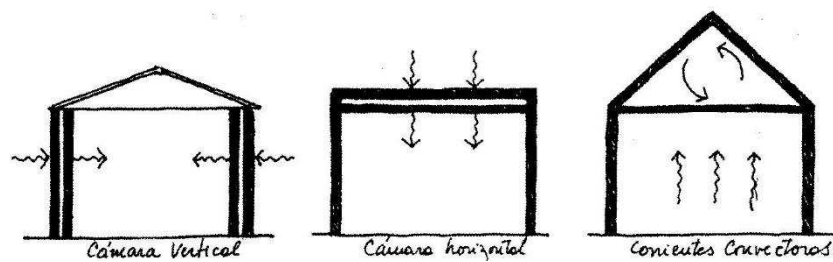


Figura 23: Cámaras de Aire. Fuente: Construir como Proyecto, pág. 253

e.- Materiales Porosos

Sabemos que, por radiación, el calor necesita para propagarse de un medio material como vehículo, que cuanto más denso, más calor acumula y transmite a través de la vibración de sus partículas. Como en los sólidos (y dado que sobre éstos recae la mayor responsabilidad de aislación térmica entre ambientes y exteriores) el calor se propaga fundamentalmente por “conducción”, la menor cantidad de materia y la mayor presencia de vacíos por unidad de volumen retardan el paso del calor a través de su espesor, indicando una buena capacidad aislante.

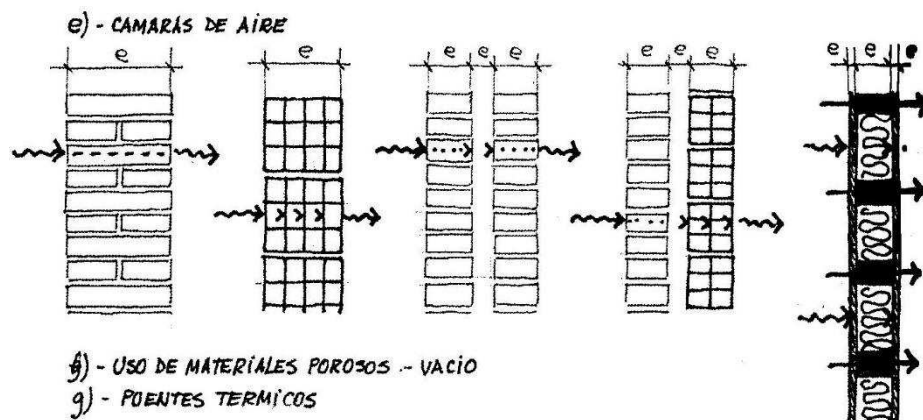


Figura 24: Materiales Porosos. Fuente: Construir como proyecto, pág. 254

f.- Puentes Térmicos

Se denominan “Puentes Térmicos” a aquellos elementos que, por su alta densidad, conforman “puentes” por donde el calor pasa más velozmente de un ambiente a otro. La proliferación, por razones constructivas o estructurales, de estos elementos de alta conductividad térmica (estructuras de acero u hormigón, etc.) que multipliquen significativamente los puntos de paso del calor por conducción, hacen disminuir significativamente las capacidades de aislación térmica de los cerramientos. (García, Arq. Jorge Raúl, Junio 2009, pág. 254)

1.2.8. EL CONFORT TÉRMICO HUMANO

El hombre capta el mundo externo e interno mediante órganos llamados receptores, sensibilizados para unos estímulos específicos y que son transmitidos al sistema nervioso central. Los receptores son los sentidos que se clasifican en endoperceptivos y extraperceptivos. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

Receptores humanos: Son los sentidos que tiene características funcionales: especificad, limitación, adaptación y excitabilidad. (Roura, 2001, pág. 69)

Receptores Endoperceptivos: Perciben el mundo interno, y pueden ser:

Cenestésicos, informan del estado visceral y tienen influencia directa sobre la percepción.

Cinestésicos, informan de la posición de nuestro cuerpo e influyen en la estabilidad del movimiento (sentido del equilibrio).

Receptores Extraperceptivos: Perciben el mundo exterior, y son:

Vista, El más abstracto y cerebral de los receptores, con capacidad para percibir el detalle y con un campo de percepción muy direccional.

Oído: sentido más instantáneo y pluridireccional.

Olfato y gusto, Sentidos muy interrelacionados, con un campo de percepción genérico, pero poco controlado, el primero, y sin extensión espacial, el segundo.

Tacto, es el menos abstracto de los sentidos, con un campo limitado a donde llega el cuerpo humano y que da el máximo de seguridad en el dominio del entorno.

Sentido álgico, el que produce sensación de dolor y protege de la agresividad del entorno. Su campo es similar al del tacto, con sensibilidad variable según el lugar en el cuerpo.

Sentido Criostésico, sentido térmico que ayuda a regular la temperatura del cuerpo, y tiene el alcance teórico del tacto. Puede apreciar algunas características del espacio arquitectónico por los efectos de la radiación y de los movimientos del aire. (Los Sentidos Humanos, 2001, pág. 69)

El hombre para su armónica supervivencia requiere satisfacer dos tipos de necesidades, las fisiológicas asociadas a la noción de confort (aire respirable, luz para ver y no tener frío o calor excesivo) y las psicológicas que dependen de los factores de la personalidad y de la educación y se refieren a las sensaciones inconscientes de comodidad de los individuos, teniendo que ver también con las apetencias simbólicas de las personas lo que depende de las costumbres y la moda.

El confort térmico humano, es un problema dominante de los climas cálidos y húmedos, es todo un reto para el arquitecto quien, como ingeniero del medio ambiente, debe tener la misión de crear el confort óptimo, el mismo que pueda definirse como la sensación de bienestar completo fisiológico y psicológico. Hacer modificaciones en el diseño arquitectónico y de sistemas de climatización para que en los edificios disminuya la necesidad de climatización artificial, utilizando estrategias y dispositivos alimentados con energías alternativas no contaminantes, como por ejemplo: la energía solar. (Arquitectura Bioclimática, 2011, pág. 69)

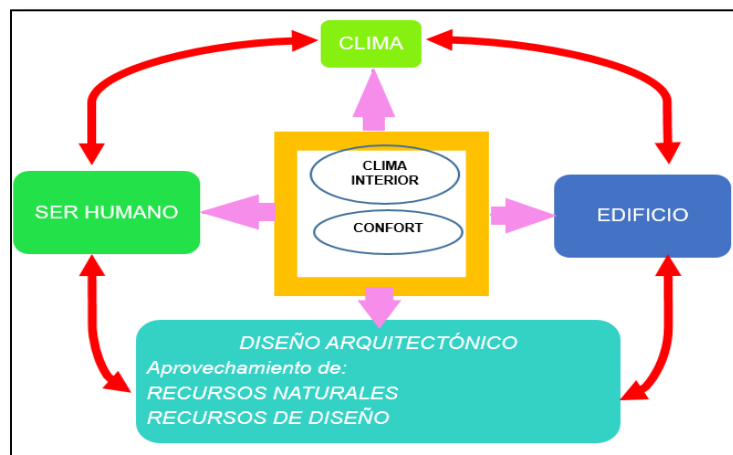


Figura 25: Relación Ser Humano-Ambiente-Arquitectura
Fuente: Arquitectura Bioclimática, Autor Gabriel Murillo Rountree, pág. 70

En resumen, el estudio del confort térmico humano se sustenta principalmente en tres factores:

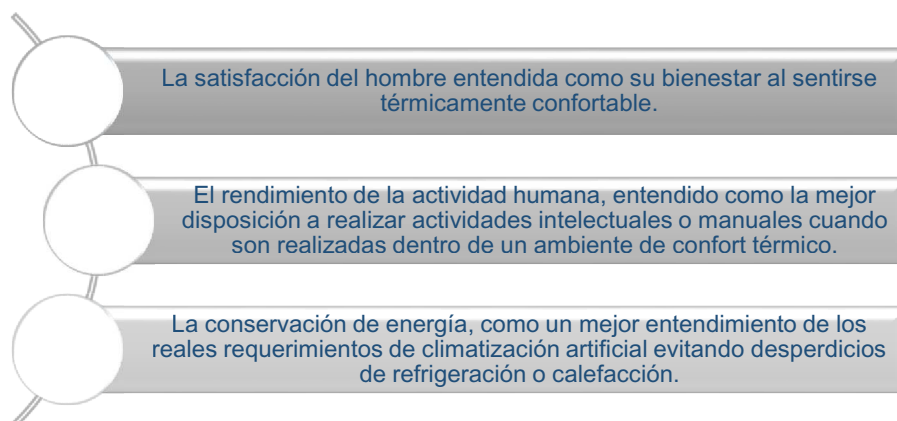


Figura 26: Estudio Confort Térmico Fuente: Arquitectura Bioclimática pág. 70

1.2.9. CALOR

El calor representa la cantidad de energía que un cuerpo transfiere a otro como consecuencia de una diferencia de temperatura entre ambos. El tipo de energía que se pone en juego en los fenómenos caloríficos se denomina energía térmica.

Entre dos cuerpos de distinta temperatura se establece un flujo de energía calorífica, si están suficientemente próximas, hasta que el desnivel térmico se hace cero alcanzando ambos igual temperatura como, por ejemplo: si una persona toca una superficie caliente esta pasa energía a la mano de la

persona porque la superficie está más caliente que la mano. Pero, si una persona toca un cubo de hielo, la mano cede energía al hielo que está más frío.

El calor se mide en Julios (J), unidad de energía derivada de tres unidades fundamentales: longitud en metros, masa en kilogramos y tiempo en segundos. (Arquitectura Bioclimática, 2011, pág. 70)

1.2.10. TEMPERATURA

La temperatura mide la concentración de energía y es aquella propiedad física que permite asegurar si dos o más sistemas están o no en equilibrio térmico (cuando dos cuerpos están a la misma temperatura), es decir, que la temperatura es la magnitud física que mide cuan caliente o cuan frío se encuentra un objeto. La temperatura se mide en unidades llamadas grados por medio de los termómetros.

Las escalas termométricas fueron desarrolladas por los científicos con el propósito de comunicar y comparar sus resultados. La escala centígrada o de Celsius que se usa preferentemente en trabajos científicos y en los países latinos, tiene como unidad el grado centígrado, está dividida en 100 partes y toma la fusión del hielo con el valor de **0°C** y la vaporización del agua con **100°C**.

El calor fluye desde la zona de temperatura alta hacia la zona de temperatura baja. Cuanto mayor es la diferencia de temperatura más rápido es el flujo calorífico. El flujo se da de las siguientes formas:

a.- Radiación, es el desplazamiento de energía en forma de radiaciones, es decir, de ondas electromagnéticas.

b.- Conducción, es el desplazamiento de energía en forma de ondas, pero en el interior de un mismo material.

c.- Convección, es el movimiento de energía mediante un medio portador, normalmente un fluido gaseoso o líquido. Este movimiento puede ser autogenerado, es decir, debido a solo fuerzas térmicas (las diferencias de temperatura y en consecuencia diferentes densidades dan lugar a corrientes de convección, como en la generación de los vientos).

Cuando hay que medir el flujo calorífico se usa como unidad el vatio o el kilovatio y en casos de necesitar referirse a un área definida, se emplea como unidad el vatio por metro cuadrado (w/m^2). (Arquitectura Bioclimática, 2011, págs. 71-72)

1.2.11. SALUD Y CONFORT

La Organización Mundial de la Salud OMS define a la salud como aquel estado de bienestar físico, psicológico y social de un individuo en relación a su entorno. (Muentes, 2016)

1.2.12. CONFORT AMBIENTAL

Se define como aquellos factores ambientales naturales o artificiales que determinan un estado de satisfacción o bienestar físico o psicológico.

Tipos de Confort: térmico, lumínico, acústico, olfativo y psicológico. (Muentes, 2016)

1.2.13. DEFINICIÓN DE CONFORT TÉRMICO

Confort es el estado físico y mental en el cual el hombre expresa satisfacción con el medio ambiente circundante. Además, se refiere de manera más puntual a un estado de percepción ambiental momentáneo (casi instantáneo), en el cual ciertamente está determinado por el estado de salud del individuo, pero además por muchos otros factores, endógenos o exógenos.

Endógenos (internos o intrínsecos): raza, sexo, edad, características físicas y biológicas, salud física o mental, estado de ánimo, grado de actividad metabólica, experiencia y asociación de ideas.

Exógenos (externos): grado de arropamiento, tipo y color de la vestimenta, factores ambientales como la temperatura del aire, temperatura radiante, humedad, radiación, velocidad del viento, niveles lumínicos, niveles acústicos, calidad del aire, olores, ruidos, elementos visuales, etc. (Muentes, 2016)

La confortabilidad térmica, es definida como el conjunto de condiciones en que los mecanismos de autorregulación son mínimos o zona delimitada por los umbrales térmicos en la que el mayor número de personas manifiesten

sentirse bien. La norma ISO 7730 la define como “Esa condición de mente donde se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”.

Se define confort al equilibrio energético entre el cuerpo humano y su entorno, sin embargo, debe tomarse en cuenta que el bienestar físico y psicológico de todo individuo no solo depende de la temperatura del aire, además es cuestión de varios parámetros físicos. El hombre para garantizar su salud física, debe mantener la temperatura interna de su cuerpo dentro de estándares normales, independiente de las variaciones de la temperatura del aire. (Arquitectura Bioclimática, 2011, págs. 72-73)

1.2.14. EQUILIBRIO TÉRMICO DEL SER HUMANO

El hombre es un ser viviente homeotermo, es decir, que tiene una temperatura interna propia e independiente del medio exterior, temperatura que puede variar dentro de estrechos límites, protegidos a toda costa, con un valor normal de 37°C aproximadamente. El flujo circulatorio hace que dicha temperatura tienda a mantenerse constante por todo el cuerpo, hasta llegar a la periferia, donde puede experimentar considerablemente variaciones.

Los límites máximos de tolerancia para las células vivas corresponden a 0°C (formación de cristales de hielo) y unos 45°C (coagulación térmica de proteínas intracelulares); sin embargo, los seres humanos pueden soportar temperaturas internas de hasta 25°C en casos de anemia o superficies de

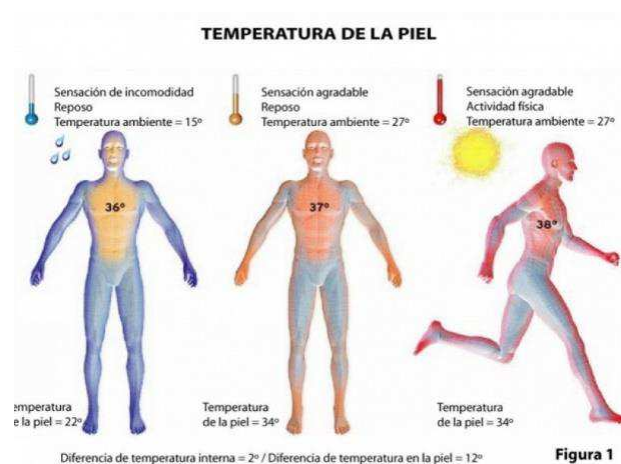


Figura 27: Temperatura de la piel Fuente: www.ciclismoafondo.es

hasta 42°C en casos de enfermedad, aunque solo durante periodos muy cortos de tiempo. Para mantener la temperatura interna dentro de esos límites, el ser humano ha desarrollado unas respuestas fisiológicas muy eficaces. La finalidad de esas respuestas es facilitar la conservación, producción o eliminación del calor corporal, requiriendo, para el efecto, la coordinación firmemente controlada de varios sistemas corporales.

El cuerpo humano puede ser considerado como una máquina térmica que necesita una cierta cantidad de calor para su funcionamiento. La principal fuente de calor para el organismo es la producción de calor metabólico (M). El cuerpo humano, tanto en reposo como en actividad, produce calor como consecuencia de la diferencia entre sus procesos metabólicos (transformación de los alimentos en materia y forma útil de energía) y el trabajo producido. Salvo situaciones en reposo, una parte del calor debe expulsarse o transmitirse al ambiente pues la temperatura interna del cuerpo humano aumentará conforme sea más agitada la actividad realizada. El calor en exceso se denomina calor metabólico.

La producción total de calor metabólico puede dividirse en:

Metabolismo basal, es la producción de calor de los procesos vegetativos que son continuos.

Metabolismo muscular, es la producción de calor de los músculos mientras llevan a cabo un trabajo controlado de manera consciente.

Termodinámicamente, la maquina humana dista mucho de ser perfecta pues tiene un rendimiento de 20% disipando el 80% restante que debe eliminar. La cuantía de la dispersión depende del nivel de actividad que se realiza, como, por ejemplo:

Una persona en actividad ligera con un consumo de oxígeno de 0.30 litro/minuto crea una carga térmica aproximada de 100w de calor.

El trabajo de transporte pesado con un consumo de oxígeno de 1 litro/minuto generará una carga térmica aproximada de 450 w de calor, aumentando la temperatura interna del organismo cerca de 1°C cada 15 minutos, en caso de no existir un medio eficaz de disipar el calor.

Las personas con muy buena forma física pueden producir más de 1.200 w de calor entre 1 a 3 horas sin sufrir trastornos por calor.

1.2.15. METABOLISMO POR ACTIVIDADES

La unidad de medida del metabolismo es el Met, equivale a 58w por cada m2 de piel. Considerando que una persona adulta tiene alrededor de 1.72 m2 de superficie corporal y a partir de un punto central en posición de sentado con movimiento moderado se define la siguiente tabla:

ACTIVIDAD	W/m2	Met	W/pers
Dormir	40	0,70	69
Estar acostado	45	0,80	77
Sentado con movimientos moderados	60	1,00	103
Sentado con actividad ligera	64	1,10	110
De pie sin movimiento	70	1,20	120
De pie con actividad ligera	78	1,30	134
De pie con levantamiento y transporte moderados	93	1,60	160
Trabajo manual ligero	100	1,70	172
Caminar en horizontal - 2 km	110	1,90	189
Bailar (actividad social)	111	1,90	191
Construccion ligera	125	2,20	215
Trabajo manual moderado	139	2,40	239
Lavar platos	145	2,50	249
Limpieza domestica	150	2,60	258
Ejercicio moderado	167	2,90	287
Lavar a mano, planchar	170	2,90	292
Construccion moderada	180	3,10	310
Caminar en horizontal - 5 km	200	3,40	344
Trabajo manual pesado	235	4,10	404
Ejercicio intenso	250	4,30	430
Construccion pesada	275	4,70	473
Ejercicio o trabajo muy intensos	450	7,80	774
Correr - 15 km	550	9,50	946

*Tabla 4: Metabolismo por actividades Fuente: Arquitectura Bioclimática
Autor: Gabriel Murillo Rountree pág. 75*

1.2.16. METABOLISMO

El metabolismo de las personas entre 45 y 70 años es más bajo por lo que requieren temperaturas más altas, mientras que en los niños es más alto siendo más sensitivos a los cambios del medio ambiente.

Al interactuar con el medio ambiente, el cuerpo humano puede también perder o ganar calor por radiación (R), convección (Cv) y conducción (Cd).

a.- Radiación (R), es el valor que corresponde a la transmisión de calor a través del medio ambiente (el sol mediante radiaciones de onda corta y el cuerpo humano, la atmósfera y otras superficies calientes en nuestro alrededor mediante radiaciones de onda larga), sin influencia de la temperatura, humedad o velocidad del aire.

b.- Convección (Cv), es la transferencia de calor entre la piel y el aire circundante, lo cual depende de la diferencia de temperatura entre la piel y el aire, además de la velocidad con que éste roza la piel. A mayor diferencia de temperatura y velocidad, más calor se transfiere de la piel al aire o viceversa. Las pérdidas de calor por convección se producen a través de la piel y la respiración.

c.- Conducción (Cd), es la transmisión del calor entre la piel y los elementos en contacto, es decir, la ropa que cubre partes del cuerpo humano, donde el calor de la piel pasa la vestimenta a través del aire aprisionado. Con ropa holgada, el calor pasará a la ropa arrastrado por el aire que circula entre ambos, por convección. (Arquitectura Bioclimática, 2011, págs. 74-76)



Figura 28: Transmisión de Calor
Fuente: www.abioclimate.blogspot.com

1.2.17. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE ARROPAMIENTO (Clo)

ROPA, Se opone al paso del calor por lo que el hombre se protege del frío cubriéndose y del calor desnudándose. La integración de la vestimenta en el proceso de intercambio se realiza mediante la definición de una unidad de aislamiento, denominada Clo (del término inglés clothe=ropa), equivalente a 0.155 m² grado C/W. (Arquitectura Bioclimática, 2011, pág. 76)

Cada ropa se clasifica de acuerdo a su valor de aislamiento:

PRENDAS DE VESTIR		Clo	m ² grado C/W
Ropa interior inferior	Medias	0,02	0,003
	Panty	0,03	0,005
	Bragas y calzoncillos	0,04	0,006
Ropa interior superior	Sujetador	0,01	0,002
	Camiseta sin mangas	0,06	0,009
	camiseta manga corta	0,09	0,014
	camiseta manga larga	0,12	0,019
Camisas	Camisa manga corta	0,09	0,029
	blusa ligera manga larga	0,15	0,023
	camisa ligera manga larga	0,20	0,031
Pantalones	pantalones cortos	0,06	0,009
	pantalones ligeros	0,20	0,031
	pantalones normales	0,25	0,039
	Pantalones de calentador	0,28	0,043
Sueter	Sueter fino	0,20	0,031
	Sueter normal	0,28	0,043
	Sueter grueso	0,35	0,054
Chaqueta	De vestido	0,13	0,02
	chaqueta normal	0,35	0,054
Calzados	Zapato suela fina	0,02	0,003
	Zapato suela gruesa	0,04	0,006
Falda, Vestido	Falda ligera 15 cm sobre la rodilla	0,10	0,016
	Falda ligera 15 cm bajo la rodilla	0,18	0,028
	Vestido ligero sin mangas	0,25	0,039
Asientos	Tapizado, acolchado, con cojin	0,10	0,016
	Sillón	0,20	0,032

Tabla 5: Clo de diferentes prendas de vestir
Fuente Arquitectura Bioclimática Autor: Gabriel Murillo Rountree Pág. 77

1.2.18. MEDIOS PASIVOS DE CONTROL CLIMÁTICO Y DISEÑO BIOCLIMÁTICO

1.2.18.1.- Acondicionamiento Térmico Natural

Ante la presencia de condiciones no favorables para el confort humano en climas cálidos y húmedos, la estrategia del bienestar se centra en las necesidades de proteger las aberturas del edificio del asoleamiento directo, evadir el calentamiento de la piel, disipar el exceso de calentamiento mediante la ventilación, disminuir los aportes internos y lograr la refrigeración interna con ayuda de medios naturales.

La arquitectura debe ser una respuesta a las condiciones tanto físicas como sociales de sus usuarios. El confort ambiental que experimentan los ocupantes de los espacios diseñados afecta directa e indirectamente su comportamiento, salud y desarrollo dentro de la sociedad, lo que incluso, se traduce en costos si se considera que una persona inmersa en un ambiente climáticamente inadecuado tiende a disminuir su rendimiento laboral al experimentar somnolencia, tener inasistencias por enfermedades en las vías respiratorias, etc.

El uso de elementos arquitectónicos de protección solar asume un costo extra en la construcción, el cual significa considerar, con un equipo destinado a la climatización artificial (aire acondicionado) cuyo consumo de energía eléctrica, representa una considerable carga en la facturación del servicio.

Con estudios realizados sobre modelos físicos a escala, se ha comprobado que la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior puede llegar a ser hasta de 10°C si el nivel de sombreado es el adecuado, siendo necesario considerar otros factores tales como los materiales y los acabados, así como la reflectividad de estos. Los requerimientos de enfriamiento también pueden resolverse por medios naturales como la vegetación.

1.2.18.2. Parámetros para el Acondicionamiento Térmico Natural de los Edificios.

Los parámetros de diseño pasivo que influyen en el comportamiento térmico de los edificios son los siguientes:

- A. Orientación,
- B. Geometría exterior e interior,
- C. Aberturas y protecciones solares,
- D. Comportamiento de la masa del edificio: inercia térmica,
- E. La envolvente del edificio: reflectividad y aislamiento térmico,
- F. Obstáculos externos: la vegetación.
- G. Ventilación natural.
- H. Iluminación Natural

A. Orientación

Se refiere a sus relaciones con el aspecto exterior, desde el estudio de los puntos cardinales y la dirección de los vientos. Cada una de las orientaciones geográficas tiene condiciones de exposición a la radiación solar que afecta a la temperatura. Orientar por el sol significa posicionar el edificio de tal manera que en condiciones de clima caluroso la correcta orientación minimiza las ganancias solares. Los diagramas solares permiten deducir cuales orientaciones en términos geométricos son más favorables en cuanto a la incidencia solar.

El estudio de las obstrucciones del entorno implica el análisis de la presencia de masas vegetales y obstáculos topográficos o contruidos. Desde el punto de vista de la protección solar, cualquier obstrucción que facilite protección en las orientaciones no favorables será conveniente, resultando útil, la acción de la vegetación por sus efectos sobre la acción del viento.

B. Geometría Exterior e Interior

La forma de un edificio va definida por su compacidad, esbeltez y porosidad. **La compacidad**, se refiere a la superficie de la piel del edificio y

comportamiento térmico el cual a mayor compacidad menor es el contacto con las condiciones exteriores; **la esbeltez** nos ilustra las proporciones de largo con respecto a la altura del edificio, es decir, a mayor esbeltez hay menor contacto con el terreno y mayor exposición a la radiación. Y **la porosidad** nos da una idea de la relación entre el volumen lleno y vacío del edificio, lo cual en términos climáticos significa que tiene muchas áreas de intercambio interior-exterior.

La forma del edificio debe ser el resultado de considerar las variables de clima y microclima (vegetación, humedad, dimensiones de las calles, edificios colindantes). Otro indicador de las pérdidas o ganancias de energía interior hacia el exterior, se refiere a la tipología de los edificios, sean estos de forma aislada, medianera, en altura, longitudinales, lo cual determina la superficie de piel exterior que está en contacto con el ambiente exterior y con un comportamiento térmico diferente al estar directamente afectado por la radiación solar y la exposición de los vientos.

El volumen es un indicador de la cantidad de energía almacenada dentro del edificio. La relación entre superficie y volumen del edificio es el factor de forma, muy útil porque da una primera valoración de la sensibilidad de las condiciones interiores a variaciones de las condiciones exteriores. Las características geométricas del interior del edificio también influyen en el comportamiento energético del mismo. Considerase como interior del edificio el conjunto de elementos que quedan encerrados por su piel y además la parte de esta piel que influye en el comportamiento del interior.

El volumen y la forma y proporciones de los ambientes del edificio son factores que afectan la transmisión de la radiación, tanto por su tamaño que influye en la uniformidad de los efectos de convección como por la estratificación térmica que se puede dar ante la existencia de desniveles (el aire más caliente que se acumula en los espacios más altos); la forma de los locales no tiene repercusión notable y basta con considerar que las formas complejas y alargadas pueden repercutir sobre la distribución de radiación y convección, dependiendo de la disposición de las fuentes de calor dentro del ambiente.

La existencia de muchos o pocos espacios influye en el aislamiento o no de la piel respecto a las condiciones exteriores, tanto que si hay mucha compartimentación habrá mayor diversidad ambiental térmica. Es una característica que indica el comportamiento del interior frente a la absorción y reflexión superficiales y por lo tanto las posibilidades de distribución de la energía por radiación en el espacio.

C. Aberturas y Protecciones Solares

C.1. Las aberturas, son elementos de captación solar directa, ventilación natural y entrada de luz natural, además de convertirse en elementos vitales para la buena salud de las personas. Las ventanas y otras aberturas hacia el exterior son esenciales para un excelente confort térmico y lumínico en las edificaciones.

Estos elementos permiten el paso del calor, luz y ventilación natural, convirtiéndose en un puente térmico importante, donde su superficie, forma, situación (dependen del clima y del uso del edificio) y el coeficiente de transmisión de calor (vidrio y marco) deberá ser regulado.

En la zona ecuatorial (latitudes entre los 20°) las aberturas situadas hacia el norte y el sur resultan las mejores con las debidas protecciones para disminuir las captaciones solares durante los solsticios. En las fachadas este y oeste hay que tener mucho cuidado con las protecciones solares. En la cubierta, se debe evitar las claraboyas y lucernarios sin proteger.

C.2. Las protecciones solares de las aberturas, son vitales durante todo el año en la zona ecuatorial para moldear, equilibrar y controlar la captación solar directa, la radiación solar difusa y reflejada, con el objetivo de prevenir el deslumbramiento de las superficies interiores y exteriores; por consiguiente proteger la piel del edificio y mejorar el confort térmico. Existen dos sistemas de protección de las aberturas: exteriores e interiores se pueden clasificar como fijos o móviles:

C.2.1. Protecciones Exteriores

Son sistemas que crean espacios sombreados interpuestos entre el ambiente exterior e interior, con un 30% de garantía que las protecciones solares interiores. Se analizan las siguientes protecciones exteriores como:

a.- Pérgolas

Elementos estructurales formados por columnas que soportan vigas longitudinales, diseñadas en los exteriores de los edificios como protección de terrazas, sombreadores de la piel del edificio y resguardo a lo largo de las zonas de paso como protección solar. El control de la radiación se hace con la geometría de la estructura q se diseña teniendo en cuenta la trayectoria solar.



Figura 29: Pérgolas

Fuente: www.construnario.com/notiweb/25370/solisysteme-de-ask-systems-otra-forma-de-sombrar

b.- Soportales

Pórticos diseñados para el tránsito peatonal que poseen algunos edificios en la planta baja de su fachada principal, orientada hacia la calle o plaza. Cuya estructura está definida por columnas regidas por la línea de fábrica y desplegada hacia el entrepiso de la planta alta. Estos elementos forman espacios que propician el sombreado, sirven de excelente protector para la radiación solar y la lluvia.



Figura 30: Soportal

Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

c.- Galerías

Espacios proyectados entre la fachada del edificio y el cerramiento de los espacios que se abren a ellos a través de aberturas (ventanas o puertas), actúa como un espacio de transición o amortiguación entre el espacio exterior e interior con el fin de mitigar la influencia del calor.

d.- Vestíbulos o Lobbies

Espacios abiertos y cubierto, contruidos para enmarcar y cobijar el ingreso principal de las edificaciones, con la finalidad de proteger de la radiación solar y la lluvia.



Figura 31: Vestíbulo Fuente: <http://www.idearch-studio.com/gdis/>

e.- Quiebrasoles

Es un elemento compositivo de las fachadas para la protección solar directa e iluminación natural, se colocan de forma vertical, horizontal o combinada antes las aberturas. Construidas en hormigón, en laminadas de diferentes materiales instaladas fijamente en el edificio. Cuyos materiales deben ser de baja conductividad para evitar transmitir el calor absorbido por conducción y convección. La geometría de los quiebrasoles dependerá de la orientación de la fachada a proteger:



Figura 32: Quiebrasoles

Fuente: <http://dicoplan.blogspot.com/2014/10/casa-patio-machala.html>

e.1. Fachadas Norte y Sur

Deben protegerse de la radiación solar en los solsticios de junio y diciembre, ya que en estos meses cuando el reloj marca las 12:00 del mediodía, el sol estará en su máxima altura de 63° y 68° , durante las mañanas y tardes estará entre 20° y 60° . Para ello se debe emplear elementos de protección como dos pantallas enterizas verticales y una horizontal, pantalla horizontal de una sola pieza, pantalla de láminas combinadas de forma vertical y horizontal, celosías de elementos verticales y horizontales, lo cual permitirá mejorar la ventilación e iluminación de los espacios interiores de las edificaciones.

e.2. Fachadas Este y Oeste

Orientadas al sol en sus posiciones más bajas por la mañana y tarde, se requieren de protección durante los 365 días del año, ya que reciben radiación solar en ángulos cercanos a 90° al mediodía e inclinaciones crecientes o decrecientes en la mañana o tarde, cuyo ángulo horizontal casi perpendicular varía entre 60° y 66° durante los solsticios y equinoccios. Para ello se debe emplear elementos de protección como viseras inclinadas, pantalla protectora frontal extendida y pantalla de lamas, los cuales mejoran la iluminación de los espacios, ventilación natural, las vistas hacia el exterior.

e.3. Fachadas Noreste-Suroeste y Noroeste-Sureste

Corresponden a orientaciones intermedias entre norte-sur y este-oeste, las protecciones solares se dispondrán en ángulos bajos durante las primeras y últimas horas del día, y al mediodía con un ángulo de 74° . Las fechas en desventajas están en junio para noreste y diciembre para suroeste. Entre las soluciones a incorporar en el diseño bioclimático se encuentran la combinación de pantallas enterizas, celosías y combinación de pantallas de una pieza, dispuestas en sentido vertical y horizontal como soluciones propicias de sombreado.

e.4. Aleros y Voladizos

Formas clásicas de protección solar fija exterior, dispuestos como una proyección del plano de la fachada, se extiende a lo largo del edificio con el fin de generar protección solar y de lluvias a las ventanas u otras aberturas vidriadas. Se incluyen balcones contruidos como extensiones exteriores de áreas habitables del edificio.

e.5. Toldos y Marquesinas

Son pantallas de material opaco situadas en la parte exterior de una fachada o frente a diferentes aberturas de gran dimensión, con la finalidad de neutralizar la radiación solar y crear sombras. Producidos en tela, plástico, metal o fibras combinadas, son utilizados también en colores claros para mitigar las altas temperaturas y reflejar la luz del sol.



Figura 33: Toldo y marquesina
Fuente: <http://www.archiproducts.com>

e.6. Celosías

Rejillas de listones fijos o ajustables situados en aberturas (puertas y ventanas abatibles), cerradas reducen el aumento del calor, proporcionan aislamiento y seguridad. Muy utilizadas como cerramiento articulado de las galerías en edificios durante la arquitectura republicana.

C.2.2 Protecciones Interiores

Elementos de protección solar ubicados detrás de las ventanas para aislar el paso de la radiación solar, siendo las más utilizadas las cortinas y persianas.

a.- Cortinas

Dispositivos de sombreado interior de las ventanas acristaladas. Cumplen la función de controlar la visión hacia el exterior, brindar privacidad, proteger de la luz solar. Deben ser elaboradas de telas tejidas, colores claros y opacos, reflejan más la onda corta q se aleja de la ventana que la q dejan atravesar.

Persianas

Conjuntos de pequeñas tiras de madera, plásticos o metal, colocadas en forma horizontal y vertical detrás de las aberturas de característica movibles. Cumple varias funciones como: detener la radiación solar directa, permitir ventilación, conservar vistas hacia el exterior y generar una iluminación controlada.

b.- Vidrios de Control Solar

Considerado una estrategia de control solar, restringe el ingreso de calor solar radiante a los ambientes interiores. Entre las ventajas más favorables están:

- El vidrio teñido, reflectivo y selectivo reduce el aumento del calor solar de manera perceptible.
- El vidrio selectivo deja pasar la luz natural.
- El vidrio teñido y reflectivo otorgan al edificio un ambiente agradable.
- Las películas aplicadas reducen calor solar, resplandor y el UV.

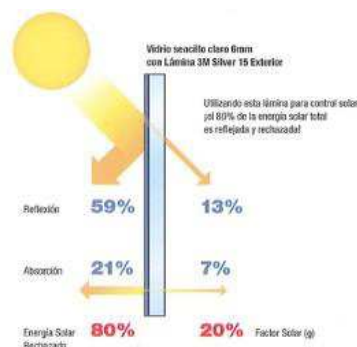


Figura 34: Vidrio de Control Solar Fuente: www.arlexmadrid3msolar.es/laminas-control-solar/

D. Comportamiento de la Masa Térmica

Los edificios diseñados con sistemas pasivos pueden llegar al confort térmico consumiendo un mínimo de energía, siempre que la construcción actúe como un regulador térmico, es decir, acumule calor en invierno cuando es necesario o disipe calor en verano. Esto es posible a la capacidad de almacenamiento de calor de los elementos constructivos lo que afecta su comportamiento térmico. La inercia térmica es la capacidad de un material de acumular y ceder calor. El diseño y dimensiones de los elementos constructivos dependerán del clima, orientación y usos.

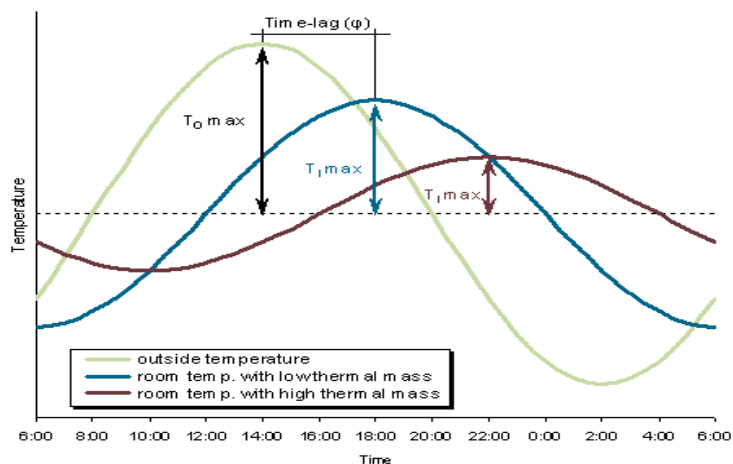


Figura 35: Influencia de la masa térmica en los flujos de calor periódicos
Fuente: Arquitectura Bioclimática Autor: Gabriel Murillo Rountree Pág. 245

Las variaciones diurnas y nocturnas de la temperatura exterior producen flujos de calor hacia el interior del edificio durante el día, quedando parte del calor almacenado en el material. Durante la noche, el flujo de calor se invierte, del edificio al exterior. Como resultado las variaciones diarias de la temperatura interior varían entre el caso de baja masa térmica y el de alta inercia. Al crecer la masa térmica aumenta el retardo y disminuye la oscilación interior en relación con la exterior.

Entre los sistemas de inercia más utilizados están las cubiertas vegetales y los muros Trombe.

D.1. Cubiertas Vegetales

Es el techo de un edificio parcial o totalmente cubierto de vegetación, ya sea en el suelo o en un ambiente de cultivo apropiado. En general, los techos con jardines en macetas no son considerados techos verdes.

Cumple la función de convertirse en un espacio verde de esparcimiento o una posible zona de cultivo de alimentos, un acumulador natural de CO₂, se convierte en un buen aislante térmico y acústico. Debido a la inercia térmica que tiene la tierra, se amortiguan los cambios bruscos de la temperatura, ofreciendo un mayor confort a los ocupantes del edificio y el consiguiente ahorro energético por climatización.



Figura 36: Diseño Terraza Bioclimática
Fuente: <http://www.plataformaarquitectura.cl>

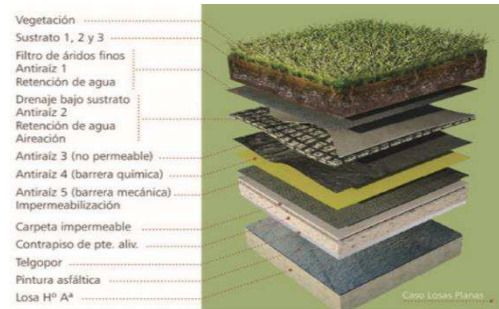


Figura 37: Estructura de Cubierta Vegetal
Fuente: www.duendedeljardin.com/cubiertas-vegetales.html

D.2. Muro Trombe

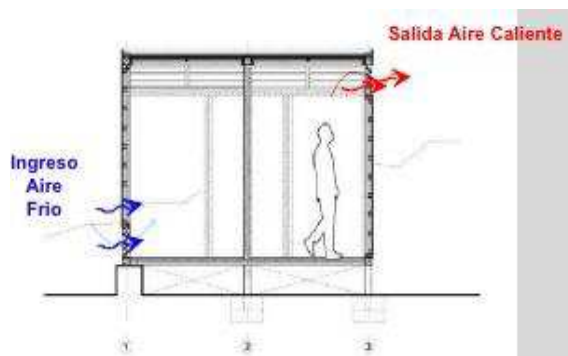


Figura 38: Muro Trombe
Fuente: <https://es.slideshare.net/cgonsant/muros-trombe>

Elemento constructivo situado entre una zona exterior y un espacio que deseamos climatizar, cuya función está basada en la captación solar directa y la circulación de aire que se produce por la diferencia de temperaturas. Durante los meses

fríos entrega calor y permite mejorar la refrigeración durante los meses cálidos a través de una ventilación cruzada. Está conformado por dos parámetros separados entre sí por medio de una cámara de aire, cuya cara exterior esta conformada por una superficie de material transparente, vidrio o plástico.

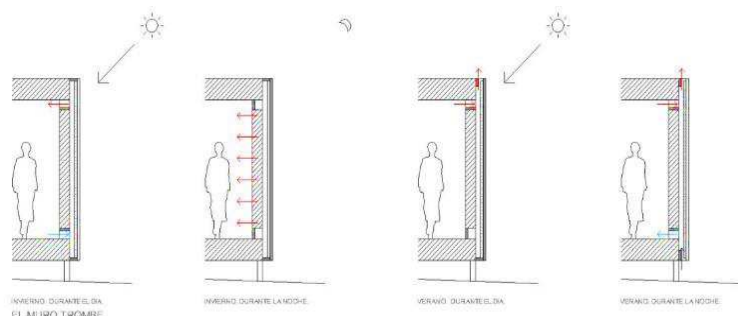


Figura 39: Esquema Muro Trombe durante el invierno y verano
Fuente: <http://www.certificadosenergeticos.com/normativa-sobre-ahorro-energia-rehabilitacion-energetica-edificios>

E. La Envolvente del Edificio: Aislamiento y Reflectividad

La envolvente del edificio o su piel está conformada por los parámetros que lo circundan físicamente, separando el exterior del interior. La permeabilidad de la envolvente frente a las condiciones climáticas exteriores y fundamentalmente de las térmicas, estará definida por las propiedades de aislamiento y de reflectividad.

E.1. Aislamiento

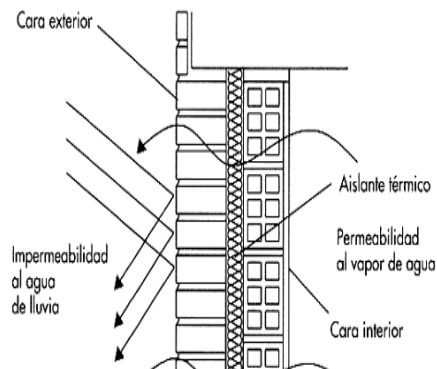


Figura 40: Aislante Resistente-Poliestireno
Fuente: www.elconstructorcivil.com

Es el uso de un material con una conductividad baja para reducir el flujo de energía a través de otro material. El aislamiento actúa para retardar y/o para reducir el flujo de calor, así debe tener una alta resistencia térmica. Entre los aisladores de mejor resistencia están: fibra de vidrio, lanas minerales y poliestireno.

E.2. Reflectividad

Efecto de aislamiento, es decir, la capacidad de un material de absorber o



Figura 41: Uso de colores claros en fachadas como aislante térmico en climas cálidos
Fuente: www.plataformaarquitectura.cl

emitir la radiación infrarroja, depende de la naturaleza, textura y color de la superficie. Donde el color es una cualidad de la piel exterior de los edificios que define su comportamiento frente a la absorción superficial y el paso de la energía procedente de la radiación. Donde los

colores oscuros poseen un valor bajo de absorción de reflectividad o poca absorción y alta captación de energía calorífica, a diferencia de los colores claros que se destacan como excelentes reflectores y poca captación de energía calorífica muy conveniente en climas cálidos.

F. Obstáculos Externos: La Vegetación

La íntima relación entre vegetación, clima y arquitectura está evidenciada en la arquitectura bioclimática de los climas cálidos, al constituir las plantas como el elemento básico de protección del clima y ser un recurso pasivo, económico y eficiente en las edificaciones. Cumplen la función de proteger a las edificaciones de la radiación solar, ya que su follaje absorbe, refleja y transmite energía incidente. Características de árboles cuyo cultivo es muy frecuente en la ciudad de Manta:

F.1. Eucalipto

Hojas caedizas y pequeñas con apariencia rala, posee follaje vertical y produce sombra reducida.



Figura 42: Árbol Eucalipto

Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

F.2. Caucho

Árbol mediano de copa densa y uniforme, con follaje muy denso durante todo el año, lo cual le permite una gran absorción de la radiación solar. Su fuste es corto pero brinda excelente sombra y ventilación en zonas bajas.



Figura 43: Árbol Caucho

Fuente: www.labacanastereo.blogspot.com

F.3. Ficus

Copa grande y redonda que produce extensas zonas de sombra de hojas pequeñas y caedizas, no presenta problemas con su raíz.



Figura 44: Árbol Ficus

Fuente: Investigación de campo Autora: Georama Cevallos

F.4. Acacio Rojo

Gran copa redondeada y muy ramificada, hojas pequeñas de follaje raro. Otorga excelente sombras, su raíz es muy extendida pueden afectar las construcciones vecinas.



Figura 45: Árbol Acacio Rojo

Fuente: www.etnobotanico.blogspot.com

F.5. Almendro

Característico por su ramificación por estratos, de hojas grandes y caedizas las cuales favorecen la absorción de la radiación.



Figura 46: Árbol Almendro

Fuente: <https://alfarquitecturabioclimatica.wordpress.com>

F.6. Palma cocotera

De altura media alrededor de los 12m, su copa es ancha de hojas alternas y extendidas, su capacidad de sombreado es media.

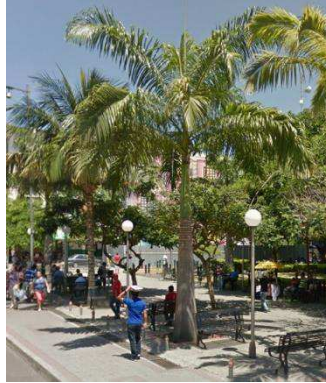


Figura 47: Árbol Palma Cocotera

Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

F.7. Mango

Árbol de copa redondeada en forma de globo, muy densa, produce una sombra muy confortable.



Figura 48: Árbol Mango

Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

F.8. Tamarindo

Árbol de follaje redondeado y denso con hojas pequeñas y caedizas, con un fuste de altura media de 4.00 m, proporciona una buena sombra y permite ventilación.

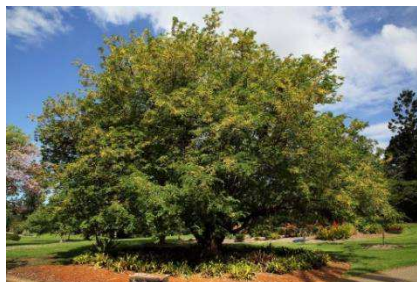


Figura 49: Árbol Tamarindo

Fuente: <https://www.jardineriaon.com> › Árboles y arbustos

F.9. Neem

Árbol de rápido crecimiento, alcanza entre 15 a 20 mts de altura, de abundante follaje durante todo el año, su raíz es muy robusta, brinda excelente sombra y ventilación.



*Figura 50: Árbol Neem
Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos*

F.10 Algarrobo

Árbol que crece en climas cálidos, disminuyen la salinidad y absorben el agua, mejoran los suelos salinos, frenan la velocidad del viento (vientos fuertes del mar). Su corteza es muy delgada, sus raíces son muy profundas, su altura asciende entre 10 a 15 metros, otorga zonas de sombreados estabilizando el ambiente.



*Figura 51: Árbol de Algarrobo
Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos*



*Figura 52: Árbol de Algarrobo
Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos*

G. Ventilación Natural

Para el diseño confortable de un espacio habitable es necesario conocer:

G.1. Las variables del viento como son dirección, velocidad, duración y frecuencia. La dirección y la velocidad por período de tiempo se pueden determinar para cada localidad.

G.2. La modificación por las características locales como la topografía, vegetación y construcciones cercanas.

G.3. Las variables arquitectónicas: forma y dimensión del edificio, orientación con respecto al viento, localización y tamaño de las aberturas de entrada y salida del viento, tipo de ventanas y sus accesorios, elementos arquitectónicos exteriores e interiores.

La forma y dimensión del edificio es un factor importante a considerar en el comportamiento del viento y el resultado de la ventilación, así vemos como un volumen bajo o alto, macizo o con huecos interiores, con pasillos o patios amplios de forma regular tendrían diferentes características de ventilación natural, ya que el viento se moverá diferente en cada caso.

La envoltura exterior debe considerarse como un filtro y no como una envoltura sellada, debe funcionar como una membrana o piel impermeable con aberturas ajustables, con elementos variables que controlarán la ventilación cruzada.

El viento que se desplaza en movimientos horizontales, se da en zonas de alta a zonas de baja presión y eso se debe considerar para el diseño de la ventilación natural, así como para la ubicación y dimensión de las aberturas, la cual debe desplazarse por la zona requerida para lograr el confort en los ocupantes. Se deben considerar las siguientes reglas interrelacionadas en la práctica:

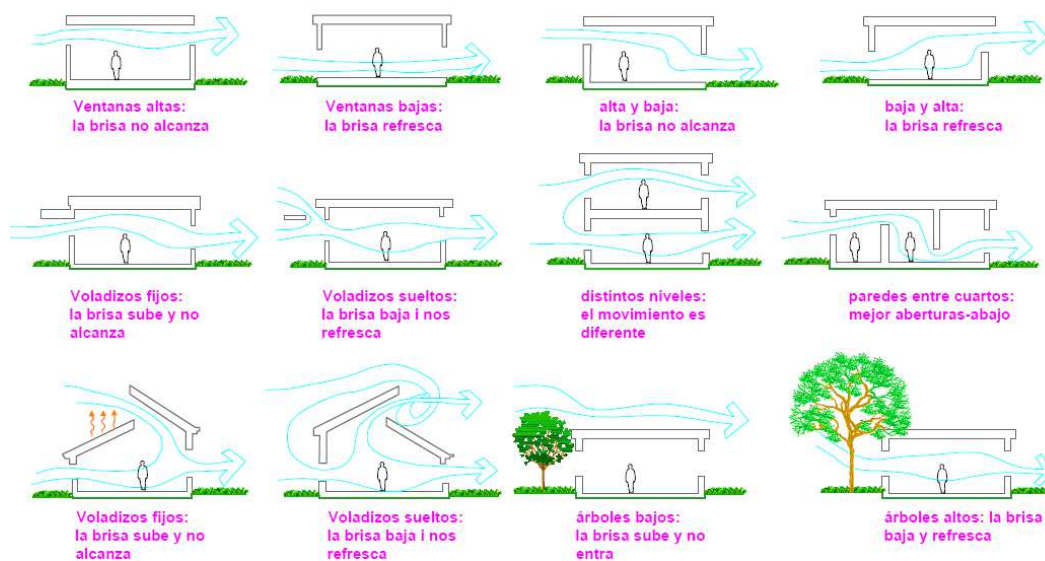


Figura 53: Sistemas de Ventilación Pasiva Fuente: El Arquitecto Descalzo Pág. 62-63
Autor: Johan Van Lengen

- Orientación de las aberturas de manera estratégica para aprovechar las presiones altas y bajas que generan los vientos dominantes del sitio.
- Ubicar las aberturas de tal manera que los flujos de aire incidan de la manera más amplia posible en el espacio interior.
- Modular adecuadamente las dimensiones de las aberturas, para generar flujos con velocidades óptimas.
- Captar adecuadamente el viento.

Un árbol resulta mejor a menos distancia

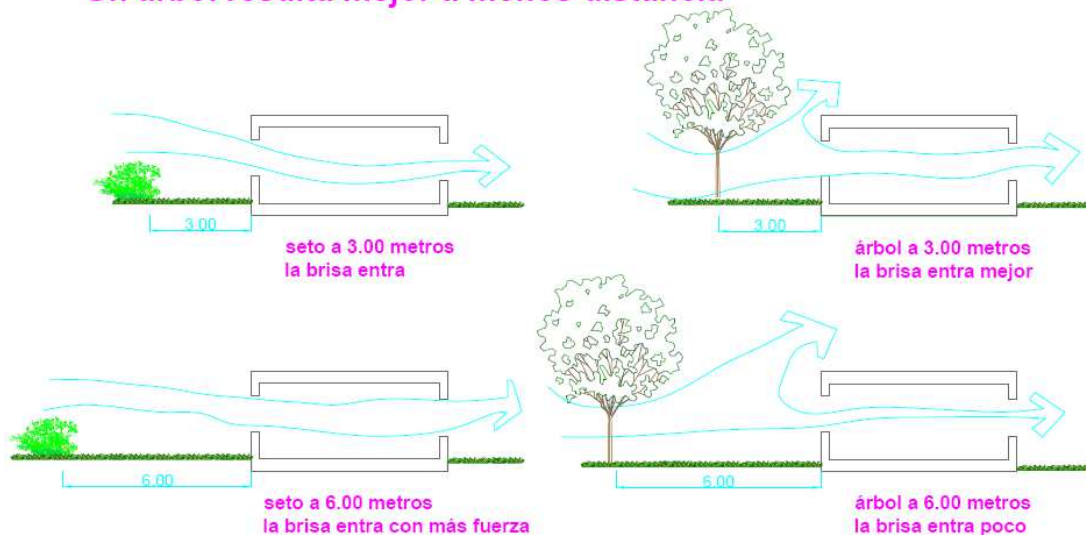


Figura 54: Sistema de Ventilación Pasiva Fuente: El Arquitecto Descalzo Pág. 64
Autor: Johan Van Lengen

H. Iluminación Natural

El empleo del recurso luz natural en la arquitectura obedece a varios propósitos, tales como:

- Los relacionados con el efecto estético y que el Maestro Gropius describe al decir: “La luz natural por cambiar continuamente es algo vivo y dinámico. El acontecimiento producido por el cambio de luz es precisamente lo que necesitamos, pues todo objeto visto bajo el contraste de la cambiante luz natural, produce en cada ocasión una impresión distinta”.
- Los vinculados al confort lumínico que se logra cuando el ojo humano está en condiciones de leer un libro u observar un objeto fácil y rápidamente, sin distracciones y sin estrés alguno.
- En los puestos de trabajo, los encargados de la productividad, al disminuir la fatiga visual, la inseguridad en los movimientos y la irritación mental del trabajador sometido a ambientes escasamente iluminados.
- Los inmersos en tipologías de salud, por los efectos químicos u hormonales que la falta de iluminación natural puede ocasionar en el cuerpo humano.
- Los que tratan de los ahorros energéticos y que guarden relación con la valoración del costo-beneficio de las tecnologías a aplicarse para la optimación de la iluminación natural.

1.3. MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 Confort Térmico: Sensación de bienestar relativo a la temperatura ambiente. Depende del equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y las pérdidas de calor del cuerpo al medio ambiente. No existe ninguna regla rígida que nos indique cuales son las mejores condiciones para el confort de todas las personas. El confort de un individuo es afectado por diversos factores: salud, edad, actividad, ropa, sexo, etc. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.2. Diseño Bioclimático: Diseño que parte de considerar la relación entre el hombre (bios) y el ambiente exterior (clima) para decidir la forma arquitectónica o urbana. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.3. Clima: Síntesis de las condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizada por estadísticas a largo plazo de los elementos meteorológicos en dicho lugar. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.4. Calor: Es la forma de energía que aparece como movimiento molecular en las sustancias o como calor radiante en una cierta banda de longitud de onda de radiación electromagnética en el espacio. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.5. Aislamiento Térmico: Material con capacidad de reducir de forma acentuada los intercambios de calor, entre el exterior y el interior de un edificio. El aislamiento debe ser aplicado por el exterior de la superficie si este es simple o en medio si este es doble. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.6. Amplitud Diaria de Temperatura: Diferencia entre los valores máximos y mínimos de la temperatura diaria registrada. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.7. Acondicionamiento Pasivo: Efecto del acondicionamiento natural de los edificios obtenido a través de soluciones de construcción que optimizan los efectos climáticos y sus variaciones, o que aprovechan los fenómenos físicos, como, por ejemplo: la protección de la radiación solar, la ventilación, las corrientes de aire, los sistemas de evaporación, entre otros. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.8. Clo: Unidad de resistencia térmica que ofrece la ropa, equivale a 0,16 grados C/m²w. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.9. Conducción: Es la transferencia de calor de los cuerpos más cálidos a los más fríos a través del contacto mecánico entre ellos. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.10. Ecología Urbana: Ciencia que estudia las interrelaciones entre el medio ambiente construido, el medio ambiente social y el medio ambiente natural en la ciudad como ecosistema urbano. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.11. Efecto de la isla de calor urbano: Efecto que produce el calentamiento de la masa de construcción (edificios, pavimentos). (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.12. Humedad: Vapor de agua contenida en el aire. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.13. Iluminación natural: Es la iluminación producida directa o indirectamente por el sol. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.14. Zona de Confort: punto en que un hombre desprende la menor cantidad de energía para adaptarse a su ambiente. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.15. Ventilación: Movimiento incluido del aire en el interior de los locales edificados. Puede expresarse en términos de velocidad de la corriente o como recambios del volumen del aire interior por unidad de tiempo. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.16. Ventilación cruzada: ventilación natural que se produce en un local que posee aberturas de entrada y salida de aire en diferentes paredes. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.17. Vientos: Se refiere al movimiento horizontal del aire. Su dirección se asume como aquella desde la cual proviene prevalentemente el flujo, según un sistema coordinado circular. (Arquitectura Bioclimática, 2011)

1.3.18. Homeotermo: Se refiere a organismos vivos (mamíferos y aves) capaces de mantener una temperatura constante e independiente a la del ambiente. (GONZALEZ, 2012)

1.3.19. Aventanamiento: Sistema de ventilación e iluminación de todo edificio o proyecto arquitectónico en el que se establecen la relación entre ambiente exterior y ambiente interior. El aventanamiento debe tener un enfoque global que integre los tres tipos de intercambios de energías principales: luz, sonido y calor. (www.secyt.unc.edu.ar, s.f.)

1.4. MARCO NORMATIVO

1.4.1. NTE INEN- Ergonomía de los Ambientes Térmicos. Instrumentos de Medida de las Magnitudes Físicas **ISO 7730.-** (Ecuador Patente nº NTE INEN-ISO 7730, 2014-2005). Ergonomía del ambiente físico, determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV Y PPD y los criterios de bienestar térmico local). Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 7730:2005.

1.4.2. NTE INEN-ISO 7726.- (Ecuador Patente nº NTE INEN-ISO 7726, 2014- 1998). (ISO 7726:1998, IDT). Esta norma forma parte de una serie de norma internacionales destinada al estudio de los ambientes térmicos, donde puede emplearse cualquier equipo de medida que permita obtener o mejorar la exactitud indicada. Instrumentos con características variables de acuerdo al principio de medida, construcción y uso. No tiene por objetivo definir un índice global de confort o estrés térmico sino sólo normalizar el proceso de registro de información.

1.4.3. UNE-EN ISO 7730.- (Ergonomía del ambiente físico, determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV Y PPD y los criterios de bienestar térmico local), versión oficial en español de la norma europea EN ISO 7730:2005 que adopta la norma internacional ISO 7730:2005, la cual anula y sustituye la norma UNE-EN ISO 7730:1996. Esta norma internacional presenta:

A.- Métodos para la predicción de la sensación térmica general y del grado de incomodidad (insatisfacción térmica) de las personas expuestas a ambientes térmicos moderados.

B.- Facilita la determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV (voto medio estimado) y PMD (porcentaje estimado de insatisfechos).

C.- Criterios de bienestar térmico local, aplicado en hombres y mujeres sanas, expuestas a ambientes interiores confortables, pero con alteraciones

moderadas, indicada para el diseño de ambientes nuevos o evaluación de los ya existentes.

D.- Contempla criterios para personas con necesidades especiales o incapacidades físicas, contenido en la especificación técnica ISO/TS 14415:2005, 4.2. y criterios para las diferencias étnicas nacionales geográficas al tratar espacios no condicionados.

1.4.4. ISO/TS 14415:2005.- (Ergonomics of the thermal environment — Application of International Standards to people with special requirements). Esta norma tiene como objeto medir y evaluar ambientes térmicos calientes, fríos o moderados e incluye Normas para la evaluación de ambientes térmicos para personas con discapacidad, tercera edad y necesidades especiales. La ergonomía aplicada en áreas de trabajo y situaciones cotidianas como: quehaceres domésticos, transporte y ocio, en personas con requerimientos especiales (discapacidad, edad, embarazo o enfermedad), con requisitos térmicos adicionales donde se debe medir y evaluar el entorno térmico.

1.4.5. ASHRAE. - Sociedad Americana de Ingeniería para Aire Acondicionamiento, Calefacción y Refrigeración, ASHRAE, es una organización internacional con más de 50,000 personas en capítulos por todas partes del mundo. Se organiza la Sociedad con el propósito de buscar avances en las ciencias y artes de la calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración, para el beneficio del público a través de la investigación, escritura de las normas, educación continua y publicaciones.

1.4.6. NTE INEN-ISO 10551. Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) Ergonomía del Ambiente Térmico. Evaluación de la Influencia del Ambiente Térmico Empleando Escalas de Juicio Subjetivo (ISO 10551:1995, IDT). Esta Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 10551 es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 10551:1995, “Ergonomics of the thermal environment. Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales”, la fuente de la traducción es la norma adoptada por AENOR.

Esta norma internacional incluye la elaboración y utilización de escalas de juicio (escalas de percepción térmica, de confort térmico, de preferencia térmica, expresión de la aceptabilidad y escala de tolerancia) que sirven para obtener datos fiables y comparables relativos a los aspectos subjetivos del confort térmico o del estrés térmico, se refiere a: Especificaciones relativas a los métodos de medida y estimación de los parámetros físicos característicos de los ambientes térmicos, de las propiedades térmicas de las ropas y de la producción de calor metabólico.

Métodos de evaluación de la sobrecarga térmica en ambientes calurosos, fríos y templados que forman parte de una aproximación psicológica que consiste en recoger, cuando proceda, las opiniones dadas en situación real por las personas expuestas a las condiciones estudiadas (diagnóstico) para así poder completar los datos obtenidos con las aproximaciones predictivas.

1.4.7. UNE EN ISO 8996:2005. (Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica). Determinar la tasa metabólica con el método de tanteo simple, fácil de usar y permite caracterizar rápidamente la carga principal de trabajo asociada a una actividad o tarea determinada.

1.4.8. UNE EN ISO 9920:2009. (Ergonomía del ambiente térmico. Determinación del aislamiento de la vestimenta. Estimación del aislamiento térmico y resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa). Aplica métodos para estimar características térmicas del conjunto de ropa (resistencia a la pérdida de calor seco y de calor por evaporación) valorado en prendas individuales, conjuntos de prendas y tejidos. También considera la influencia del movimiento del cuerpo y la penetración del aire sobre el aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación.

1.4.9. UNE EN 27243:95. (Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (Wet Bulbe Globe Temperature). Método basado en la medida de la temperatura húmeda natural, la temperatura de globo y la temperatura del aire.

1.4.10. Constitución de la República.

Artículo 48 de la Constitución de la República. - Reconoce el derecho de la población a vivir bien, en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*, declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios degradados.

Numerales 6 y 13 del artículo 83 de la Constitución de la República. - Establecen que son deberes y responsabilidad de las ecuatorianas y los ecuatorianos, sin perjuicios de otros previstos en la Constitución, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible; así como conservar el patrimonio cultural y natural de país, cuidar y mantener los bienes públicos.

Artículo 397 de la Constitución de la República de Ecuador. - Establece que, para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejos sustentables de los recursos naturales.

1.4.11. Legislación forestal. - Codificación Ley de Gestión

Ambiental: Registro Oficial No. 418 suplemento publicado 2.009 / Sept 10. Establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

1.4.12. Codificación Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Registro Oficial No. 418, publicado 2.004/Sept 10, Regula y protege el patrimonio forestal del Estado.

CAPITULO V

De las Plantaciones Forestales

Art. 15.- Para la forestación y reforestación en tierras del Estado, el Ministerio del Ambiente procederá mediante cualquiera de las siguientes modalidades:

- a) Por administración directa o mediante convenios con organismos de desarrollo u otras entidades o empresas del sector público;
- b) Mediante la participación social que se determine en el respectivo reglamento;
- c) Por contrato con personas naturales o jurídicas forestadoras, con experiencia en esta clase de trabajo;
- d) Por medio de la conscripción militar;
- e) Mediante convenio con inversionistas que deseen aportar capitales y tecnología; y,
- f) Con la participación de estudiantes.

Art. 18.- El Ministerio de Educación y Cultura y el Ministerio de Defensa Nacional, en coordinación con el del Ambiente, reglamentarán la participación de los estudiantes y del personal que cumpla el Servicio Militar Obligatorio en las Fuerzas Armadas, en su orden, en la ejecución de programas oficiales de forestación y reforestación.

Art. 20.- El Ministerio del Ambiente, los organismos de desarrollo y otras entidades públicas vinculadas al sector, establecerán y mantendrán viveros forestales con el fin de suministrar las plantas que requieran para forestación o reforestación y proporcionarán asistencia técnica, con sujeción a los planes y controles respectivos. Igualmente, las personas naturales o jurídicas del sector privado, podrán establecer, explotar y administrar sus propios viveros, bajo la supervisión y control técnico del Ministerio del Ambiente.

1.5. MODELO DE REPERTORIO

1.5.1. Centro Educativo Paulo VI de Huila – Colombia

En la concepción de la propuesta del diseño bioclimático en el Centro Educativo Paulo VI de Huila – Bogotá, Colombia desarrollado en un área de 500.00 m2, se consideran el estudio de factores importantes como: el contexto urbano-rural, análisis de la variables bioclimáticas del lugar, mediciones en sitio, bases climáticas oficiales y el estudio de estrategias apoyado en la ventilación natural, aislamiento, control de radiación e iluminación natural, con lo cual se crean y diseñan diferentes estrategias.



Figura 55: Análisis de variables climáticas
Fuente: www.efectohabitar.com/paulovi



Figura 56: Centro Educativo Paulo VI – Colombia
Fuente: www.efectohabitar.com/paulovi

Estrategia en materialidad de cubierta: uso de cubierto termo-acústica tipo sándwich y lucernarios

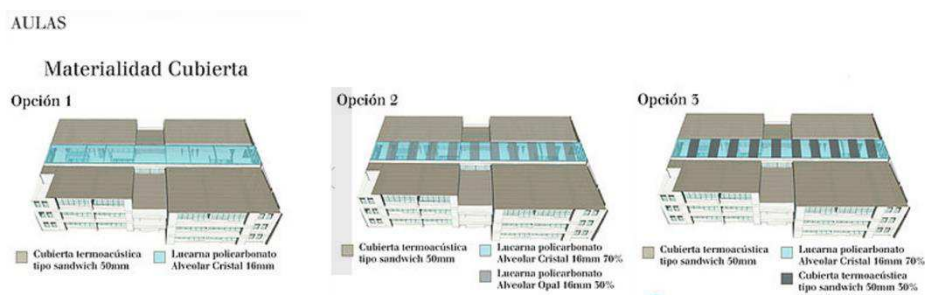


Figura 57: Estrategias Bioclimáticas en aulas

Fuente: www.efectohabitar.com/paulovi

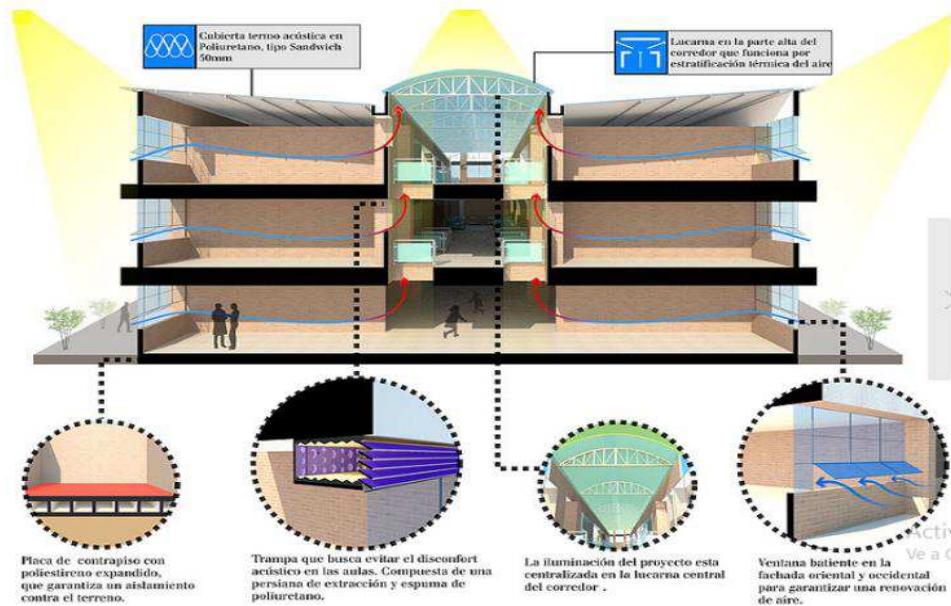


Figura 58: Estrategias Bioclimáticas en Centro Educativo Paulo VI
Fuente: www.efectohabitar.com/paulovi

1. Cubierta termo acústica en Poliuretano, tipo sándwich 50mm.
2. Lucernario en la parte alta del corredor que funciona por estratificación térmica del aire.
3. Placa de contrapiso con poliestireno expandido, que garantiza un aislamiento contra el terreno.
4. Trampa que busca evitar el discomfort acústico en aulas. Compuesta de una persiana de extracción y espuma de poliuretano.
5. La iluminación del proyecto está centralizada en el lucernario central del corredor
6. Ventana batiente en la fachada oriental y occidental para garantizar renovación de aire.
7. Control de radiación: Cubierta termo acústica en Poliuretano tipo Panel Roof.
8. Las corrientes de aire provenientes del exterior se extraen por lucernario.
9. Control lumínico por medio de los aleros de la fachada oriental y occidental.
10. Entrada de inyección de aire por rejillas fijas ubicadas en la parte inferior de las fachadas principales.

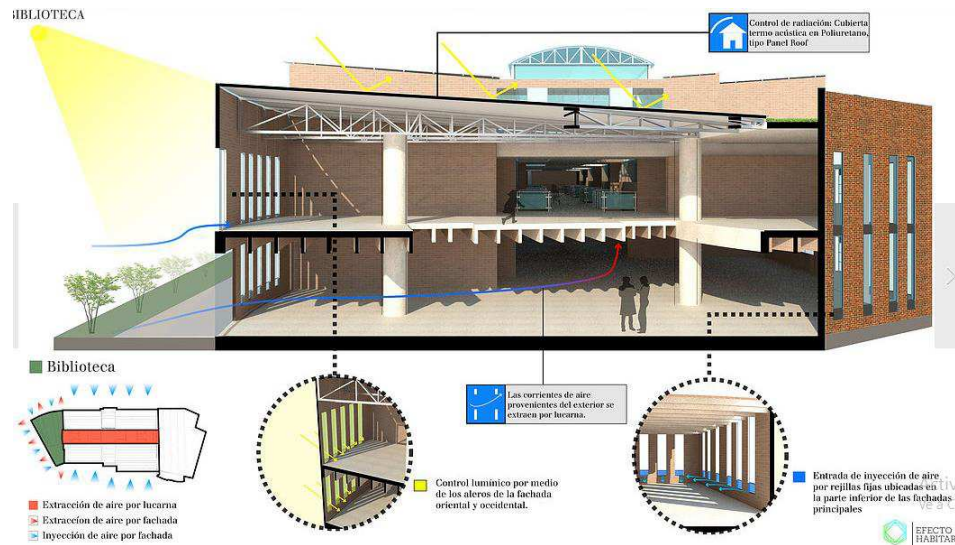


Figura 59: Estrategias Bioclimáticas en Centro Educativo Paulo VI
Fuente: www.efectohabitar.com/paulovi

11. Ventilación proveniente del corredor principal se extrae por rejillas en fachada.
12. Aislar la placa de contrapiso con poliestireno expandido (EPS) garantizando un confort térmico.
13. Aislamiento térmico mediante cámara de aire entre juntas.
14. La altura del aula múltiple permite la estratificación del aire caliente y su extracción.

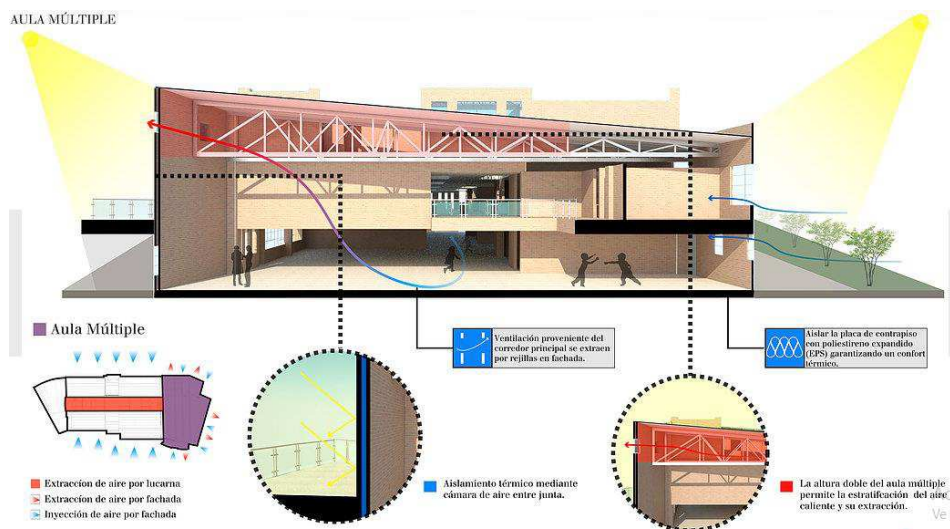


Figura 60: Diseño Bioclimático en Centro Educativo Paulo VI
Fuente: www.efectohabitar.com/paulovi

1.5.2. Anteproyectos para el diseño de una Escuela Rural para la región del Norte Argentino.

1.5.2.1. La escuela como espacio relacional

Antes de comenzar a desarrollar la propuesta arquitectónica, se consideró oportuno realizar una breve reflexión acerca del rol social y cultural de la enseñanza rural. Definiendo a la escuela rural como un lugar de dinamización cultural y social, donde, además de desarrollarse las actividades escolares y de enseñanza, debe servir como punto de encuentro y de intercambio con participación directa de la población. (Olivero, 2009).



Figura 61: Escuela Rural: Uso de quiebrasoles y galerías
Fuente: <http://www.arquimaster.com.ar>

1.5.2.2. La Propuesta

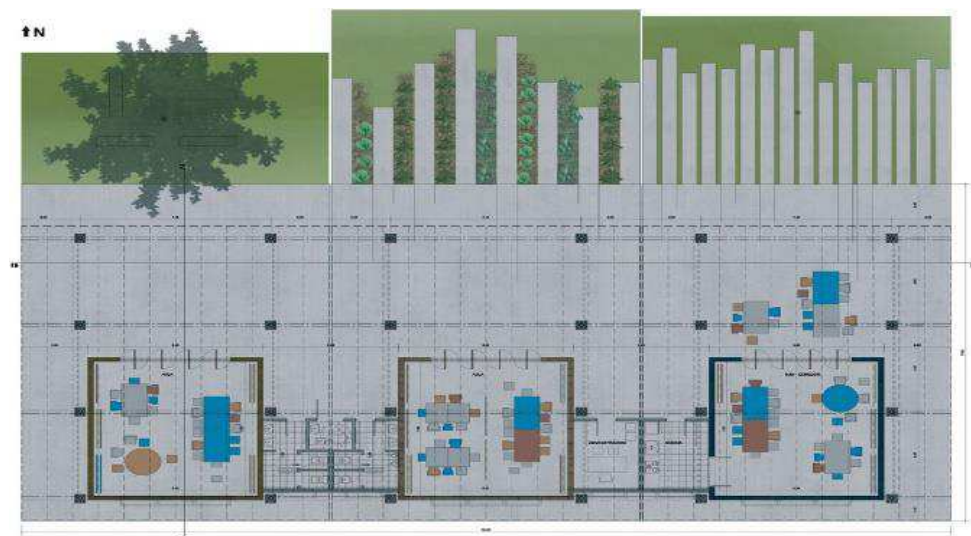


Figura 62: Planta Arquitectónica Escuela Rural

Fuente: <http://www.arquimaster.com.ar>

Ante la necesidad de diseñar un edificio que sirva como soporte a la actividad social antes expuesta, definimos tres calidades espaciales básicas que deben formar parte de la propuesta arquitectónica. (Olivero, 2009).

1. El espacio cubierto: definimos así, los sectores de aulas, Salón de Usos Múltiples y servicios.
2. El espacio semi-cubierto: como un lugar flexible, de usos diversos, indefinido y cómo lugar vertebrador y protagonista del edificio.
3. El espacio exterior: espacio donde se desarrollan y estimulan las actividades al aire libre.



Figura 63: Uso de estrategias Bioclimáticas en escuela rural
Fuente: <http://www.arquimaster.com.ar>

1.5.2.3. Etapabilidad y Crecimiento

La relación de los espacios interiores con los exteriores se resuelve a partir de diferentes situaciones: (Olivero, 2009)

1. Las transiciones, los límites difusos, la galería, facilitan las expansiones y estimulan las experiencias a cielo abierto.

2. El árbol como elemento mínimo indispensable para desarrollar una clase, un encuentro. Esto hace referencia a las vivencias de la casa rural.

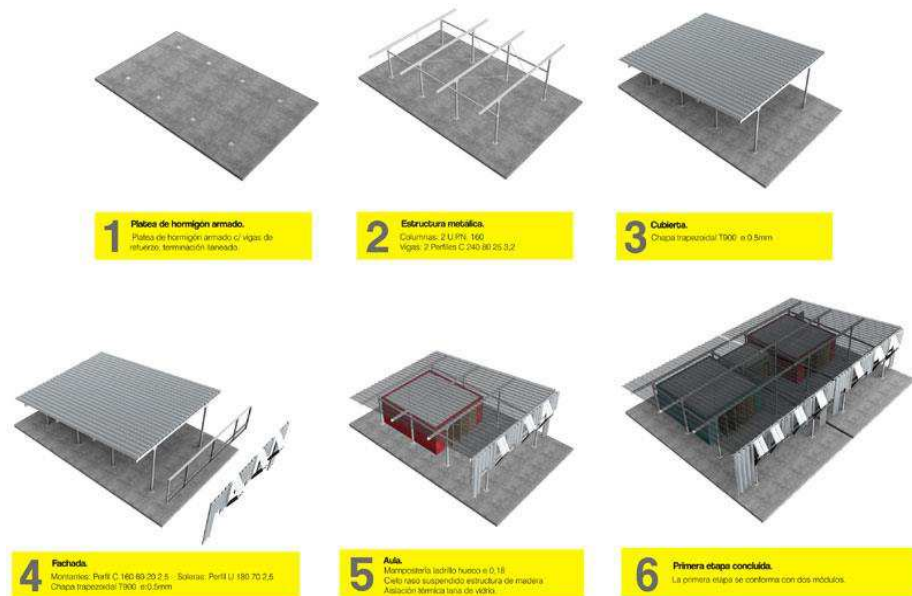


Figura 64: Proceso construcción modular de Aulas
Fuente: <http://www.arquimaster.com.ar>

3. Diseñamos un módulo mínimo, repetible que proporciona flexibilidad al edificio, tanto en usos, como así también en el crecimiento.
4. El Salón de Usos Múltiples puede ampliarse linealmente según la cantidad de aulas adicionada.

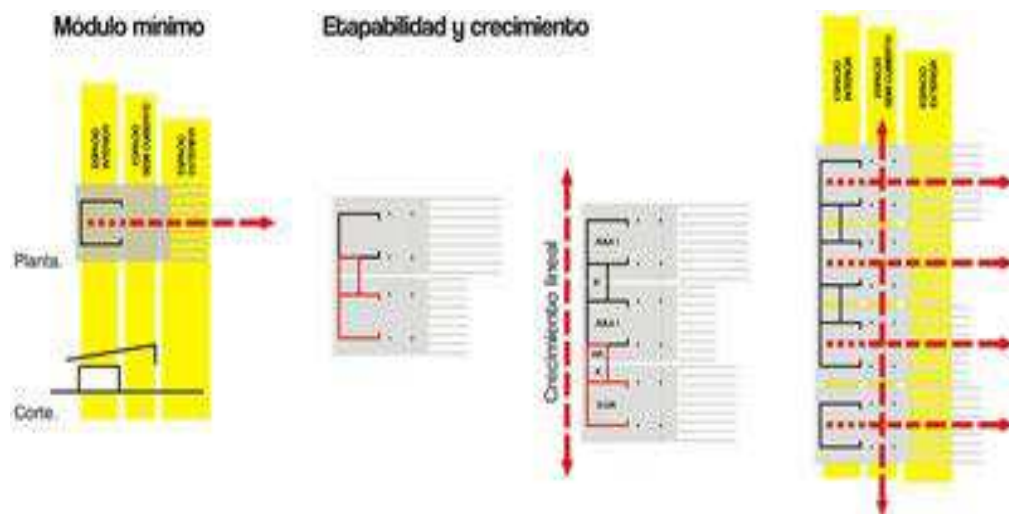


Figura 65: Esquema Modular: Etapas y flexibilidad de Aulas
Fuente: <http://www.arquimaster.com.ar>

1.5.2.4. Secuencia constructiva

Con el fin de asegurar un proceso constructivo que se desarrolle en el menor tiempo posible, y a su vez obtener un edificio económico, se reduce al mínimo la cantidad de elementos constructivos:

1. Fundición: La platea de HºAº resuelve en forma integral la fundación de todos los elementos de la escuela.
2. Cubierta-Fachada: Proyección de la cubierta y la fachada con perfiles y chapa trapezoidal auto portante.
3. Diseño de la estructura portante de forma tal que pueda ser materializada tanto con perfiles metálicos como así también con tirantes de madera, según la disponibilidad en la zona de implantación del edificio.
4. La cubierta se resuelve en forma simple y completa las cuestiones hidrófugas y de asoleamiento del edificio.
5. Cerramientos: el cerramiento vertical de los ambientes es simple por no tener la necesidad de resolver cuestiones hidrófugas, por lo tanto, se resuelve con ladrillos huecos esp. 18cm, pudiendo ser reemplazado por otro tipo de bloques (por ejemplo, de HºAº) según la disponibilidad en la zona.
6. El cielorraso se resuelve suspendido y contiene la aislación térmica necesaria.
7. El edificio posee un costo de mantenimiento muy bajo, los materiales elegidos son perdurables en el tiempo. (Olivero, 2009)

Propuesta de recolección de agua lluvias y reutilización acorde a la necesidad de la zona en la que se implante el edificio, también, el almacenamiento de aguas residuales para reutilizarla para riego.

2. CAPITULO II.- DIAGNOSTICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Delimitación del Tema

Campo:	Rangos de Confort Térmico
Área:	Educación: aulas y entorno natural
Aspecto:	Estrategias Bioclimáticas
Tema:	Confort Térmico en las Instituciones de Uso educativo: Estudio de casos Unidad Educativa Manabí y Escuela Trajano Medranda de Manta.

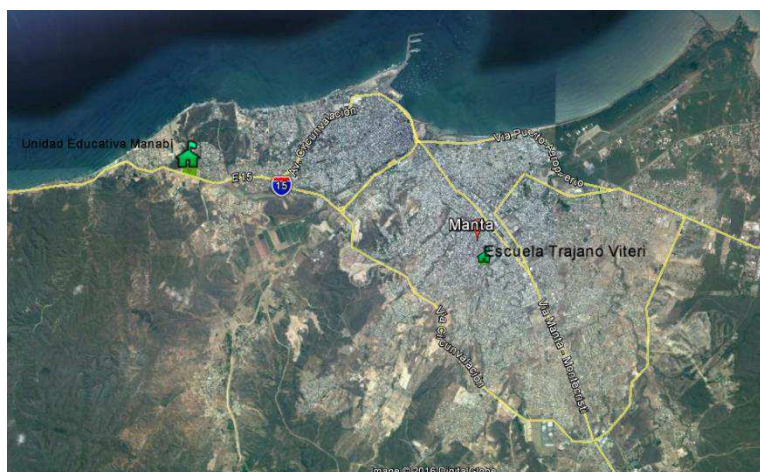


Figura 66: Localización del área de estudio Fuente: google Earth
Autora: Geomara Cevallos

2.2. Delimitación Espacial

La delimitación espacial corresponde a instituciones de uso educativo como: Unidad Educativa Manabí y Escuela Trajano Medranda del Cantón Manta donde se realizará el análisis de diferentes variables relacionadas al estudio del confort térmico con la finalidad de plantear estrategias bioclimáticas de confort.



Unidad Educativa Manabí

Límites Geográficos:

- Al Norte: Urbanización Altos de Manta Beach
- Al Sur: Vía Manta - San Mateo (Ruta Spondylus)
- Al Este: Urbanización Alamo
- Al Oeste: Urbanización Altos de Manta Beach

Figura 67: Límites Geográficos de la Unidad Educativa Manabí
Fuente: Google Earth Autora: Geomara Cevallos



Limites Geográficos:

Al Norte: Lindera con viviendas unifamiliares y Calle 310
 Al Sur: Intersección Avenida 210 y Calle 311
 Al Este: Lindera con viviendas unifamiliares
 Al Oeste: Intersección Calle 310 y Avenida 210

Figura 68: Limites Geográficos de la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda
 Fuente: Google Earth Autora: Geomara Cevallos

2.3. Delimitación Temporal

El presente trabajo de investigación realiza un análisis del fenómeno de estudio de confort térmico en las instituciones de uso educativo de la ciudad de Manta a partir del mes de noviembre 2016 hasta febrero 2017, enmarcado en parámetros como: las variaciones de la temperatura en aulas y entorno natural, orientación geográfica, orientación de edificios, materiales de construcción de edificios, sensaciones térmicas de alumnos y personal docente influenciado por la actividad desarrollada en la jornada académica, condiciones físicas del espacio, tipo de vestimenta, aspectos biológicos, psicológicos y sociales.



Figura 69: Experimentación de rangos de confort térmico en aula
 Fuente: Investigación de Campo
 Autora: Geomara Cevallos

2.4. Información Básica

2.4.1. Instituciones de Uso educativo de Manta, dentro del contexto social y cultural.

Se ha escogido para el análisis de las variaciones del confort térmico a la Unidad Educativa Manabí y Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda de la ciudad de Manta, ya que desarrollan dentro de su infraestructura académica, roles importantes dentro del área social y cultural. Además, de considerar actividades educativas que sirven como punto de encuentro e intercambio con participación directa de alumnos y personal docente-administrativo.

Desde el enfoque de la arquitectura bioclimática se busca conjugar el entorno construido y el entorno natural para proyectar ambientes agradables y saludables, ya que se debe entender al espacio destinado a la educación, como un espacio auténticamente colectivo, abierto a la enseñanza, al uso, al disfrute, al estímulo y a la actividad social.

2.4.2. Unidad Educativa Manabí

2.4.2.1. Ubicación

Institución educativa, ubicada al Nor-Oeste de la ciudad de Manta, dentro de la zona turística y residencial de clase media alta, a la cual se accede desde la vía Manta-San Mateo (Ruta Spondylus), que conecta a este establecimiento con sitios de interés socio-cultural, deportivo, recreacional, habitacional, comercial y turístico del área urbana y rural del cantón.



*Figura 70: Ingreso Principal Unidad Educativa Manabí desde Vía Manta-San Mateo
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos*

2.4.2.2. Condicionantes Físicas

Forma de terreno: Su superficie es de forma irregular.

Tipo de Suelo: Con características rocosas y areno-arcillosa, con capa vegetal en ciertas áreas y vegetación propia del lugar.

Topografía: De superficie plana a desnivel posee cotas referenciales entre: 55.00 msnm desde la parte posterior y lateral izquierda de la Urb. Altos de Manta Beach que asciende a una cota de máxima de 69.00 msnm y una cota de 61.00 msnm que asciende a 69.00 msnm en su parte frontal.



Figura 71: Condicionantes Físicas Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos

2.4.2.3. Condicionantes Naturales

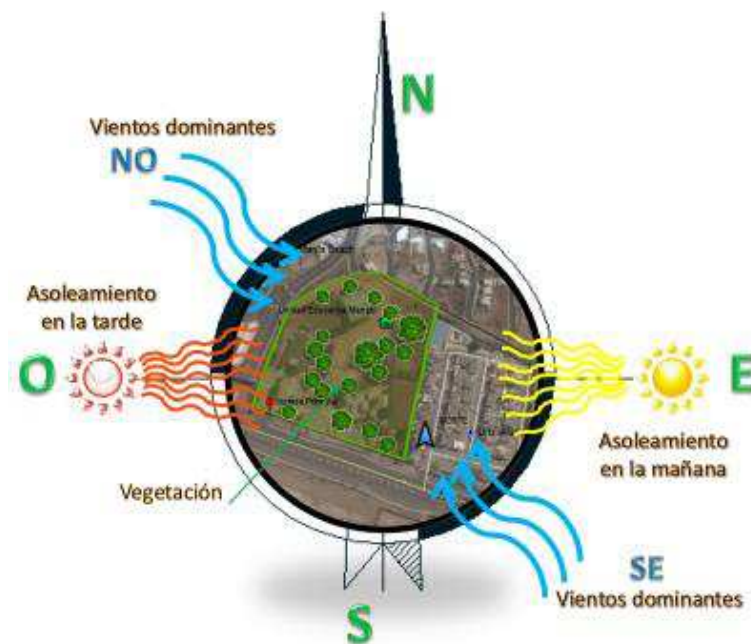


Figura 72: Condicionantes Naturales Unidad Educativa Manabí
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Posee vientos dominantes que provienen en la dirección Nor-Oeste y Sur-este, Se caracteriza por poseer abundante vegetación propia del lugar con árboles de algarrobo y vegetación insertada como Neem, ficus, palmeras cocoteras, arbustos y flores.

2.4.2.4. Estructura Espacial

La Unidad Educativa Manabí cuenta con un área de 30.000 m², es decir, 3 Has. de superficie de terreno, con una población estudiantil de 342 alumnos matriculados durante el periodo 2016-2017, en sección matutina, cuya educación y formación académica está dividida en educación inicial, básica y bachillerato unificado.



Figura 73: Emplazamiento General de Unidad Educativa Manabí
Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos



Piso de hormigón simple en espacio exterior y área de jardín con escasa cobertura vegetal, con uso de árboles de gran follaje y altura, que permiten captar la brisa proveniente de vientos dominantes del Nor-oeste.



Uso de aberturas en fachada Este: ventana de vidrio tono oscuro y aluminio con cortinas de tela y puerta de ingreso de madera, permiten captar la energía solar durante la mañana.

Figura 74: Área de espacios exteriores en Sección de Primeros Años de Educación General Básica
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



Espacios abiertos y cubierto como área de recreación integral. Acompañado de un microclima natural con vegetación variada entre palmeras cocoteras y algarrobo, que proporcionan sombra a sus fachadas y al espacio exterior.



Área de baños: uso de aberturas con ventanas altas de forma rectangular que proporcionan una ventilación natural.

Figura 75: Área de Glorieta y Espacios Exteriores en Sección de Primeros Años de Educación General Básica
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



La presencia de vegetación y uso de un patio central permiten generar ventilación e iluminación natural en las aulas.



Fachadas de colores claros, permitan lograr sensación de ambiente agradable. Bloques de forma longitudinal con aberturas: ventanas de vidrio-aluminio y puertas de madera, cubierta de eternit y estructura metálica.

Figura 76: Bloques de Educación Secundaria y Áreas de Administración
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



Captación de luz y viento se lo realiza a través de aberturas como ventanas orientadas al oeste y puerta orientada al sur, uso de aire acondicionado para regular confort térmico durante el medio día.



Color de fachadas en tonos claros, que permitan la reflexión solar durante la mañana. La vegetación se encuentra cercana a las aulas lo cual permite el ingreso del viento.

Figura 77: Bloques de Segundo y Tercer Año de Educación General Básica
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

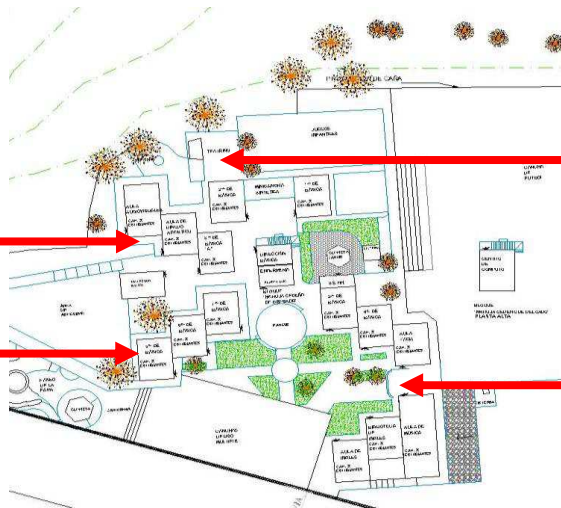


Figura 78: Emplazamiento General de Aulas de la Sección General Básica
Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos



Asoleamiento en la mañana: aulas reciben radiación solar en sus fachadas orientadas al este. Uso de vegetación como recurso de control térmico en ambiente exterior.



Aulas con fachadas orientadas al Oeste, reciben sombra de la vegetación existente en su entorno natural. Uso de aleros en cubiertas para proteger área de circulación entre bloques.

Figura 79: Bloques de Cuarto, Quinto, Sexto y Séptimo de Educación General Básica
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



Zona exterior complementaria al Bar: áreas de estar, piso adoquinado, vegetación (palmeras cocoteras y ficus), durante la mañana mantiene una temperatura 28°C y cerca de las 13:00 pm marca 33,8 °C.



Aulas de nivel bachillerato: distribuidos en dos plantas de hormigón armado, fachada tonos claros, el uso del alero y balcón constituyen espacios de sombra y protección para las aberturas.

Figura 81: Áreas de recreación Exterior y Bloque de Primero y tercer Año de Bachillerato
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



Figura 80:
Emplazamiento
General de Aulas de la
Sección Bachillerato y
áreas exteriores
Fuente:
Investigación de
Campo
Autora:
Geomara Cevallos



Bar: espacio abierto-cubierto, rodeado de vegetación, para aprovechar flujos de aire y generar ventilación cruzada durante las horas de recreación.



Uso de árboles cerca de bloques para generar ventilación natural en espacios exteriores, y bajar flujos de calor generados por altas temperatura que se producen al medio día.

Figura 82: Áreas Exteriores de Recreación: Bar, Área de Juegos Pasivos y Huerto
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

2.4.3. Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda

2.4.3.1 Ubicación

Institución educativa, ubicada al Sur-Este de la ciudad de Manta, dentro de la zona residencial y comercial de clase media-baja, en el Barrio San Pedro, a la cual se accede desde la Avenida 4 de Noviembre, que permite conectarse con las calles 310 y 311 hasta intersectar con la avenida 210 donde se encuentra su acceso principal.



Figura 83: Ingreso Principal Unidad Educativa Trajano Viteri de Manta, Av. 210 y Calle 310
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

2.4.3.2. Condicionantes Físicas

Forma de terreno: Su superficie es de forma regular.

Tipo de Suelo: Suelo rocoso y areno arcilloso y escasa vegetación sobre su superficie de terreno.

Topografía: De superficie plana a desnivel posee cotas referenciales entre 42.00 a 43.00 msnm. en el lindero con viviendas unifamiliares, posee una cota de 42.00 msnm en la intersección de la calle 310 y avenida 210 la misma que asciende a la cota 44.00 msnm desde el ingreso principal de la institución educativa hasta la intersección de la avenida 210 y calle 311.



Figura 84: Condicionantes Físicas Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos

2.4.3.3. Condicionantes Naturales

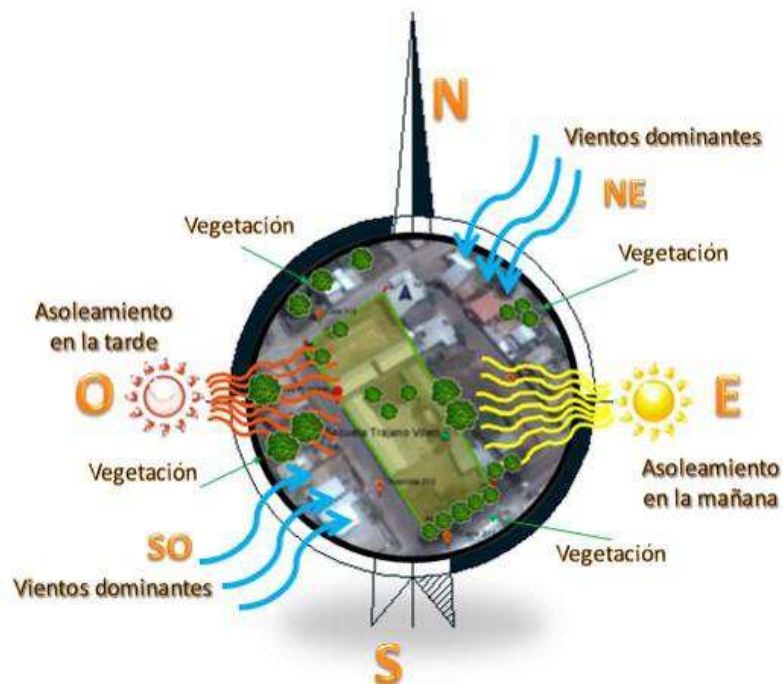


Figura 85: Condicionantes Naturales Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Posee vientos dominantes que provienen en la dirección Nor-Este y Sur-Oeste. Se caracteriza por poseer abundante vegetación propia del lugar con árboles mango, Neem, ficus, arbustos y flores.

2.4.3.4. Estructura Espacial

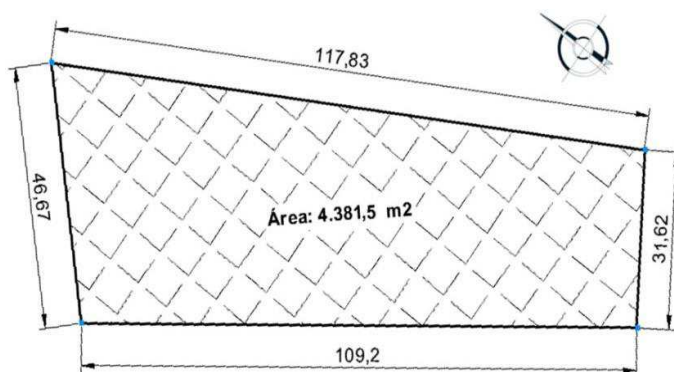


Figura 86: Dimensiones y Área de terreno
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

La Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda cuenta con 4.381,5 m² de área de superficie de terreno, con una población estudiantil de 600 alumnos matriculados durante el período lectivo 2016-2017,

en secciones matutina y vespertina, cuya estructura académica está dividida en educación inicial y básica, de primero a décimo año de educación básica.



Figura 88: Emplazamiento General de Aulas de la Sección General Básica
Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos

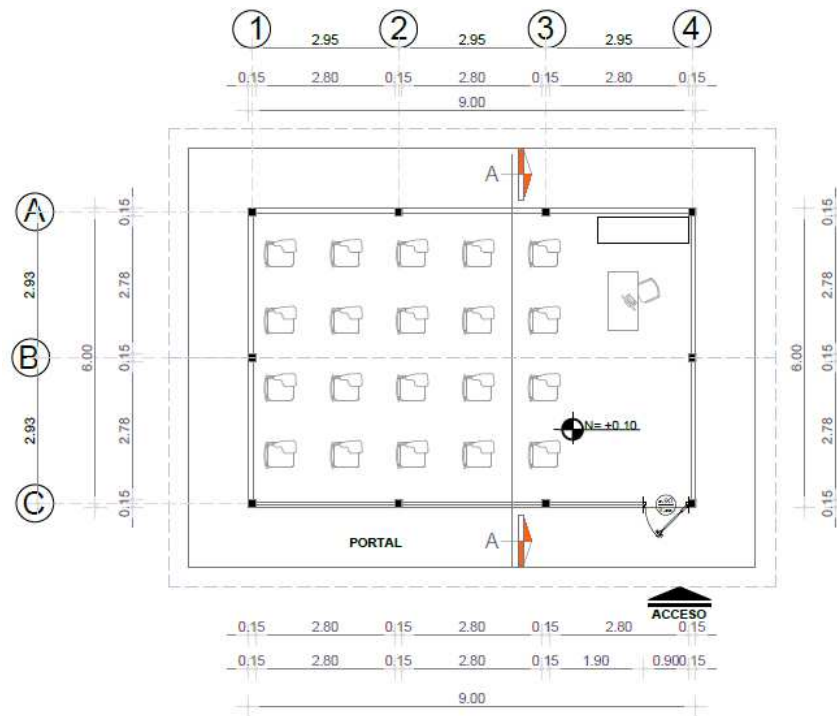


Figura 87: Emplazamiento General de Aulas de la Sección General Básica
Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos



Figura 89: Área exterior de terreno
Fuente: Investigación de campo Autora: Geomara Cevallos

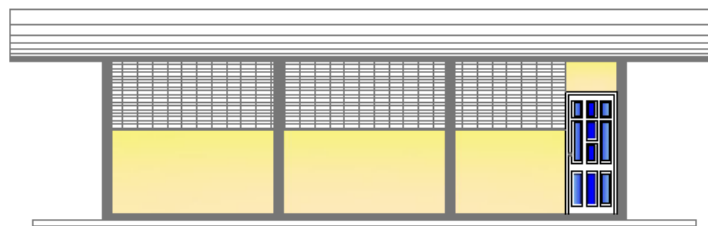
2.4.3.5. Esquema formal y funcional de las Aulas



PLANTA ARQUITECTÓNICA AULA TIPO
ESCALA 1:100

Figura 90: Distribución Espacial de aulas
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Las aulas cuentan con un área de 54.00 m², diseño tipo estándar, con una capacidad entre 20 a 25 alumnos por aula, mobiliario conformado por escritorio, silla, casilleros, estantes y pupitres.



FACHADA FRONTAL
ESCALA 1:100

Figura 91: Composición formal de fachada
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Su volumen está diseñado por planos verticales y horizontales, conformado por paredes con antepecho de 1.10 m de altura, aberturas dispuestas a lo largo de este antepecho construida con perfiles de hierro sin vidrio, puerta metálica y cubierta metálica de eternit inclinada a dos aguas. Dispuestos sobre una base de hormigón armado-losa de cimentación, columnas y vigas de estructura; materiales de construcción que se comportan como barrera o elementos de absorción de radiación solar y captación de corrientes de aire, lo cual incide en las variaciones de temperatura y confort de las aulas.

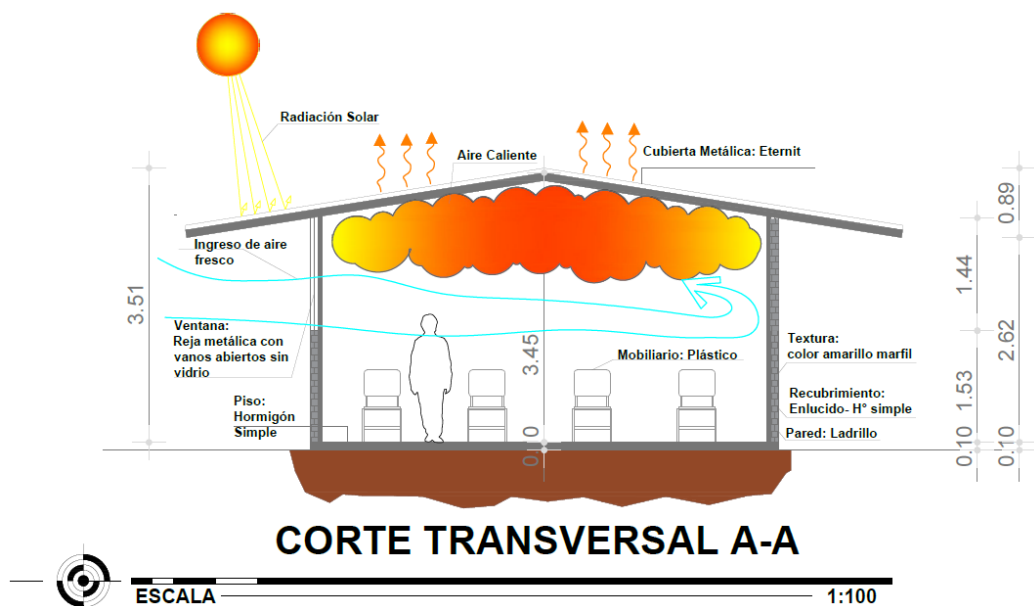


Figura 92: Tipo de Materiales de construcción
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

2.4.3.6. Estudio de Orientación de Aulas:

La orientación de aulas responde principalmente a su ubicación geográfica dentro de la trama urbana y la forma rectangular del terreno, factores que inciden en la radiación solar sobre el espacio interior; durante el recorrido aparente del sol durante la jornada académica; se observó tres tipos de orientaciones:

1. En las aulas de 3° y 9° año básico, los rayos de sol inciden de manera directa en su fachada frontal de este a oeste, durante la mañana. A través de las aberturas (ventanas y Puerta). Ya en la tarde las paredes de sus fachadas posteriores y lateral izquierda captan la energía solar.

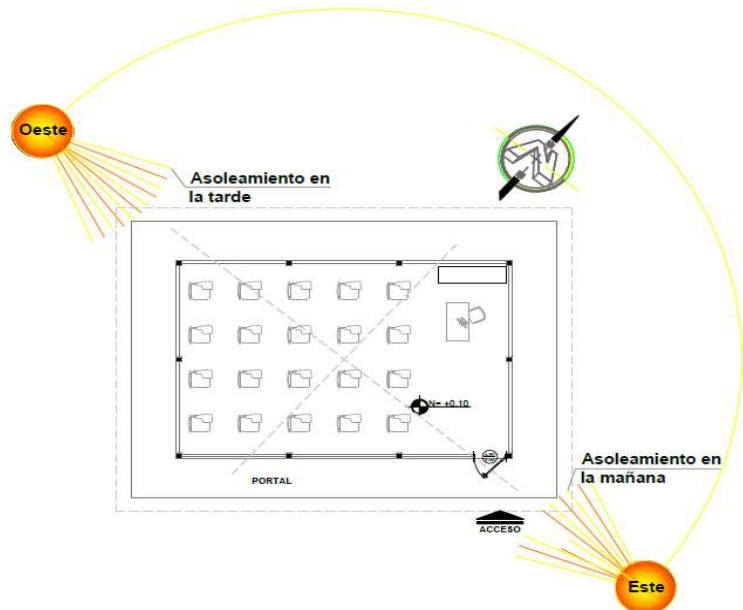


Figura 93 Orientación de aulas: 3° y 9° Año Básico
Fuente: Investigación de Campo Autora Geomara Cevallos

2. En las aulas de 5° y 10° año básico, durante la mañana captan solo energía solar a través de las paredes posteriores y pequeñas aberturas dispuestas entre estas y la cubierta, ya en tarde se presentan altos rangos de temperatura y humedad por la incidencia de los rayos de sol.

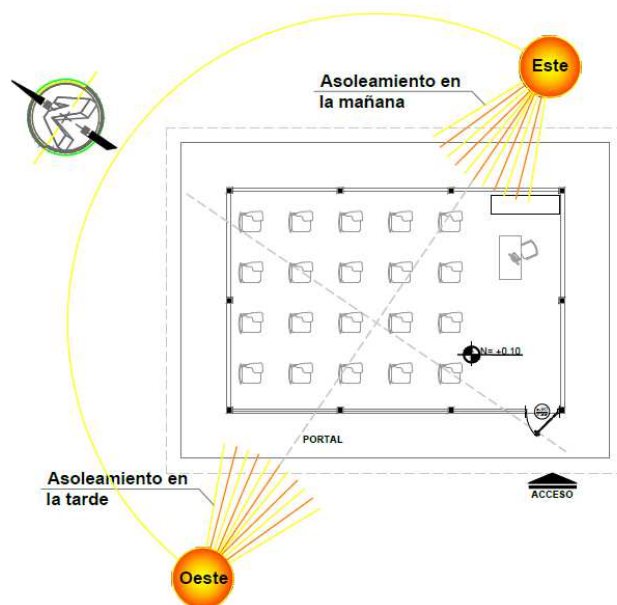


Figura 94: Orientación de aulas: 5° y 10° Año Básico Fuente:
Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

3. En las aulas de 1° año básico, la trayectoria del sol hace su recorrido de este Este a Oeste, incidiendo a través de las aberturas durante la mañana, ya en tarde las variaciones de confort térmico se presentan por la acumulación de calor en las paredes posteriores que captan la energía solar a partir del mediodía y durante la tarde.

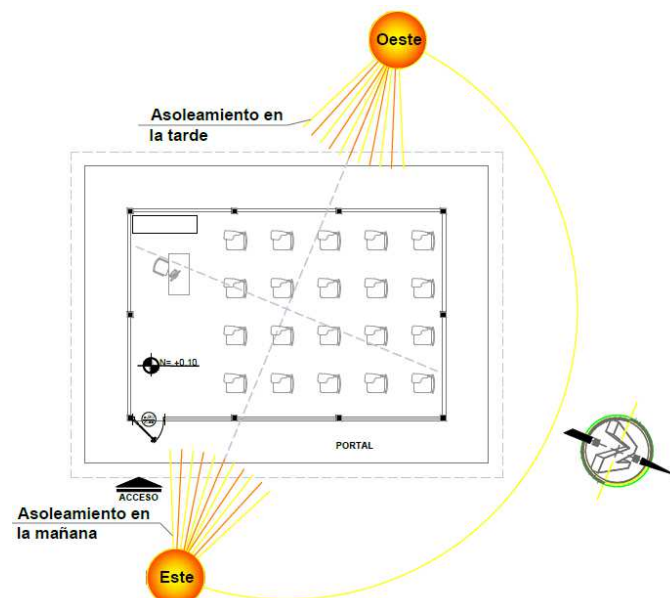


Figura 95: Orientación de aulas: 1° Año Básico Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



Figura 96: Incidencia solar en aulas durante la tarde Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



08:24 A.M: Proyección de sombras en espacio exterior durante la mañana, producida por edificios colindantes. Se observa escasa vegetación y cobertura vegetal, además superficie de piso no posee recubrimiento.



08:25 A.M.: Asoleamiento y proyección de sombras sobre bloques de aulas ubicadas cerca del ingreso principal, no existe vegetación colindante a edificaciones,



08:42 A.M: Aulas con cubierta metálica y eternit, el uso de alero en la proyección de su cubierta permite proteger las aberturas conformada por rejas de hierro sin vidrio, cuya sombra protege el área de circulación entre aulas y resguarda a los alumnos de los rayos de sol y lluvia.



08:47 A.M.: Los ángulos de incidencia de los rayos de sol sobre la cubierta logra proyectar sombra sobre la fachada de aulas lo cual permite proteger las aberturas durante las primeras horas de la jornada académica.



08:49 A.M. : Al no contar con aberturas en la fachada posterior, el flujo de las corrientes de aire ingresa a las aulas por las aberturas de su fachada frontal y asciende sobre la cubierta generando un discomfort térmico a partir del medio día.



09:08 A.M. : La geometría de sus volúmenes se caracteriza por su forma rectangular y alargada sobre una base de hormigón armado, paredes de ladrillo enlucidas con textura lisa en colores claros que permiten la reflexión de los rayos del sol.

*Figura 97: Bloques de Aulas e ingreso Principal en la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos*



09:08 a.m.: Aberturas de fachada frontal de aulas orientada al sur-este permite el ingreso de corrientes de aire lo cual genera rangos descendientes de la humedad producida por las actividades durante la jornada académica.



09:56 A.M.: Aulas conformada por piso de baldosa, paredes con textura lisa y color amarillo, sin aberturas en la fachada posterior, pupitres de plasticos. La ventilacion e iluminacion natural no es agradable para los estudiantes, lo cual genera bajo nivel de confort termico



14:44 P.M.: A medida que avanza la trayectoria del sol disminuye la proyeccion de sombras en las edificaciones, haciendo que las fachadas de las aulas orientadas al suroeste reciban durante la tarde radiacion solar directa, por ello, estas fachadas no disponen de aberturas.



14:44 P.M.: Escasa vegetación en espacios exteriores y falta de áreas verdes como complemento a las actividades de recreación. Se denotan como zonas desérticas sin armonía generando bajo estimulo en sus alumnos.



14:44 P.M.: Nula aplicación de ventilación cruzada en bloques de aulas. ya que solo dispone de aberturas en sus fachadas frontales.



14:53 P.M: Gran parte de su infraestructura, posee escasa vegetacion en las zonas recreativas, lo cual no es aprovechado para generar áreas de sombras en los espacios exteriores y puedan brindar bienestar y confort a los alumnos.

*Figura 98: Espacio interior y exterior de Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos*



14:53 P.M.: Emplazamiento de volúmenes están dispuestos con relación a la forma de terreno dentro de la trama urbana. Escaso flujo de corrientes de aire producido por la poca vegetación existente alrededor de la cancha deportiva de usos múltiples.



15:05 P.M. : Deterioro de gradas en su estructura al exponerse a las variaciones de temperatura ambiental, ya que esta área no se encuentra protegida por elementos arquitectónicos como cubiertas apergoladas o galerías.



16:10 P.M.: Bloques de aula, área administrativa y bar y baterías sanitarias, dispuestas alrededor de la cancha de usos múltiples. No existen áreas de sombra formada por vegetación y caminerías cubiertas.



16:29 P.M.: Ante la falta de áreas de estar y vegetación, los alumnos se agrupan bajo un árbol de follaje frondoso donde realizan actividades de carácter social. Su vestimenta está conformada por prendas de algodón y tela con mangas cortas.

*Figura 99: Elementos Naturales y arquitectónicos de Infraestructura educativa
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos*

2.4.4. Estudio de Sol y Sombras

2.4.4.1. Unidad Educativa Trajano Viteri

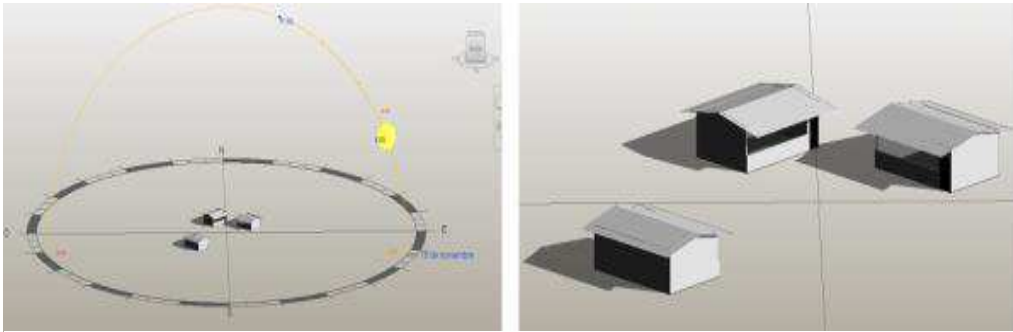


Figura 100: Análisis entre 08:00 a.m. hasta 11:00 a.m. en aulas

Fuente: Investigación de Campo-Aplicación Revit-Architecture Autora: Geomara Cevallos

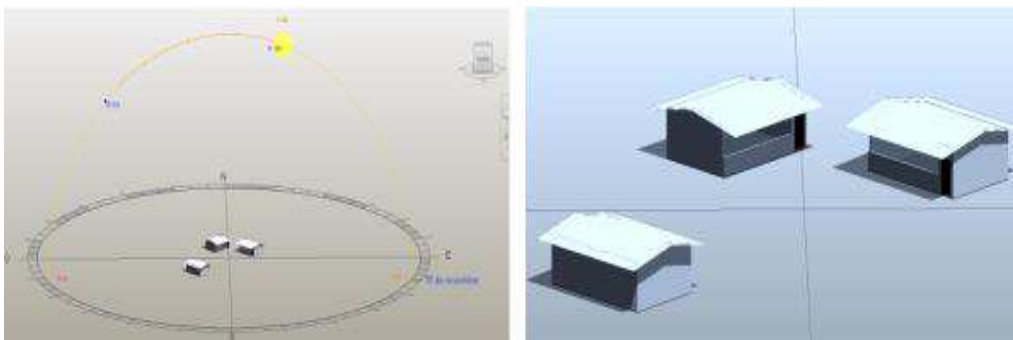


Figura 101: Análisis entre 11:00 a.m. hasta 15:00 p.m. en aulas

Fuente: Investigación de Campo-Aplicación Revit-Architecture Autora: Geomara Cevallos

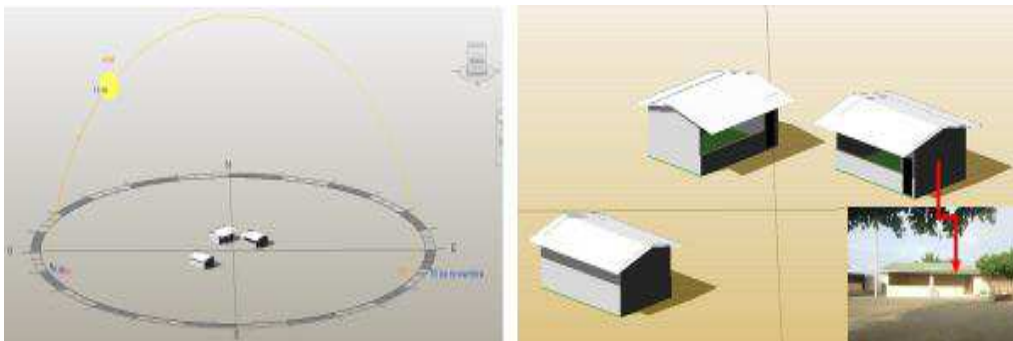


Figura 102: Análisis entre 15:00 p.m. hasta 18:00 p.m. en aulas

Fuente: Investigación de Campo-Aplicación Revit-Architecture Autora: Geomara Cevallos

El estudio de sombras expuesto en las aulas académicas, permitió promover el diagnóstico sustentable y la optimización de recursos, recomendar elementos arquitectónicos que favorezcan el desarrollo normal de actividades dentro de los espacios requeridos y aplicar un plan de reforestación con la participación de estudiantes y autoridades de las unidades educativas,

En función de las sombras propias y proyectadas de las aulas educativas se determina, que para el área circundante es necesario el cultivo de plantas y árboles con la finalidad de crear un entorno de bienestar y confort.

2.4.4.2. Unidad Educativa Manabí

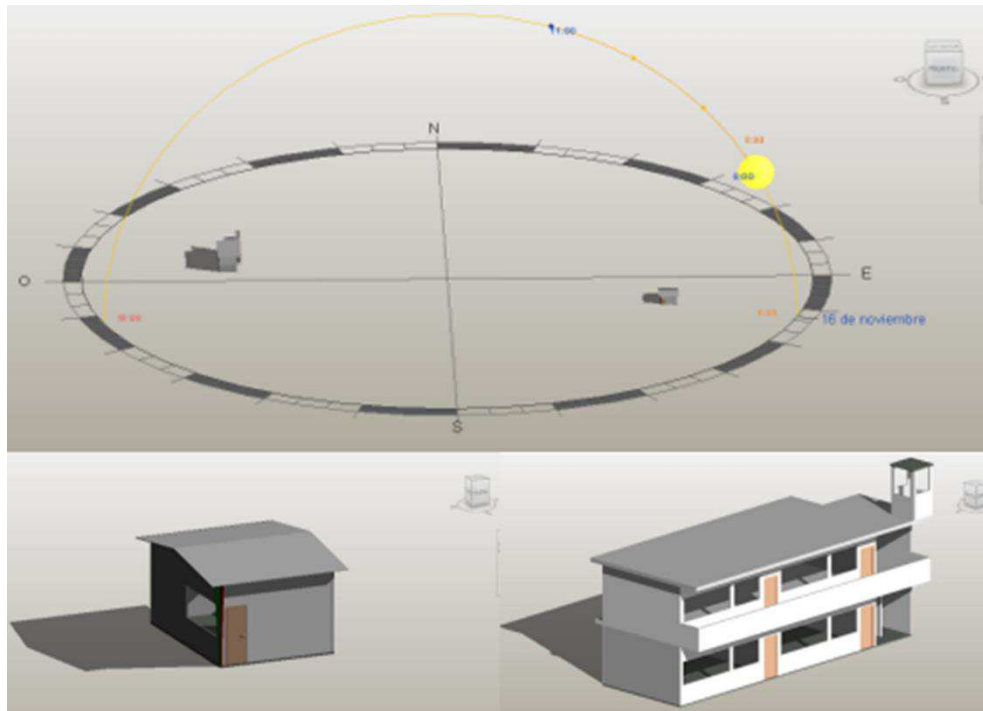


Figura 103: Análisis entre 08:00 hasta 11:00 a.m. en aulas
Fuente: Investigación de Campo-Aplicación Revit-Architecture
Autora: Geomara Cevallos

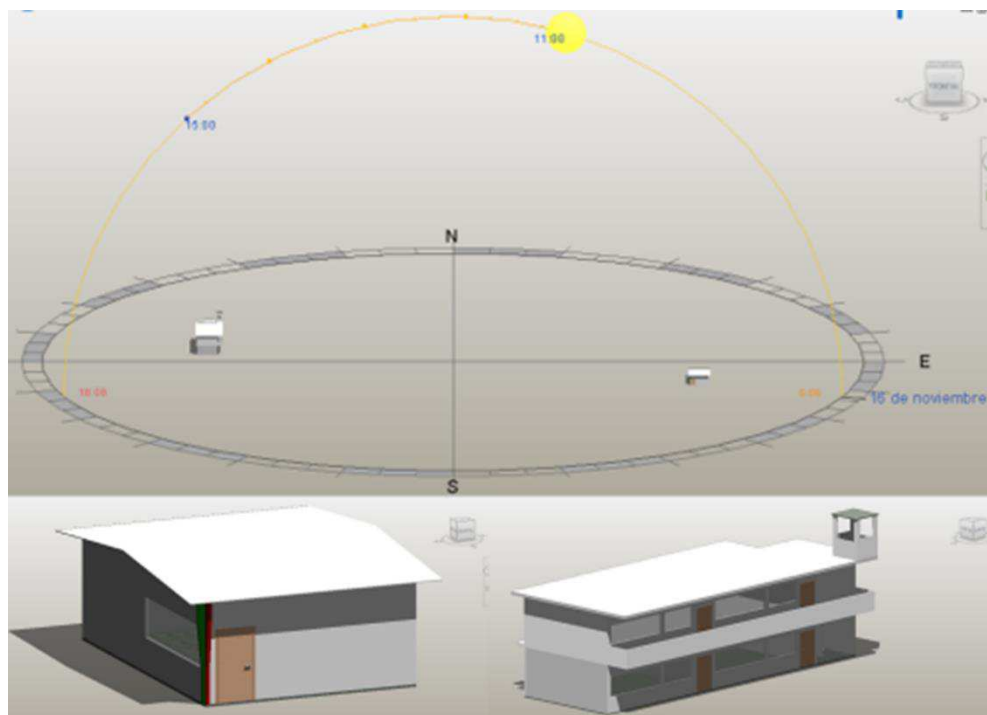
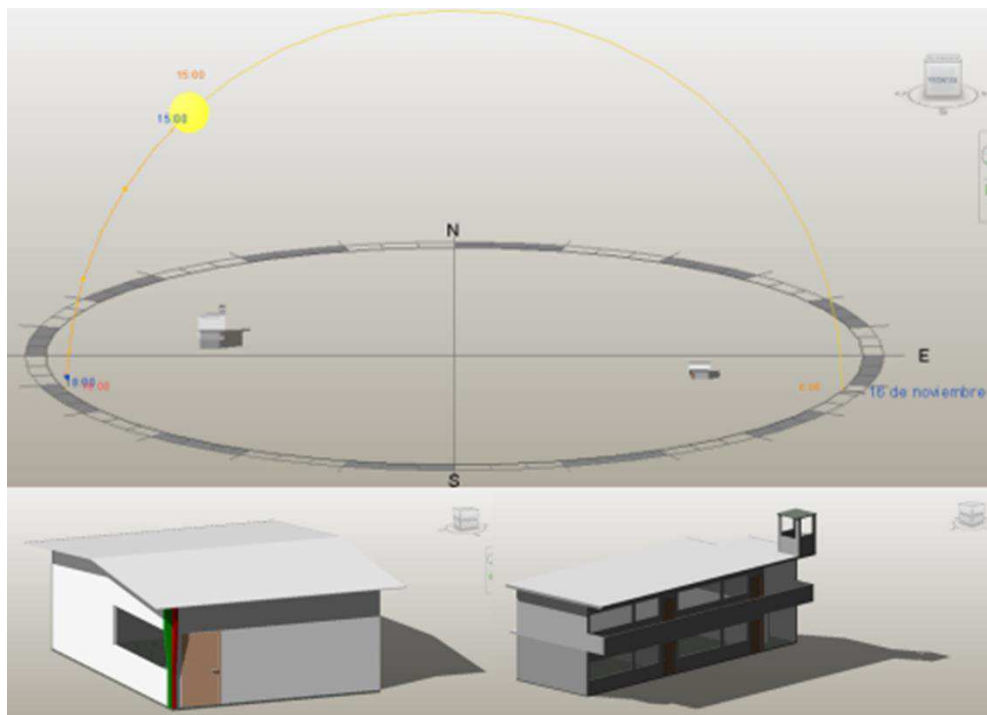


Figura 104: Análisis entre 11:00 a.m. hasta 15:00 p.m. en aulas
Fuente: Investigación de Campo-Aplicación Revit-Architecture
Autora: Geomara Cevallos



*Figura 105: Análisis entre 15:00 a 18:00 p.m. en aulas
Fuente: Investigación de Campo-Aplicación Revit-Architecture
Autora: Geomara Cevallos*

De manera particular en la unidad Educativa Manabí, el sombreadamiento sobre las edificaciones producto de la incidencia solar durante la jornada académica, no repercuten en alto grado en el espacio interior (aulas), debido a la orientación este-oeste y uso de vegetación circundante y de gran follaje, permiten generar parámetros aceptables de confort térmico.

Caso contrario sucede en la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda, donde sus edificaciones están orientadas de acuerdo a la trama urbana y forma de terreno, lo cual da origen a que los rayos del sol proporcionen zonas de sombra sobre las aulas colindantes y espacios exteriores donde no existen áreas de estar, factores que influyen en una disconformidad térmica en alumnos y personal docente. Este diagnóstico permite otorgar mayor énfasis en la aplicación de sistemas pasivos de diseño bioclimático como: protección solar, ventilación e iluminación natural en esta institución educativa.

2.4.5. Rangos de Confort Térmico

2.4.5.1. Unidad Educativa “Trajano Viteri Medranda”

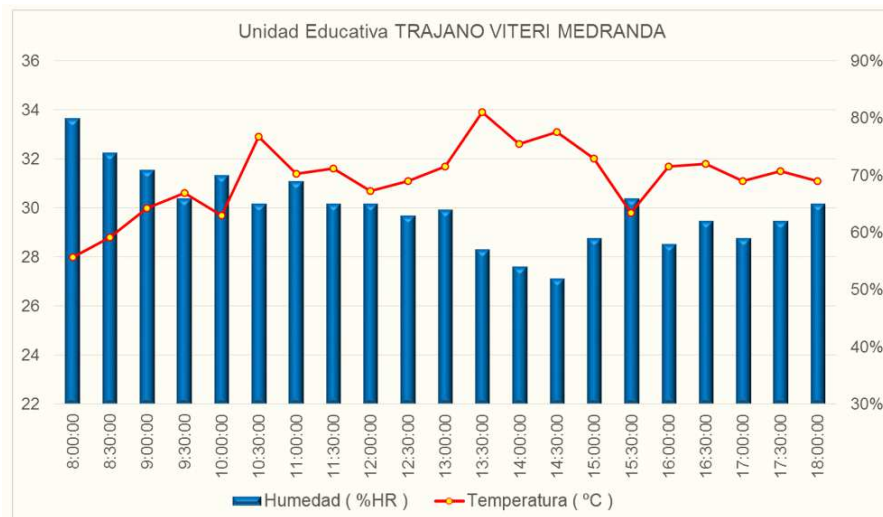


Gráfico 1: Variaciones de Temperatura y Humedad en aulas
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

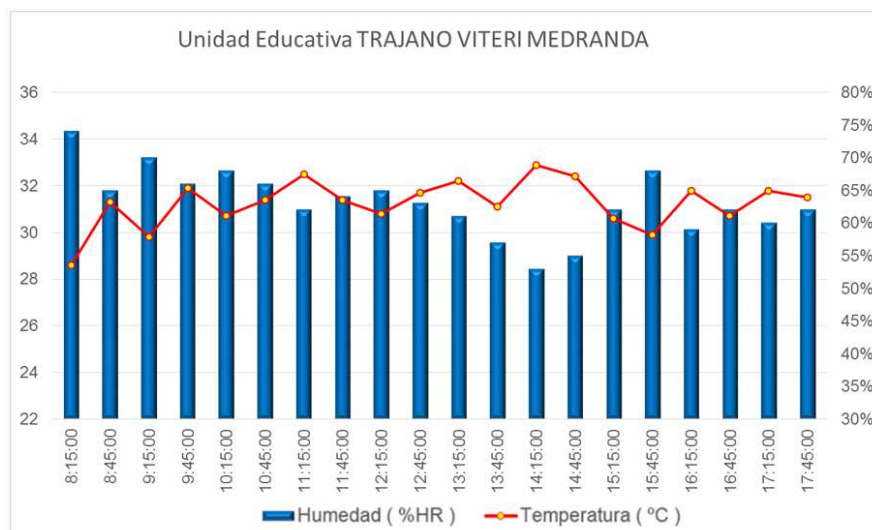


Gráfico 2: Variaciones de Temperatura y Humedad en aulas cada media hora
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Durante las 08:00 a.m. el rango de confort térmico este marcado con una temperatura de 28°C y una humedad de 78%; siendo a las 13:30 p.m. registra 34°C y el 56% de humedad donde se produce sensaciones térmicas de calor en alumnos y docentes; al terminar la segunda jornada académica 18:00 p.m. se observa a través del termómetro de ambiente 31°C y 61% de humedad, lo cual nos permite comprobar, que a mayor rango de temperatura menor es la humedad y a menor temperatura se incrementa la humedad.

2.4.5.2. Unidad Educativa “Manabí”

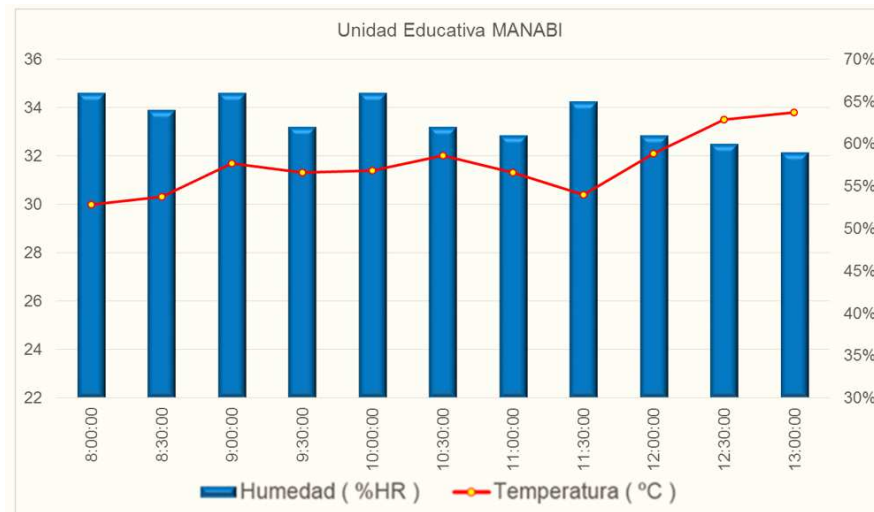


Gráfico 4: Variaciones de Temperatura Y Humedad cada media hora en aulas
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

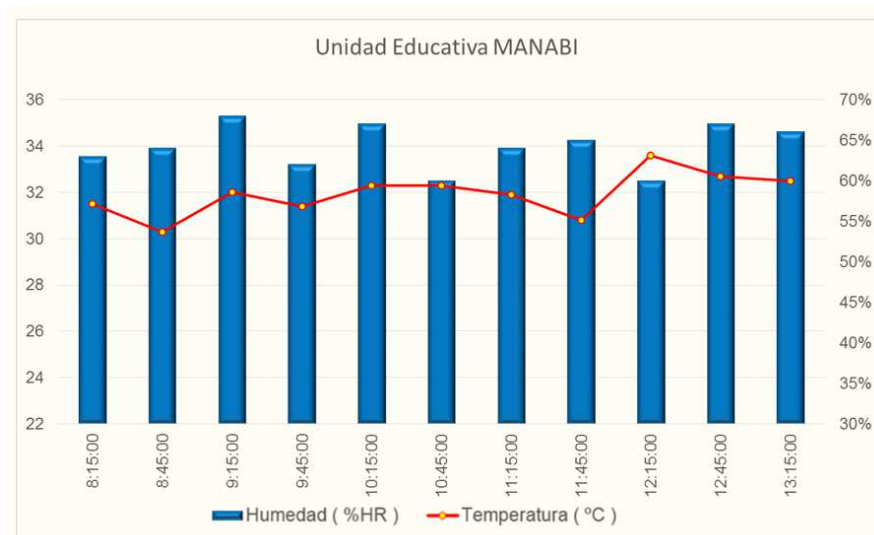


Gráfico 3: Variaciones de Temperatura y Humedad cada media hora en aulas
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Entre 08:00 a 08:15 las variaciones de confort térmico registra entre 30°C a 31.5°C con el 64 a 67% de humedad, durante las horas de recreación 10:15 a 10:45 se observa una temperatura ambiente constante de 32°C con una humedad descendiente de 67 a 61%, originada por las corrientes de aire natural proveniente del nor-oeste debido a su ubicación geográfica de 69.00 msnm y proximidad con el mar, al finalizar la jornada académica a las 13:30 p.m. se observa 32°C a 33°C de temperatura con el 60 a 67% de humedad, lo cual nos permite comprobar, que cada media hora se produce una variación de temperatura entre 1°C a 1.5°C. y una diferencia de humedad entre 3 a 7%.

2.5. Tabulación de Encuestas

La población de muestreo corresponde a 230 personas encuestadas, realizada desde el día lunes 7 hasta el día viernes 11 de noviembre, en las aulas y espacios exteriores de la Unidad Educativa Manabí y Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda de Manta.

	Horarios	Frecuencia	Porcentaje
Toma de Encuestas	08:00 a.m. a 13:00 p.m.	143	62%
	08:00 a.m. a 17:45 p.m.	87	38%
	Total	230	100%

Tabla 6: Toma de Encuestas

Fuente: Investigación de Campo

Autora: Geomara Cevallos

Gráfico

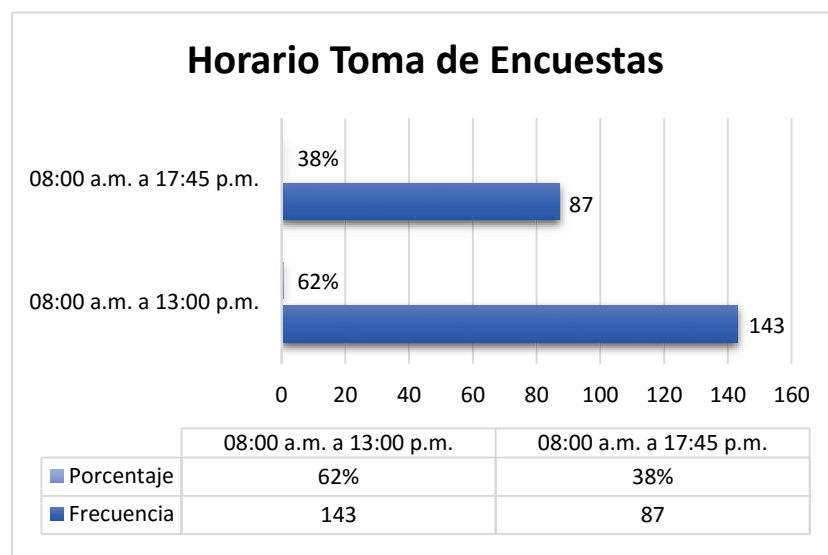


Gráfico 5: Porcentaje Horario Toma de Encuestas

Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

Para observar, recopilar información y experimentar las variaciones de confort térmico en espacios interiores y exteriores de las instituciones educativas en estudio, las encuestas realizadas siguieron un plan de trabajo de campo desde las 08:00 a.m. a 13:00 p.m. reflejado con el 62% p.m., mientras que el 38% de la programación investigativa se la realizó desde 08:00 a.m. a 17:45 p.m., horario acorde a la jornada académica de cada establecimiento.

Tabla 7: Fecha Estratégica para Encuestas

	<i>Día</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Encuestas por día	Lunes	76	33%
	Miércoles	80	35%
	Viernes	74	32%
	Total	230	100%

Tabla 7: Encuestas por día

Fuente: Investigación de Campo

Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

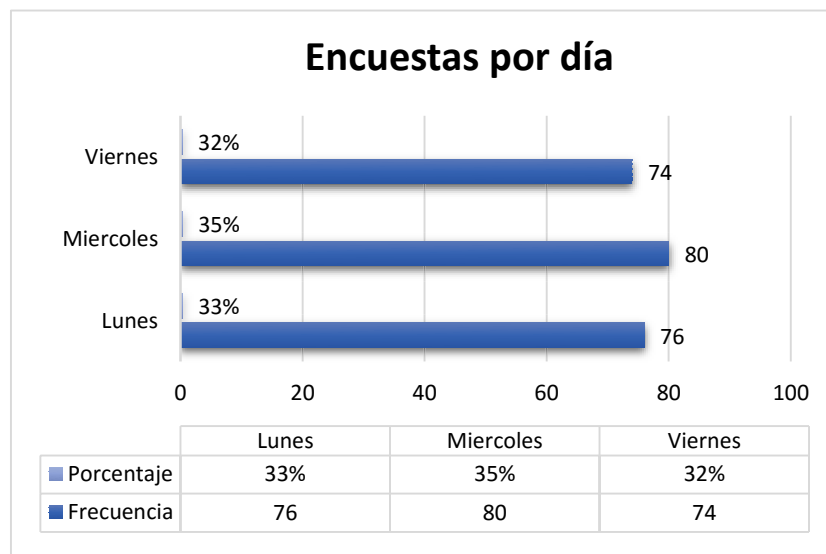


Gráfico 6: Porcentaje Encuestas por día

Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El día miércoles 9 de noviembre, se consideró como fecha estratégica para realizar las encuestas, porque durante los días lunes y viernes disminuye la asistencia de alumnos a clases, indicado por el 35% de afluencia estudiantil comprobado a través de los siguientes datos:

TABLA 8: NIVELES ACADÉMICOS DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda					
Nivel -Grado	Sección	Alumnos	Masculino	Femenino	Edad
Primer Año Básico	Diurna	26	12	14	5-6 años
Primer Año Básico	Vespertina	20	7	13	5-6 años
Quinto Año Básico	Diurna	38	25	13	9-10 años
Décimo Año Básico	Vespertina	26	14	12	14-15 años
Tercer Año Básico	Diurna	24	8	16	7-8 años
Noveno Año Básico	Vespertina	22	15	7	14-15 años
Unidad Educativa Manabí					
Nivel -Grado	Sección	Alumnos	Masculino	Femenino	Edad
Quinto Año Básico	Diurna	20	12	8	9-10 años
Tercer Bachillerato A	Diurna	23	16	7	17-18 años
Tercer Bachillerato B	Diurna	24	16	8	17-18 años

Tabla 8: Género de Alumnos por Nivel de Educación

Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Tabla 9: Estudio de la Población Estudiantil por Edades en los diferentes Niveles Académicos.

	<i>Niveles</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Personas encuestadas	Escolares	128	56%
	Adolescentes	95	41%
	Profesores	7	3%
	Total	230	100%

*Tabla 9: Estudio de Población Estudiantil por edades Fuente: Investigación de Campo
Autora: Geomara Cevallos*

Gráfico:

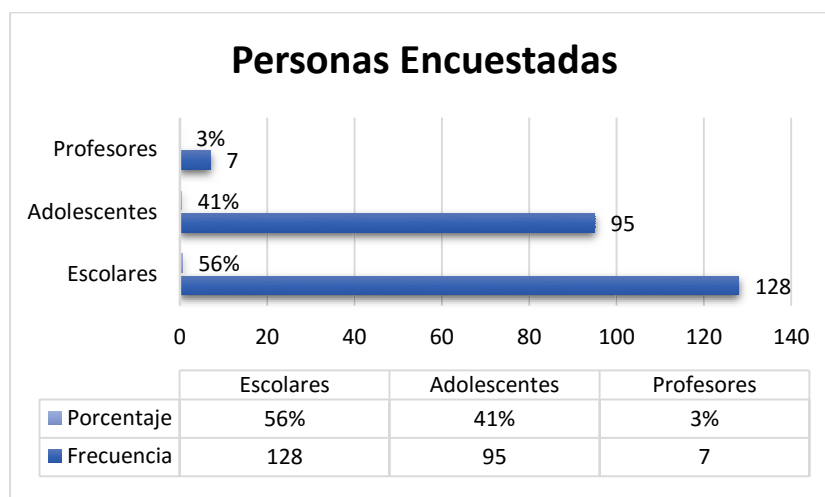


Gráfico 7: Porcentaje de Personas Encuestadas Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

Los diferentes niveles de enseñanza académica expresan con el 56% de las encuestas realizadas a una población estudiantil de escolares entre los 5 a 11 años de edad, con el 41% a adolescentes en edades comprendidas entre 12 a 18 años y el 3% representado por docentes con edades entre 25 a 45 años de edad de las Unidades Educativas “Manabí” y “Trajano Viteri Medranda”.

Tabla 10: Ocupación de Espacio Físico (aulas) por la Población Estudiantil.

	<i>Población estudiantil</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Personas encuestadas	Estudiantes	223	97%
	Profesores	7	3%
	Total	230	100%

Tabla 10: Ocupación de Espacio Físico Fuente: Investigación de Campo Autora: Genny Anchundia

Gráfico:

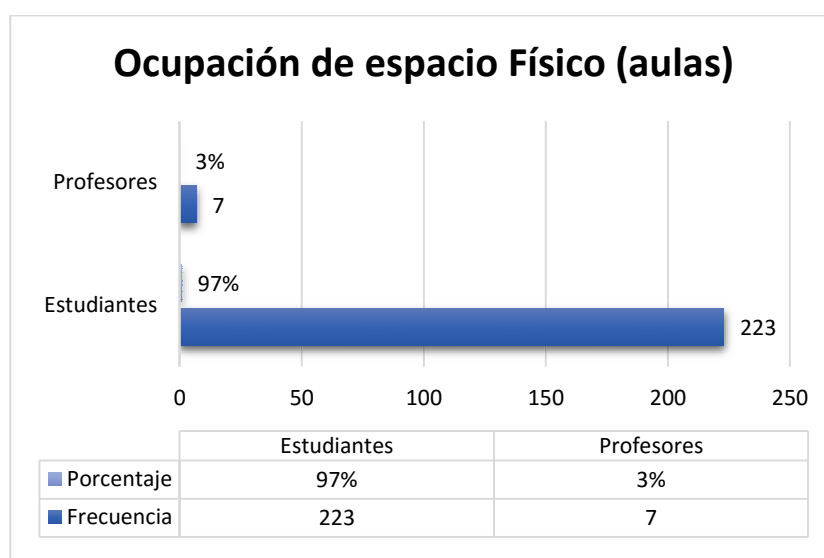


Gráfico 8: Porcentaje de Espacio Físico (Aulas) Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

La ocupación del espacio físico por parte de la población estudiantil transcurre bajo diferentes horarios comprendidos desde las 08:00 a.m. hasta las 18:00 p.m. de lunes a viernes, donde el 97% de estudiantes realiza diferentes actividades académicas en sus respectivas aulas, mientras que el 3% corresponde a profesores que deben cumplir con una jornada laboral de 8 horas diarias distribuidas en el plan de enseñanza acorde a su rango y especialidad.

Tabla 11: Género de población estudiantil de las Instituciones Educativas

	Género	Frecuencia	Porcentaje
Personas encuestadas	Femenino	103	45%
	Masculino	127	55%
	Total	230	100%

Tabla 11: Género de Población estudiantil Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

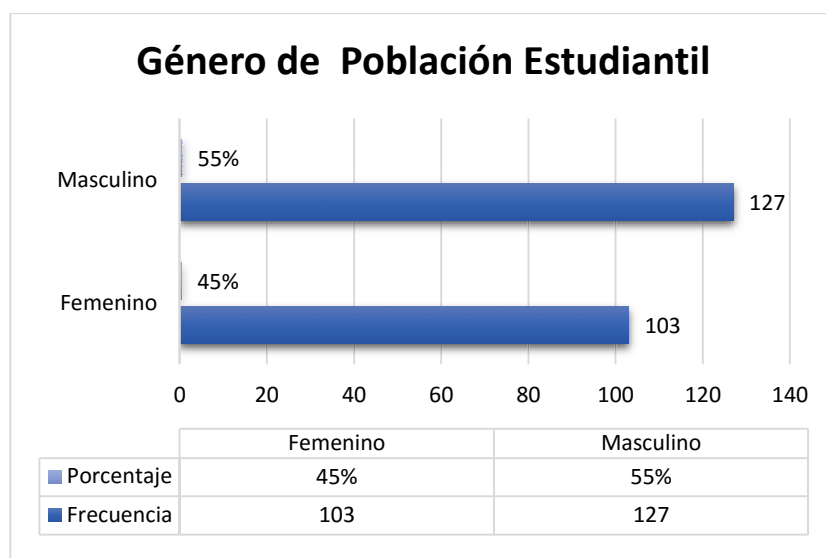


Gráfico 9: Porcentaje Género de Población Estudiantil Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

La población estudiantil encuestada se proyecta con un alto registro de alumnos y profesores de género masculino con el 55%, mientras que el 45% equivale al género femenino, indagados en las aulas durante un horario de intervalo preestablecido bajo acuerdo con cada maestro y en espacios exteriores en el horario de recreación, donde se pudo observar varios parámetros que influyen en la sensación de confort térmico y los diferentes rangos de variación de temperatura que experimentan cada individuo acorde a su género y condiciones físicas, psicológicas y sociales.

Tabla 12: Sensación Térmica de población estudiantil al Interior de las aulas.

	<i>Horario</i>	<i>Sensación Térmica</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
1. ¿Cómo se siente Ud. ahora?	08:00 a 09:00 a.m.	Con mucho frío	2	1%
	08:00 a 08:30 a.m.	Con frío	4	2%
	08:00 a 12:00 p.m.	Con algo de frío	4	2%
	08:00 a 17:45 p.m.	Neutro	45	20%
	10:30 a 12:00 p.m.	Con algo de calor	21	9%
	11:15 a 15:00 p.m.	Con calor	130	57%
	12:00 a 18:00 p.m.	Acalorado	24	10%
	Total		230	100%

Tabla 12: Percepción Térmica Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

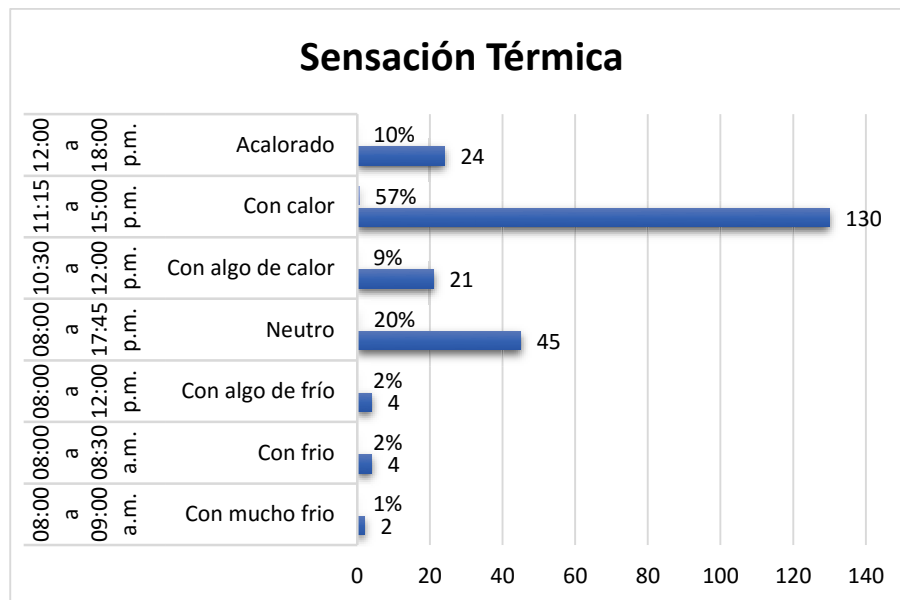


Gráfico 10: Porcentaje Sensación Térmica de Población Estudiantil Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El 10% de la población estudiantil indican sentirse acalorado, es decir, experimentan disconformidad térmica a partir del medio día hasta finalizar la jornada académica, el 57% expresa sentirse con calor desde las 11:15 a.m. hasta 15:00 p.m. donde se registran rangos entre 30°C a 32°C de temperatura ambiente y 65% de humedad, mientras el 20% logra tener una sensación neutral toda la jornada académica y apenas el 1% señala sentirse con mucho frío.

Tabla 13: Flujo de Corrientes de Aire al Interior de las aulas

2. En relación al ingreso de las corrientes de aire, le gustaría a Ud.?	Corrientes de Aire	Frecuencia	Porcentaje
	Más ingreso	220	96%
	Sin cambios	7	3%
	Menos ingreso	3	1%
	Total	230	100%

Tabla 13: Flujo de Corrientes de Aire Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

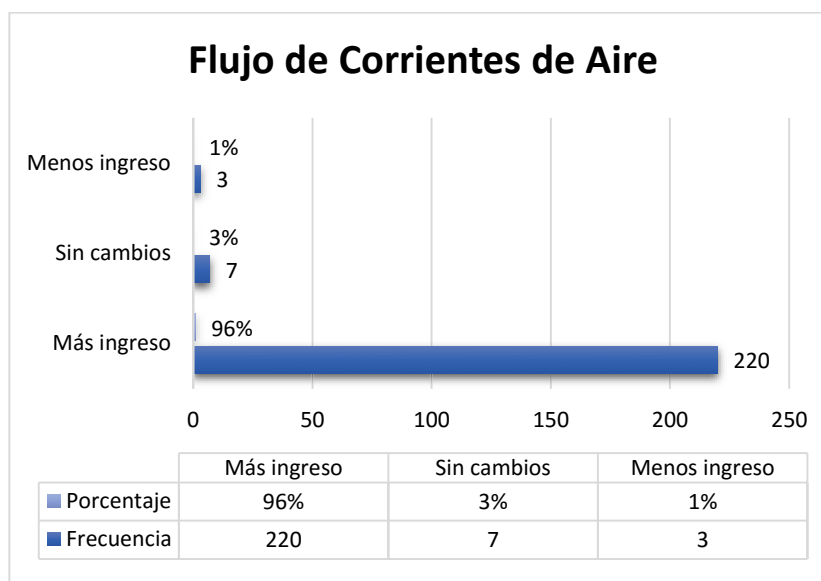


Gráfico 11: Porcentaje Flujo de Corrientes de Aire Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

La investigación de campo a través del proceso de experimentación permite comprobar en la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda que el 96% de la población estudiantil demanda más ingreso de flujo de corrientes de aire hacia el interior de las aulas, consideran que estos espacios interiores deben ser ambientes amplios y confortables. Además de observar en los espacios exteriores una vegetación escasa y parcial.

Caso contrario resulta en la unidad Educativa Manabí donde el 3% de estudiantes indica no realizar cambios en el ingreso de las corrientes de aire al contar con un entorno natural con exuberante vegetación que permite el desplazamiento de dichos flujos al interior de las aulas generando de manera frecuente la ventilación cruzada.

Tabla 14: Registros de Niveles de Humedad en las aulas

3. Según su percepción, este ambiente es:	Horario	Ambiente	Frecuencia	Porcentaje
	08:00 a 09:00 a.m.	Muy Húmedo	0	0%
	08:00 a 08:30 a.m.	Húmedo	3	1%
	08:00 a 12:00 p.m.	Algo Húmedo	11	5%
	08:00 a 17:45 p.m.	Cálido o Agradable	85	37%
	10:30 a 12:00 p.m.	Algo Cálido	109	47%
	11:15 a 15:00 p.m.	Cálido	14	6%
	12:00 a 18:00 p.m.	Muy Cálido	8	3%
	Total		230	100%

Tabla 14: Niveles de Humedad Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

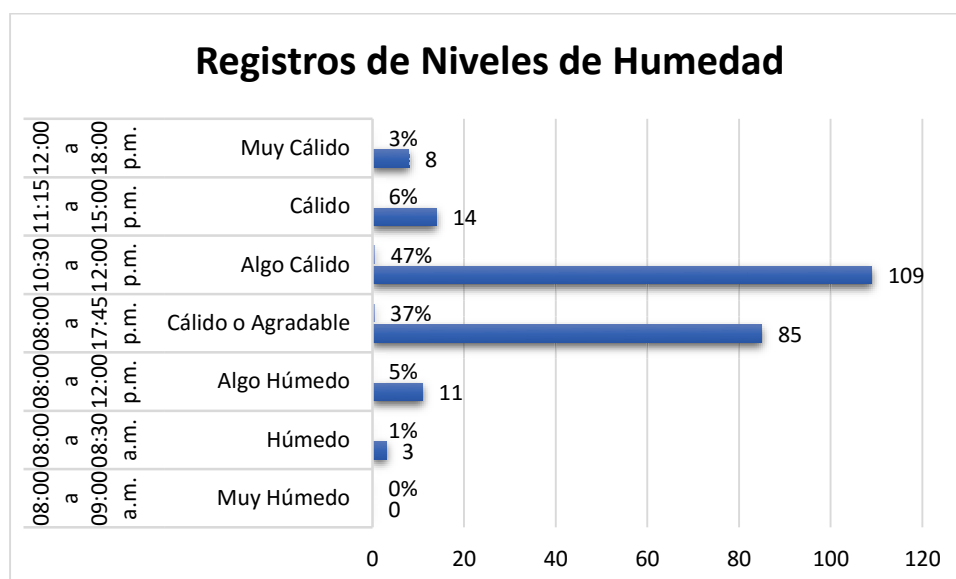


Gráfico 12: Porcentaje Registros de Niveles de Humedad Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El 1% de la población estudiantil indican percibir un ambiente húmedo durante la mañana entre las 08:00 a 08:300 a.m.; el 5% de estudiantes durante la jornada académica logra distinguir ambientes algo húmedo durante toda la mañana. A diferencia del 37% que logra experimentar sensaciones cálida o agradable todo el día, mientras el 47% toleran ambientes algo cálidos entre las 10:30 a.m. a 12:00 p.m. de manera especial al terminar las actividades recreativas y el 3% soporta sensaciones de ambientes muy cálidos a partir del mediodía y la tarde.

Tabla 15: Confortabilidad en los salones de clases

4. Le gustaría a Ud. que su salón de clases sea un ambiente?

Aulas	Frecuencia	Porcentaje
Más Cálido	10	4%
Sin cambios	45	20%
Más Fresco	175	76%
Total	230	100%

Tabla 15: Confortabilidad en las Aulas Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

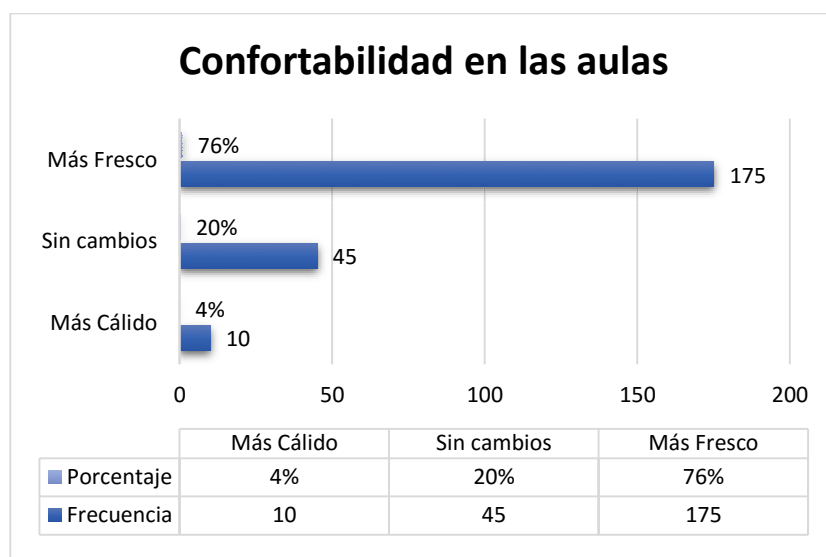


Gráfico 13: Porcentaje Confortabilidad en las aulas Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El 76% de los encuestados indican que las aulas de clases deben ser ambientes más frescos, por ende complementar este espacio físico con elementos constructivos y naturales para crear aulas confortables; el 20% manifiesta que no debe realizar cambio alguno al considerar sus respectivas aulas un ambiente agradable y el 4% explica que deben ser ambientes más cálidos debido a la influencia de la temperatura interna corporal.

Tabla 16: Actividades Académicas de las Instituciones Educativas

	Horario	Ambiente	Frecuencia	Porcentaje
5. Actividades que ha realizado durante la última hora	08:00 a 18:00 p.m.	Sentado	80	35%
	15:45 a 16:45 p.m.	De pie	19	8%
	08:00 a 09:00 a.m.	Caminando	33	14%
	10:30 a 17:45 p.m.	Corriendo	58	25%
	10:35 a 12:00 p.m.	Saltando	36	16%
	08:00 a 18:00 p.m.	Otras	4	2%
	Total		230	100%

Tabla 16: Actividades Académicas Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

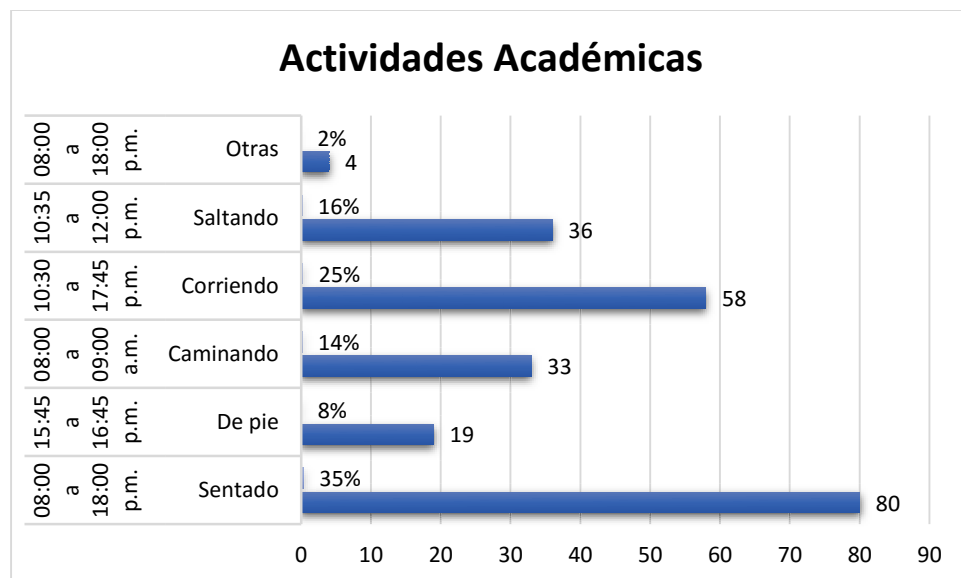


Gráfico 14: Porcentaje Actividades Académicas Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

Durante el desarrollo de la investigación de campo se logra distinguir las diferentes actividades académicas de la población estudiantil y la manera como influyen las variaciones de confort térmico del espacio físico, natural y temperatura corporal de cada persona, donde el 35% permanece sentado ($1.00 \text{ Met}=60\text{W/m}^2$) durante las horas de clase que se imparten tanto en la sección matutina y vespertina. Las actividades que involucran correr con el 25%, saltar con el 16% y caminar con el 14% ($2.90 \text{ Met}=167\text{W/m}^2$) son favoritas por los alumnos durante las horas recreativas y práctica deportiva.

Tabla 17: Nivel de Arropamiento de la Población Estudiantil

	<i>Tipo de Ropa</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
6. Indicar que tipo de ropa esta utilizando Ud.	Ligera	0	0%
	Ejecutiva	16	7%
	Tropical	97	42%
	Abrigado	117	51%
	Muy Abrigado	0	0%
	Total	230	100%

Tabla 17: Tipo de Ropa Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

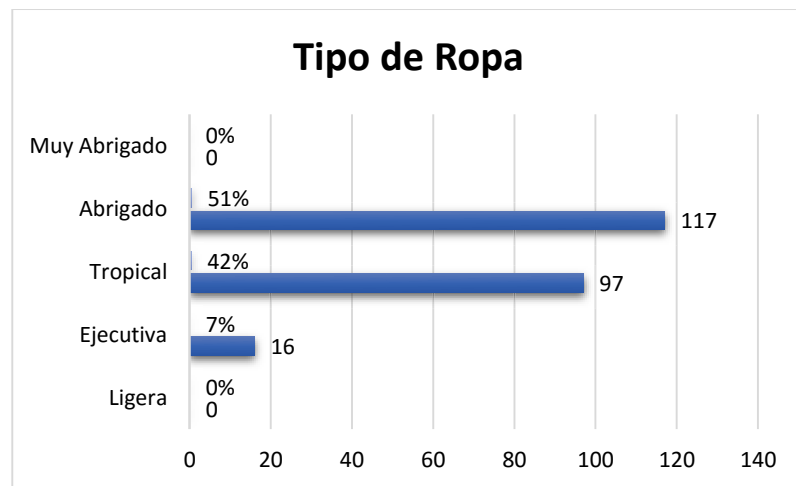


Gráfico 15: Porcentaje Tipo de Ropa Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El tipo de ropa abrigada con el 51% destaca con el uso del calentador ($Clo=0.28$; $0.043 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$) y camiseta ($Clo=0.09$; $0.014 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$) para realizar actividades deportivas, por lo que adecuan la vestimenta para cada período de clases. El 42% viste ropa tipo tropical donde se combinan falda de tela ($Clo=0.18$; $0.028 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$) y camiseta en mujeres, pantalón de tela ($Clo=0.25$; $0.039 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$) y camiseta en hombres y el 7% visten de manera formal tipo ejecutiva ($Clo=0.07$; $0.108 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$) durante los días lunes y eventos cívicos.

Prendas complementadas con suéter ($Clo=0.28$; $0.043 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$), ropa interior ($Clo=0.04$; $0.006 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$), medias ($Clo=0.02$; $0.003 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$) y calzado ($Clo=0.04$; $0.006 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$). Íntegramente estas prendas constituyen el tipo de aislamiento que protegen y cubren a cada persona, además proporciona equilibrio entre la temperatura ambiente y actividades físicas.

Tabla 18: Parámetros de Confort Térmico en las aulas y ambiente natural.

	<i>Parámetros Térmicos</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
7. ¿Le gustaría a Ud. que su salón de clases sea un ambiente agradable con?	Ventanas	20	9%
	Puerta	0	0%
	Balcón	21	9%
	Ventilador	25	11%
	Aire Acondicionado	52	23%
	Plantas y Flores	112	49%
	Total	230	100%

Tabla 18: Parámetros de Confort Térmico Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

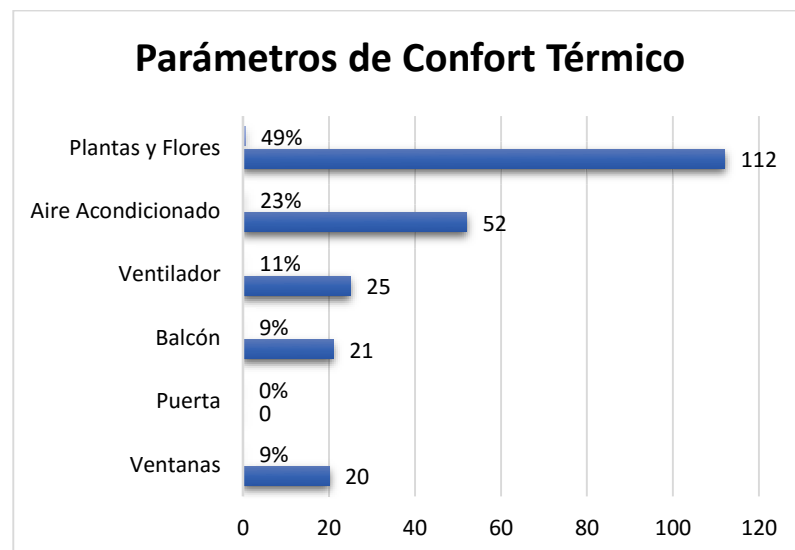


Gráfico 16: Porcentaje Parámetros de Confort Térmico Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

La población estudiantil demanda la necesidad de incorporar en los espacios exteriores el uso de plantas y flores con el 49% de aceptación para que las aulas capten de manera equilibrada luz, ventilación e iluminación natural, a su vez permita generar ambientes interiores agradables, saludables y confortables. El 23% requiere el uso de aire acondicionado para regular la temperatura ambiente en el salón de clases, acorde a las sensaciones térmicas y metabolismo que generan los estudiantes después de cada actividad. El 9% indica integrar al diseño de las aulas: ventanas como captadores de flujos de aire para generar ventilación cruzada y balcones como generadores de sombra y protectores solares.

Tabla 19: Influencia de las Corrientes de Aire y Comportamiento de la masa térmica de la envolvente de las aulas en las sensaciones térmicas de la Población Estudiantil.

8. ¿Dónde suele ubicarse Ud. por lo regular dentro del salón de clases?	Ubicación	Frecuencia	Porcentaje
	Cerca de la Ventana	102	44%
	Cerca de la puerta	20	9%
	En el centro	97	42%
	En las esquinas	11	5%
	Total	230	100%

Tabla 19: Ubicación de alumnos Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

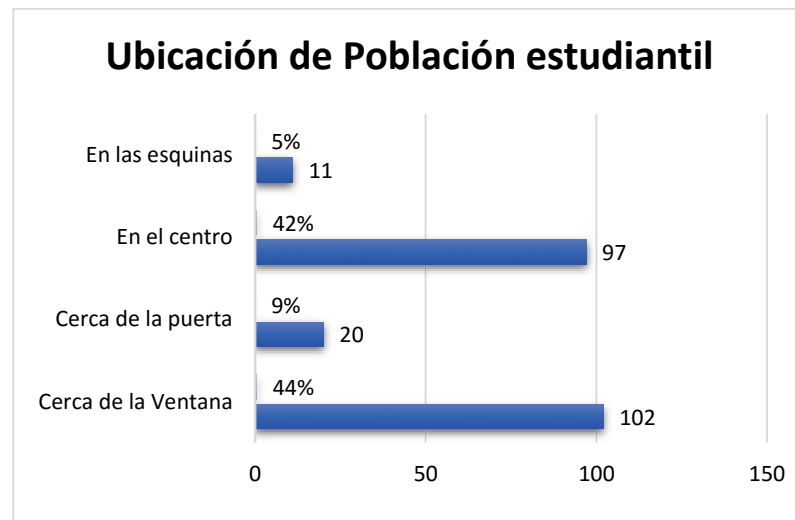


Gráfico 17: Porcentaje Ubicación de Población Estudiantil
Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El ingreso de las corrientes de aire y la acumulación de calor en las paredes y elementos envolventes de las aulas, permite conocer que el 44% de la población estudiantil prefiere sentarse cerca de las ventanas con el fin de aprovechar luz y ventilación natural, el 42% prefiere permanecer sentado en el centro del aula porque fluye regularmente el paso del viento y el 9% prefiere estar cerca de la puerta porque experimenta sensaciones de confortabilidad.

Tabla 20: Influencia de los Materiales de Construcción en las sensaciones térmicas de la Población Estudiantil.

9. ¿Cuáles son las características físicas del Salón de clases?

Descripción	Materiales Construcción	Frec	%	Materiales Construcción	Frec	%	Materiales Construcción	Frec	%	Total Frec	Total %
Bancas	Madera	6	3	Plástico	22	10	Cerámica	202	88	230	100%
Pisos	Cerámica	165	72	Baldosa	8	3	H° Simple	57	25	230	100%
Cubiertas	Losa H°A°	45	20	Zinc	30	13	Eternic	155	67	230	100%
Paredes	Madera	7	3	Ladrillos	223	97	Prefabricados	0	0	230	100%
Ventanas	Aluminio/Vidrio	47	20	Madera/Vidrio	8	3	Rejas Metálicas	175	76	230	100%
Color	Claros	211	92	Neutrales	12	5	Intensos	7	3	230	100%

Tabla 20: Características Físicas del Salón de Clases
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráficos:

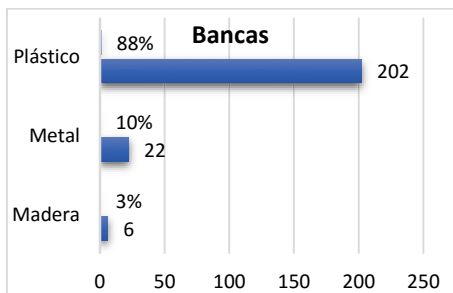


Gráfico 18: Porcentaje Bancas Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

Las aulas de la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda cuentan con el 88% de bancas plásticas, material que se expone a los cambios de temperatura y humedad produciendo disconformidad térmica en los alumnos.

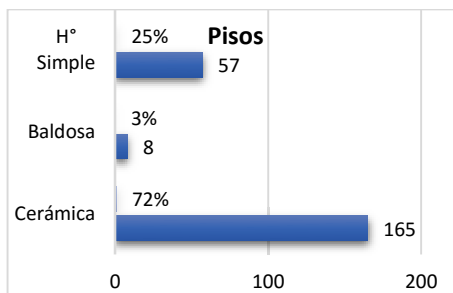


Gráfico 19: Porcentaje Pisos Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El piso de las aulas posee recubrimiento de cerámica en el 72% de su superficie, material que funciona como aislante térmico y ofrece una adecuada sensación térmica.

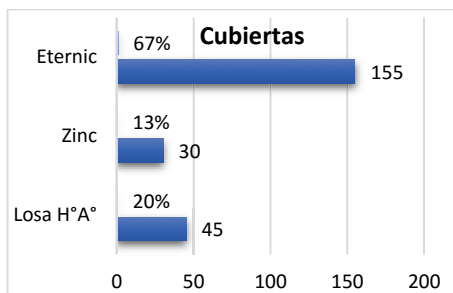


Gráfico 20: Porcentaje Cubiertas Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El 67% de las cubiertas están diseñadas con estructura metálica y eternit, elemento receptor de radiación solar por ende emisor de calor durante el mediodía y la tarde.

Gráficos:

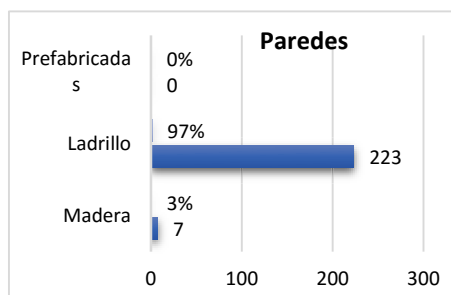


Gráfico 21: Porcentaje Paredes Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

Los salones de clases cuentan con paredes construidas de ladrillo, en el 97%, material recubierto con enlucido H° simple que se constituye en la envolvente de las aulas, protege de la radiación solar directa pero las fachadas orientadas al oeste se convierte en un transmisor de calor a partir del mediodía y durante la tarde.

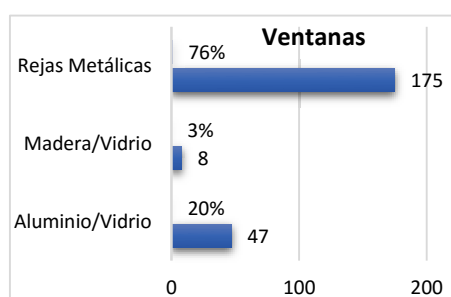


Gráfico 22: Porcentaje Ventanas Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

En la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda el 76% de las aberturas están construidas de rejas metálicas sin vidrio, favorece en el flujo de las corrientes de aire pero permite el paso de los rayos solares durante la tarde afectando la calidad de las actividades educativas en las aulas con aberturas orientadas al oeste.

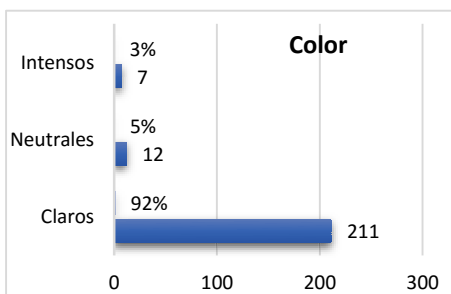


Gráfico 23: Porcentaje Color Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

Las paredes exteriores e interiores de la Unidad Educativa Manabí poseen tonalidades de colores claros y neutros en el 92% de su superficie, pigmentos que reflejan la radiación solar y de baja captación de calor, logran que las aulas sean ambientes agradables y de confort.

Descripción Complementaria:

Los materiales de construcción analizados se encuentran expuestos a cambios de temperatura durante la mañana y la tarde, debido a la influencia de parámetros como orientación de fachadas, diseño de las aulas en cuanto a su forma, la escasa vegetación, tipo de aberturas y materiales adicionales (textura-color), que en conjunto actúan como aislantes, receptores y protectores de la radiación solar, cuya capacidad de ceder o transmitir calor, intervienen directa e indirectamente en la sensación térmica que experimentan los alumnos y personal docente de las instituciones educativas en estudio.

Tabla 21: Confort térmico de acuerdo al horario de ocupación de las aulas.

	<i>Tiempo</i>	<i>Horario</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
10. ¿Cuánto tiempo pasa Ud. en el Salón de clases?	10:35 a 16: 00 p.m.	Entre 1 a 2 horas	7	3%
	12:30 a 17:45 p.m.	Entre 2 a 4 horas	165	72%
	08:00 a 17:45 p.m.	Entre 4 a 6 horas	40	17%
	08:00 a 1:30 p.m.	Entre 6 a 8 horas	18	8%
	Total		230	100%

Tabla 21: Horario de Clases Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Gráfico:

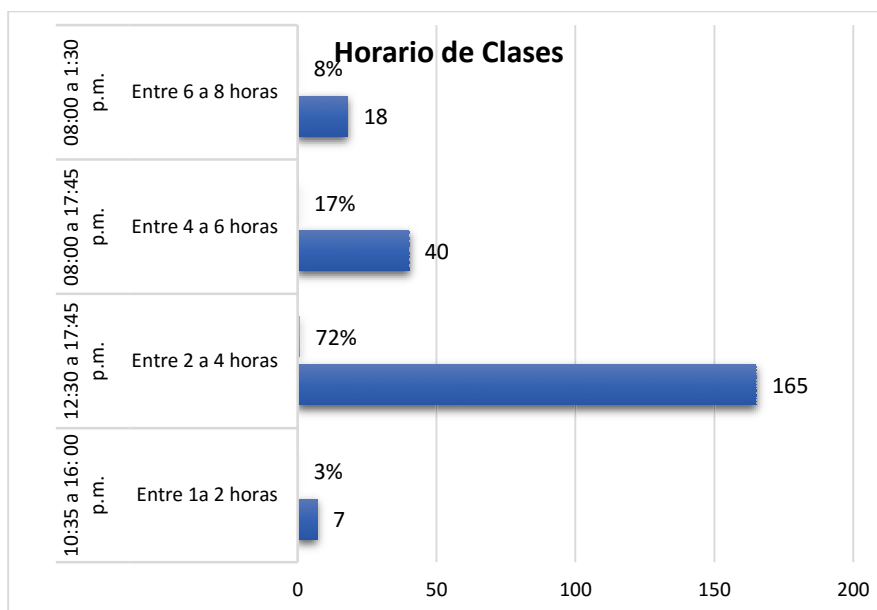


Gráfico 24: Porcentaje Horario de Clases Autora: Geomara Cevallos

Descripción:

El 72% de la población estudiantil de la Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda permanece entre 2 a 4 horas en el salón de clases (12:30 a 17:45 p.m.), correspondiendo a la segunda jornada académica, el 17% corresponde a estudiantes y personal docente que permanece entre 6 a 8 horas por cuestión laboral educativa (08:00 a.m. a 17:45.p.m.). Observando como estudiantes y profesores deben tolerar los cambios de temperatura y humedad en función de las características de los materiales, el diseño arquitectónico de las aulas, condiciones climatológicas, factores físicos, psicológicos y sociales de sus usuarios.

2.6. Análisis e Interpretación de los Resultados

La percepción térmica constituye un proceso complejo del cerebro humano, que varía de acuerdo a la individualidad, circunstancias del entorno, considerando que las mujeres pasan más calor que los hombres. En una evaluación subjetiva, es esencial analizar: el ámbito estimativo, preferencia, aceptabilidad y tolerancia del usuario frente al ambiente térmico. Además, evaluar la incidencia de las distintas configuraciones sobre el comportamiento térmico del espacio, los rangos del confort térmico y percibir los períodos más críticos del día (11 am – 15:30 pm) en cuestión de asoleamiento, durante el invierno y verano.

Los problemas de confort térmico en las unidades educativas en estudio se originan por el diseño inadecuado y capacidad excedente de alumnos en las aulas de clases, orientaciones de sus fachadas, escasas áreas verdes y recreativas, por ello, el presente análisis permite buscar varias alternativas de solución para minimizar los cambios de temperatura, sustentado en la recopilación de información de campo, fundamentos teóricos y normas de diseño bioclimático, con el objetivo de mejorar las condiciones de confort térmico en alumnos y docentes, a su vez puedan desarrollar sus actividades en un ambiente agradable de bienestar y salud.

Las aulas de la Unidad Educativa “Trajano Viteri Medranda” registran problemas de disconformidad térmica durante la realización de las diferentes actividades académicas, socio-culturales y recreativas debido a la falta de sistemas pasivos de control climático en sus edificaciones, escasa vegetación; falta de diseño paisajístico de pisos, áreas verdes y mobiliario complementario en su espacio exterior. La problemática actual debe contemplar estrategias de diseño bioclimático con el fin de mejorar el confort térmico y calidad del espacio físico y natural.

Las aulas de la sección inicial y básica de la Unidad Educativa “Manabí”, presentan mínimos porcentajes de problemas de confort térmico ya que su diseño arquitectónico corresponde a una correcta planificación de sus instalaciones, a excepción de las aulas de la sección bachillerato distribuidas en un edificio de dos plantas, cuyos alumnos perciben disconformidad térmica durante las actividades académicas ante la falta de sistemas pasivos de protección solar.

3. CONCLUSIONES

El diagnóstico determina la aplicación de un diseño bioclimático en las aulas y espacios exteriores de las instituciones educativas en estudio, de manera especial en las aulas de las instalaciones de la Unidad Educativa “Trajano Viteri Medranda”, donde deberán aplicarse sistema pasivos de confort térmico como: protección solar, ventilación e iluminación natural y de manera particular considerar el análisis de su estructura físico-espacial: Forma, orientación, separación, dimensiones, materiales de construcción de paredes y pisos, tamaño de las aberturas, tipos de cubiertas y superficies exteriores, ya que todos estos parámetros reciben incidencia directa del clima. Para lo cual se concluye en:

Proponer galerías como espacio abierto-cubierto, que permitan ser zonas de sombreado, como medio de protección para las aulas y a su vez se convierta durante las jornadas de recreación, como un espacio de integración socio-cultural.

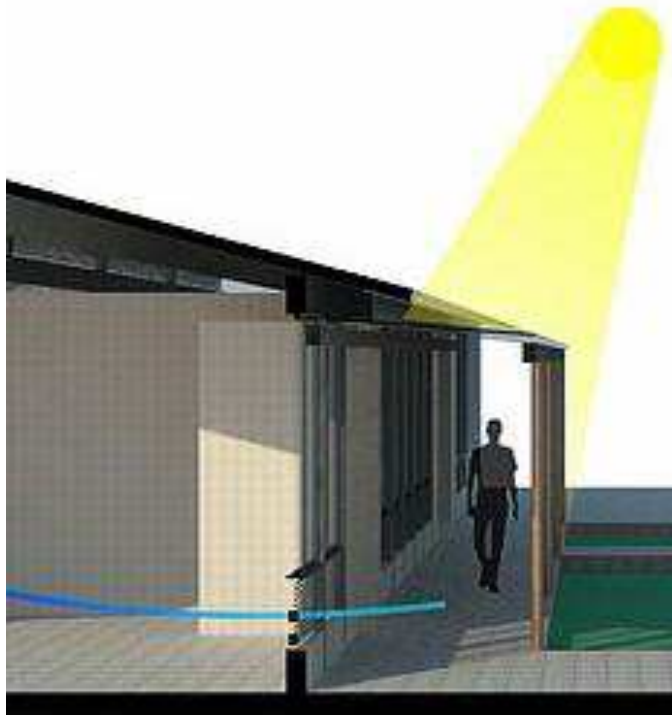


Ilustración 1: Uso de Galerías Fuente: www.efectohabitar.com

Adicionalmente proponer una zona complementaria para las actividades de recreación como: áreas de estar y bar, que ante la falta de este equipamiento existe un bajo estímulo en el aspecto psicológico de los estudiantes, ya que esta actividad actualmente se la realiza en dos espacios bajo un árbol y sentados sobre el piso o en sillas dispuestas en pasillos exteriores.



Ilustración 2: Equipamiento de área recreativa
Fuente: www.plataformaarquitectura.cl/Manual de Mobiliario Urbano

Plantear áreas de caminerías con pisos adoquinados y cubiertas con sistema de pergolados, dando prioridad desde el ingreso principal y en las áreas de circulación que vinculan con el área recreativa, como canchas de usos múltiples, para resguardar tanto a alumnos como personal docente de la radiación solar directa, durante las horas que se registran los mayores índices de calor.



Ilustración 3: Diseño paisajístico en áreas exteriores Fuente: www.disenodejardines.com › Jardinería

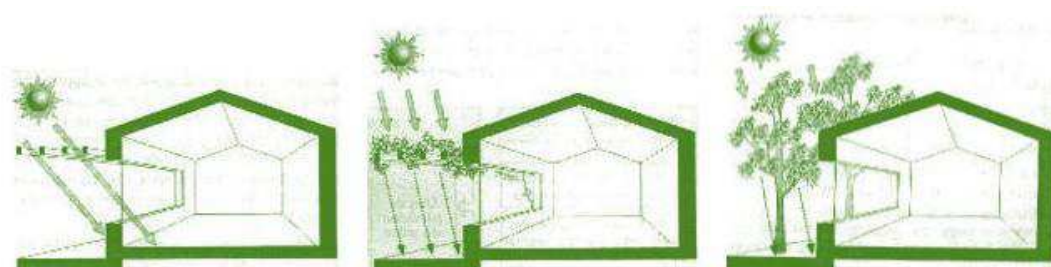


Ilustración 4: Protección solar Fuente: www.moondoreyes.com

Implantar planes de arborización a través de programas educativos, que permitan la integración, estimulación y cooperación entre alumnos y personal docente, tal sistema tendrá como objetivo crear un ambiente natural armónico como barrera protectora de la incidencia solar y elemento de captación de las corrientes de aire, para equilibrar las variaciones de confort térmico en el espacios interiores y exteriores; las especies vegetales a considerar son: algarrobo, ficus, neem, mango, tamarindo, arbustos, flores, entre otros, que crecen y se desarrollan en climas cálidos-húmedos, como:



Ilustración 5: Especies de vegetación
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos



Anturias



Mandelvil



Geranio



Arbusto de Verano

*Ilustración 6: Especies de vegetación
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos*



Cortina Verde



Duranta



Ficus



Groto

*Ilustración 7: Especies de vegetación
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos*



Ilustración 8: Especies de vegetación
Fuente: Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos

Promover la ventilación cruzada en las aulas a través de la apertura de ventanas altas en las fachadas posteriores, protegerlas con galerías y árboles circundantes a poca distancia, ya que durante la tarde reciben la mayor incidencia solar.

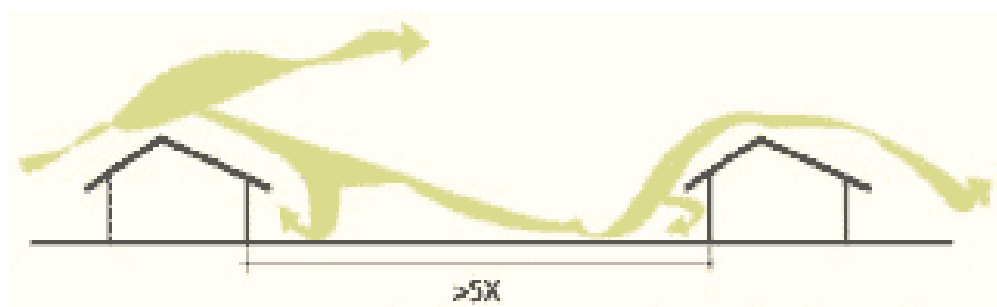


Ilustración 9: Ventilación cruzada
Manual de diseño para edificaciones en climas cálidos-húmedos
Fuente: viciosogil-laura-pa7-1415.blogspot.com/.../climatologia-manualimplanta.html



Ilustración 10: Captación de corrientes de aire
Manual de diseño para edificaciones en climas cálidos-húmedos
Fuente: viciosogil-laura-pa7-1415.blogspot.com/.../climatologia-manualimplanta.html

Mejorar aspectos en paredes, mediante el uso de colores en tonos claros: blanco y beige, que permitan la reflexión de los rayos solares, tanto en el interior y exterior las fachadas.



Ilustración 11: Uso de colores en tonos claros Fuente: www.efectohabitar.com

Cambiar tipo de aberturas proponiendo ventanas corredizas, con vidrio de control solar combinadas con celosías, que permita la reflexión de la radiación solar durante el invierno y en el verano permita controlar el flujo de las corrientes de aire.

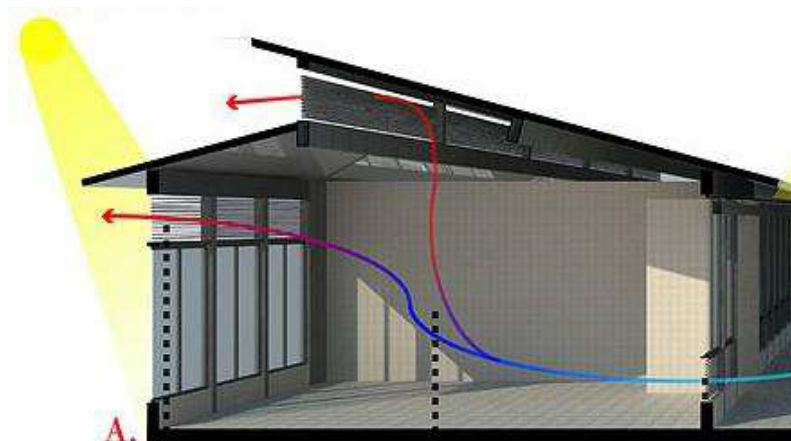


Ilustración 12: Uso de aberturas combinadas (corredizas-celosías) Fuente: www.efectohabitar.com

Para la Unidad Educativa Manabí, la propuesta bioclimática se enfocará en el bloque de la sección bachillerato, con los siguientes parámetros de diseño: Implantar arborización en área circundante al bloque de primero y tercero de bachillerato, para crear ambiente de sombreamiento y donde se canalice las corrientes de aire. Definir caminerías con adoquines y hormigón simple, protegidas de la incidencia solar, que permitan la integración del bloque con el resto de las instalaciones.

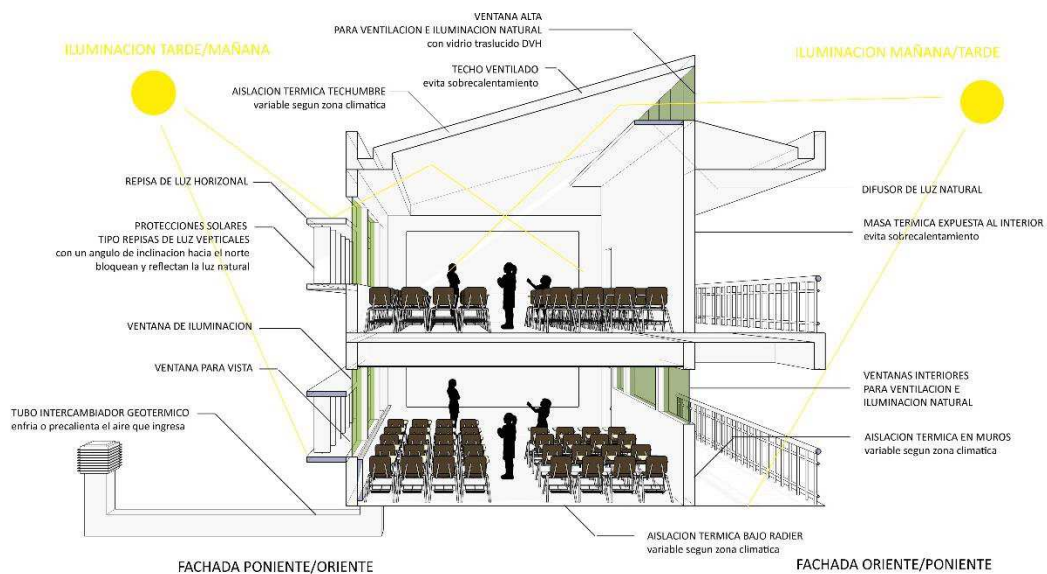


Ilustración 13: Disposición de bloque de aulas Fuente: arquitectura.ubiobio.cl

Utilización de dispositivos de control solar tipo lamas o persianas en la cornisa de la cubierta tipo losa, para mitigar la incidencia solar durante las variaciones climáticas que se producen a lo largo del año.



Ilustración 14: Control solar en cubiertas tipo losa – Utilización de celosías con lamas en fachadas Fuente: www.efectohabitar.com – www.archiexpo.es

4. RECOMENDACIONES

La implementación de sistemas de climatización pasivos es de primordial importancia al momento de diseñar espacios arquitectónicos, en este caso locales de educación, donde se debe centrar la atención en la reducción del calor adquirido a través de la envolvente y de la producción innecesaria del calor humano en los climas cálidos-húmedos como el nuestro.

En cuanto a iluminación se recomienda la aplicación de colores claros en las superficies, como fuentes secundarias de luz, vanos anchos y horizontales; protectores solares refractivos.

Ventilación cruzada, conduciéndola hacia las personas, para estimular la evaporación; galerías ventiladas en fachadas revestidas por vegetación, persianas o doble acristalamiento; tabiques paralelos a las corrientes de aire.

Ventanería: en dirección máxima a los vientos; dimensión mínima en dirección opuesta al viento, en dirección opuesta en parte alta de los muros; lamas o persianas ajustables para realizar modificaciones de acuerdo con las condiciones existentes.

Vegetación: árboles altos y densos para sombrear espacios exteriores durante todo el año; arbustos como conductores del viento; distancia entre árboles para favorecer una sombra continua; espacios exteriores arbolados con vegetación perenne; caminerías con mínimo pavimento sombreadas durante todo el año; acabados de pisos permeables.

El diseño bioclimático a aplicarse en estos casos, debe buscar establecer la consideración de la interacción entre energía, ambiente y edificación, a fin de que ésta regule los intercambios de calor con el ambiente, propiciando las condiciones de confort humano, cuyos parámetros se definen de la siguiente manera:

Energía

Rangos de confort según condiciones climáticas extremas ambientales y rasgos antropométricos y edad de los usuarios y en función de su nivel de actividad metabólica y arropamiento. Debe tenerse presente lo determinante que, para el confort de los usuarios, constituye el conocimiento de los aspectos antropológicos (las costumbres y usos del espacio y el concepto de bienestar) y culturales (los patrones estéticos, funcionales, decorativos y simbólicos) y el efecto que estos tienen en la calidad de la vida.

Ambiente

Los parámetros climáticos estudiados son: la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, lluvias con intensidades, radiación solar (intensidad y duración) y nubosidad. Las características geográficas del lugar se refieren a las exigencias planteadas por su localización geográfica (latitud, longitud y altitud), la ubicación y topografía del lote, contaminación y entorno natural de vegetación y cursos de agua.

Edificación

Requisitos impuestos por la geometría del edificio (compacidad, porosidad y esbeltez), su diseño interior (compartimentación, altura, dimensiones y proporciones) y los componentes constructivos (especificaciones técnicas, aislamiento, textura y color) de los elementos de la edificación, además del tipo de uso de suelo en el lugar donde quedará ubicado. Deben considerarse además aspectos de economía constructiva relevando el conocimiento de la cultura constructiva de la zona para lograr el máximo aprovechamiento de los materiales y técnicas y garantizar su mejor funcionamiento, además de la valoración de la durabilidad que plantea el programa de cada edificio.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Adames, G. A., & Álvarez, M. C. (2012). Problemas de Confort Térmico en Edificios de Oficinas. Caso Estudio: Torre Colpatria en la Ciudad de Bogotá. Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2012), Megaprojects: Building Infrastructure by fostering engineering collaboration, efficient and effective integration and innovative planning, Panama City, Panama. 1, pág. 11. Bogota: LACCEI.
- Aldo Piñeda Geraldo, G. M. (2014). Ergonomía Ambiental, Confort Termico. Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, 1(2), 49-71.
- Almeida, A. M. (2009). Conforto Térmico e Eficiência Energética em Edifício (Vol. 1). Maceió: Universidade Federal de Alagoas.
- Arquitectura Bioclimática. (2011). En G. Murillo Rountree, Arquitectura Bioclimática (págs. 433-439). Guayaquil: Dirección de Publicaciones UCSG Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- B. Blasco Laffón^{1, 2}, Laffón², E. B., Valdés², J. M., & C. Viñas Arrebola^{1, 2}. (2007). Cálculo de Índices de Confort Térmico en Recintos Cerrados con. 1 Joranda nacional de investigacion en edificacion. 1, pág. 11. Madrid: Departamento de Tecnología de la Edificación de la E.U. Arquitectura Técnica. U.P.M.
- Bojórquez-Morales G., G.-A. G., R, G.-C., R, R.-M., A, L.-L., C, G.-G., & P., R.-T. (2014). Confort Térmico en Espacios Públicos Exteriores. Ekotectura, 1(1), 15.
- Bojórquez-Morales¹, G., Gómez-Azpeitia², G., García-Cueto³, R., Romero-Moreno¹, R., Aníbal Luna-León¹, C. G.-G., & Ruiz-Torres⁵, P. (2014). Confort Térmico en Espacios Públicos Exteriores. Ekotectura, 1(1), 16.
- Brager, & Dear, D. (2003). Confort adaptativo.
- Carolina Briones, P. S. (2015). Diagnóstico y Confort Higrotérmico: Galería Matte, Santiago. Santiago: Lct Faad Universidad Diego Portales.
- Conceptos generales sobre ambiente y confort termico. (s.f.).
- Construir Como Proyecto: Una introducción a la Materialidad Arquitectónica. (2009). En A. J. García, Construir Como Proyecto: Una introducción a la Materialidad Arquitectónica (págs. 244-245). Buenos Aires: FAU - UNLP: Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de La Plata.
- Correa, & Martínez, C. (2008). Influencia del Uso de Distintas Magnitudes Forestales Sobre El Comportamiento Térmico de los Cañones Urbanos. El Caso de la Primera Magnitud en Ciudades de Zonas Áridas. Asades, 12(1), 8.
- Director de la publicación: Juan Guasch. Consejo de redacción: Cristina Araujo. (2007). Confort térmico. Obtenido de NIPO publicacion electronica: <http://www.mtas.es/insht>.
- E. Kuchen¹, M. N. (2009). Predicción del Indice de Disconformidad Térmica en Espacios de Oficina. Asades, 13, 8.

- Enrique Mínguez, M. V. (2011). Nuevo Contexto Urbano, Espacios Públicos Flexibles: 10 principios básicos. Enrique Mínguez Arquitectos, 1(1), 19.
- Ergonomía del Ambiente Térmico. Evaluación de la Influencia del Ambiente Térmico Empleando Escalas de Juicio Subjetivo (ISO 10551:1995, I. (2014-1995). Ecuador Patente nº NTE INEN-ISO 10551.
- Escuela colombiana de ingeniería. (2008). Temperatura (Vol. 1). Colombia: Facultad Ingeniería Industrial.
- Faculta de Arquitectura, U. y. (s.f.). www.secyt.unc.edu.ar. Obtenido de www.secyt.unc.edu.ar: http://www.secyt.unc.edu.ar/unc/proyectos_contenido.php?recordID=6517
- Fernández, M. V. (2014). Confort higrotérmico en el espacio público en un tejido tradicional: el caso del barrio de Embajadores. En M. V. Fernández, Confort higrotérmico en el espacio público en un tejido tradicional: el caso del barrio de Embajadores (Vol. 1, pág. 19). Madrid, España: Trabajos Fin De Máster – Estudios Urbanos.
- Físicas, E. D. (2014- 1998). Ecuador Patente nº NTE INEN-ISO 7726.
- G. Bojórquez¹, G. G.-A.-C. (2008). Confort Higrotérmico para Actividades en Espacios Exteriores: Periodo Cálido, En Clima Cálido Seco Extremo. Mexicali 2010, 1(1), 15.
- Gabriel gomez azpeitia, G. b. (2007). El Confort Termico Dos Enfoques Teoricos Enfrentandos. Palapa, 2(1), 45-57.
- García, Arq. Jorge Raúl. (Junio 2009). En A. J. García, Construir como proyecto, Una Introducción a la Materialidad Arquitectónica (págs. 250-254). Buenos Aires: FAU-UNP: Facultad de Arquitectuta y Urbanismo, Universidad Nacional de la Plata.
- Gonzalez, V. (29 de Noviembre de 2012). www.biologia.laguia2000.com. Obtenido de: www.biologia.laguia2000.com: <http://biologia.laguia2000.com/ecologia/organismos-homeotermos-y-poiquilotermos>
- Gutiérrez, A. R. (2009). Espacios Verdes Públicos y Calidad de Vida. Mexicali 2010, 1(1), 14.
- Hélder Silva, E. C. (2011). Investigación sobre el confort térmico en taquillas, en aparcamientos de superficie, Lisboa. Medicina y Seguridad del trabajo, 1(1), 22.
- Irina Tumini, A. P. (2015). Aplicación de los Sistemas Adaptativos para La Evaluación del Confort Térmico en Espacios Abiertos, En Madrid. Revista Hábitat Sustentable, 5(2), 55-67.
- Local, E. D. (2014-2005). Ecuador Patente nº NTE INEN-ISO 7730.
- Lopera, F. G. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad en las ciudades. Ciudad y Territorio Estudios Territoriales, XXXVII (144) 2005, 1(1), 20.

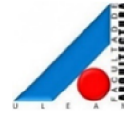
- Luz, Clima y Arquitectura. (1983). En L. R. Mascaró, Luz, Clima y Arquitectura (pág. 245). La Plata, Argentina: FAU UNLP: Facultad de Arquietctura y Urbanismo- Universidad Nacional de La Plata.
- M Belén Lara Guillén. (s.f.). Evaluación del Bienestar Térmico a través de la Temperatura Operativa. Murcia: Servicio de Higiene Industrial y Salud Laboral.
- M. B. Sosa Castro¹, A. R. (2013). Caracterización de Perfiles Urbanos y su Relación con El Confort Térmico Exterior en una Ciudad Oasis de Zona Árida. Acta de la XXXVI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente, 1(1), 11.
- M.H. F. Guzmán, J. O. (2014). Confort térmico en los espacios públicos urbanos. Clima cálido y frío semi-seco. Hábitat Sustentable, 4(2), 52-63.
- Martínez, C. E. (2006). La reconciliación de la escala urbana. Ideas sostenibles, 4(15), 9.
- Mena, V. G. (2014). Metodología de evaluación de confort térmico. Conama 2014. 1, pág. 15. Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Merçon, M. G. (2008). Confort Térmico y Tipología (Vol. 1). Catalunya: Departamento de Construcciones Arquitectónicas I.
- Muentes, J. O. (24 de Julio de 2016). [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=rGoKltCD5so&t=72s). Obtenido de [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=rGoKltCD5so&t=72s): <https://www.youtube.com/watch?v=rGoKltCD5so&t=72s>
- Muñoz, A. G. (2012). El confort térmico adaptativo (Vol. 1). Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Muñoz, A. G. (2012). El confort térmico adaptativo (Vol. 1). Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Murillo Rountree, G. (2011). Propiedades del Clima en Ecuador. En G. Murillo Rountree, Arquitectura Bioclimática (pág. 54). Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, UCSG.
- Nascimento, A. P. (2015). Estudo Comparativo do Conforto Térmico em Três Realidades Urbanas da Cidade De Santos, Sp (Vol. 1). Santos / Sp: Universidade Santa Cecília.
- Nicol, & Humphreys. (1998). Confort adaptativo.
- Olivero, A. A. (2009). <http://www.arquimaster.com.ar/galeria/obra132.htm>. Obtenido de <http://www.arquimaster.com.ar/galeria/obra132.htm>
- Ordóñez, X. C. (2014). Microclima y Confort Térmico Urbano; Análisis sobre La Influencia de la Morfología del Cañón Urbano Caso de Estudio en los Barrios El Raval y Gracia, Barcelona (Vol. 1). Barcelona, España: Escuela Técnica Superior De Arquitectura de Barcelona.
- Pablo Aparicio Ruiz, J. G. (2011). Estudio de satisfacción del confort para la toma de decisiones. 5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management (pág. 10). Cartagena: Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.

- Pablo Luna Mendaza. (1994). Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. Nipo, 1(1), 6.
- Rincón, & Bojórquez. (2014). Estimación del Confort Térmico a partir del Enfoque Adaptativo Estudio en Sitio. Congreso Xxxviii Semana Nacional Anes. 1, pág. 8. Querétaro,: XI Congreso Iberoamericano.
- Roura, A. r. (2001). Los Sentidos Humanos. En A. r. Roura, Arquitectura y Energía Natural (pág. 69). Catalunya, España: Universidad Politécnico de Catalunya. UPC.
- Susana Stocco, M. A. (2012). Evaluación de las condiciones térmicas de verano y eficiencia ambiental de distintos diseños de plazas urbanas en Mendoza, Argentina. Revista Hábitat Sustentable, 3(2), 16.
- Tumini, I. (2012). El microclima urbano en lo espacios abiertos. Estudio de los casos en Madrid (Vol. 1). Madrid: Universidad politécnica de madrid.
- Velásquez, C. V., & Bravo, G. C. (2007). Análisis psico-ambiental de los espacios públicos urbanos: plazas y parques. Instituto de Investigaciones Facultad de Arquitectura y Diseño de LUZ, 1(1), 19.
- Verdaguer, C. (2005). Evaluación del Espacio Público (Vol. 1). Madrid: Escuela Técnica Superior De Arquitectura De Madrid.
- Verónica Ripoll1, A. K. (2010). Condiciones Térmicas de un Espacio Verde Urbano. Asades, 14(1), 7.
- Vilella, E. C. (1983). Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación. Centro de Investigación y Asistencia Técnica - Barcelona, 1(1), 10.
- Vilella, E. C. (1983-1972). Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación. Centro de Investigación y Asistencia Técnica - Barcelona, 1(1), 10.

6. ANEXOS



UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ENCUESTA



"Análisis del Confort Térmico en Instituciones Educativas Públicas y Privadas de la ciudad de Manta"

Tesis: Geomara Cevallos Morejon

DATOS GENERALES									
Encuestado:	Genero		Año Básico	Edad	Fecha			Hora AM/PM	
Estudiante	Masculino	Femenino			Mes	Día	Año	Entrada	Salida
Profesor									
AMBIENTE TERMICO									
1. ¿Cómo se siente Ud. a esta hora?									
Con mucho frío	☐	Con frío	☐	Con algo de	☐	Neutro	☐	Con algo de calor	☐
								Con calor	☐
								Acalorado	☐
2. En relación al ingreso de las corrientes de aire, le gustaría a Ud.?									
Más ingreso de las corrientes de aire	☐	Sin cambios	☐	Menos ingreso de las corrientes de aire	☐				
3. ¿Según su percepción, este ambiente es:									
Muy húmedo	☐	Húmedo	☐	Algo húmedo	☐	Muy cálido	☐	Cálido o Agradable	☐
								Algo Cálido	☐
4. ¿Le gustaría a Ud. que su salón de clases sea un ambiente?									
Más Cálido	☐	Sin cambios	☐	Más fresco	☐				
5. Actividades que ha realizado durante la última hora.									
Tiempo	Sentado	De pie	Caminando	Corriendo	Saltando	Otras			
Hace 10 minutos?									
Hace 30 minutos?									
Hace 60 minutos?									
6. Indicar que tipo de ropa esta utilizando Ud.									
Tipo de Ropa	Hilo	Algodón	Corta	Larga	Liviana	Gruesa			
Camisa									
Camiseta									
Pantalón									
Falda									
Vestido									
Suéter									
Chaqueta									
Chaleco									
Medias									
Zapatos									
Sandalias									
Calentador									
Zapatos deportivo									
7. ¿Le gustaría a Ud. que su salón de clases sea un ambiente agradable con?									
Ventanas	☐	Puerta	☐	Balcón	☐	Ventilador	☐	Aire Acondicionado	☐
								Plantas y flores	☐
8. ¿Donde suele ubicarse Ud. por lo regular dentro del salón de clases?									
Cerca de la ventana	☐	Cerca de la puerta	☐	En el centro	☐	En las esquinas	☐		
9. ¿Cuáles son las características físicas del salón de clases?									
Bancas	Madera	☐	Metal	☐	Plástico	☐			
Piso	Cerámica	☐	Baldosa	☐	H° Simple	☐			
Cubierta	Losa H°A°	☐	Zinc	☐	Eternic	☐			
Paredes	Madera	☐	Ladrillo	☐	Prefabricadas	☐			
Ventanas	Aluminio / Vidrio	☐	Madera / Vidrio	☐	Aberturas	☐			
Color	Claros	☐	Neutrales	☐	Intensos	☐			
10. ¿Cuánto tiempo pasa Ud. en el salón de clases?									
Entre 1 a 2 horas	☐	Entre 2 a 4 horas	☐	Entre 4 a 6 horas	☐	Entre 6 a 8 horas	☐		
11. Observaciones									
Muchas Gracias por su Apoyo!									

Anexo 1: Modelo de ficha de encuesta: Estudio de Ambiente Térmico
Fuente: Investigación de campo Autora: Geomara Cevallos



*Anexo 2: Unidad Educativa Trajano Viteri Medranda
Investigación de Campo Autora: Geomara Cevallos*



*Anexo 3: Termómetro Ambiental: Termohigrómetro
Investigación de Campo Autora Geomara Cevallos*