FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

Carrera de Arquitectura

“ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS PASIVAS QUE MEJORAN EL CONFORT TÉRMICO DE LA ZONA PEDAGÓGICA EN EL DISEÑO DE UN COMPLEJO EDUCATIVO, SECTOR 23, CAJAMARCA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Arquitecto

Autor:
WILMAN ANDRÉ GUERRERO VARGAS

Asesor:
MTRA. ARQ. MIRTHA LÓPEZ MUSTTO

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

Después de tres años de egresado, con la presentación de la investigación se culmina la etapa Universitaria, llena de sacrificios, amanecidas, y buenos momentos, la misma que significa además mi retorno a la vida laboral, un gran logro personal gracias al esfuerzo, de mis padres Nidia Vargas y Carlos Guerrero, a quienes dedico la presente Tesis.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirme llegar a este momento importante de la vida. A mis Padres, por apoyarme económicamente, y motivarme durante toda mi Carrera Universitaria. A mi asesora y Docente Arq. Mirtha López Mustto, por guiarme durante la elaboración de mi tesis. A los docentes que formaron parte del proceso de formación académica. A mis amigos que concluyeron con éxito sus carreras y a los que continúan, esforzándose por cumplir su meta profesional.

Gracias.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA 2

AGRADECIMIENTO 3

ÍNDICE DE TABLAS 6

ÍNDICE DE FIGURAS 8

RESUMEN 10

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN 11

1.1 Realidad problemática 11

1.2 Formulación del problema 23

1.3 Objetivos 23

1.3.1 Objetivo general 23

1.3.2 Objetivos específicos 23

1.4 Hipótesis 23

1.4.1 Hipótesis general 23

1.4.2 Hipótesis específicas 23

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA 24

2.1 Tipo de investigación 24

2.2 Presentación de Casos/Muestra 24

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos 28

CAPÍTULO 3 RESULTADOS 31

3.1 Estudio de Casos/Muestra 31

3.1.1 Ficha de Observación – Condiciones Climática de Cajamarca. 31

3.1.2 Ficha de Análisis de Casos: Estrategias Bioclimáticas 40

3.1.3 Ficha Documental: Confort térmico 60

3.2 Lineamentos del diseño 62

3.3 Dimensionamiento y envergadura 67

3.4 Programa arquitectónico (ver anexo Nº 02) 74

3.5 Determinación del terreno 74

3.6 Análisis del lugar 79

3.7 Idea rectora y las variables 81

3.8 Proyecto arquitectónico 83

3.9 Memoria descriptiva 89

CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES 95

4.1 Discusión 95

4.2 Conclusiones 101

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 102

ANEXOS 104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nº 1.1 Zonas Bioclimáticas del Perú 14
Tabla Nº 1.2 Centros Educativos Sector 23 La Paccha 16
Tabla Nº 1.3 Tipos de Ventilación 18
Tabla Nº 1.4 Abertura de vanos de ventilación 19
Tabla Nº 1.5 Propiedades higrotérmicas de los materiales 20
Tabla Nº 2.1 Caso 01 25
Tabla Nº 2.2 Caso 02 26
Tabla Nº 2.3 Caso 03 27
Tabla Nº 2.4 Aplicación de ficha de análisis de casos 28
Tabla Nº 2.5 Aplicación de ficha de observación 29
Tabla Nº 2.6 Aplicación de fichas documentales 29
Tabla Nº 2.7 Aplicación de fichas documentales 30
Tabla Nº 3.1 Resumen climático estacional (datos 1968-2018) 33
Tabla Nº 3.2 Datos climáticos – Carta Psicométrica de Givoni 34
Tabla Nº 3.3 Datos climáticos – Triángulo de Evans 36
Tabla Nº 3.4 Vientos predominantes por mes 37
Tabla Nº 3.5 Vientos predominantes por mes 38
Tabla Nº 3.6 Datos climáticos – Análisis climático 40
Tabla Nº 3.7 Datos climáticos – Análisis climático 40
Tabla Nº 3.8 Resultados Captación directa 41
Tabla Nº 3.9 Resultados Captación indirecta 42
Tabla Nº 3.10 Resultados, elementos de protección solar, aleros 43
Tabla Nº 3.11 Resultados, elementos de protección solar, parasoles celosía 44
Tabla Nº 3.12 Resultados, elementos de protección solar, pérgolas 45
Tabla Nº 3.13 Resultados Ventilación Cruzada 46
Tabla Nº 3.14 Resultados ventilación cenital (efecto chimenea) 47
Tabla Nº 3.15 Resultados, ventilación efecto patio 48
Tabla Nº 3.16 Resultados, Concreto Armado 49
Tabla Nº 3.17 Resultados, Ladrillo 50
Tabla Nº 3.18 Resultados, aislamiento exterior 51
Tabla Nº 3.19 Resultados, aislamiento interior 52
Tabla Nº 3.20 Resultados, porcentaje de aberturas para ventilación 53
Tabla Nº 3.21 Resultados, porcentaje de aberturas para iluminación 54
Tabla Nº 3.22 Resumen valorativo de resultados 55
Tabla Nº 3.23 Cuadro resumen de estrategias bioclimáticas 59
Tabla Nº 3.24 Temperatura para confort térmico 61
Tabla Nº 3.25 Horario de permanencia del usuario 61

Tabla Nº 3.26 Calor emitido por el usuario 62
Tabla Nº 3.27 Guía de diseño 63
Tabla Nº 3.28 Guía de diseño 64
Tabla Nº 3.29 Guía de diseño 65
Tabla Nº 3.30 Guía de diseño 66
Tabla Nº 3.31 Proyección de la Población del sector 23 al 2031 67
Tabla Nº 3.32 Población objetivo - Cajamarca 68
Tabla Nº 3.33 Población objetivo del sector 23 al año 2031 68
Tabla Nº 3.34 Centros Educativos Sector 23 69
Tabla Nº 3.35 Total oferta existente del Sector 23 Al Año 2019 70
Tabla Nº 3.36 Oferta Optimizada Sector 23 70
Tabla Nº 3.37 Oferta – Demanda Inicial 71
Tabla Nº 3.38 Oferta – Demanda para primaria 72
Tabla Nº 3.39 Oferta – Demanda para Secundaria 73
Tabla Nº 3.40 Categoría de Locales Educativos 74
Tabla Nº 3.41 Categoría de Locales Educativos 75
Tabla Nº 3.42 Criterios para determinación de terreno óptimo 76
Tabla Nº 3.43 Análisis topográfico 77
Tabla Nº 3.44 Radio de influencia 78
Tabla Nº 3.45 Cuadro Resumen de valoración de propuestas de terrenos 78
Tabla Nº 3.46 Análisis de lugar 80
Tabla Nº 3.47 Delimitación del terreno 89
Tabla Nº 3.48 Cuadro de áreas 90
Tabla Nº 3.49 Normatividad para el diseño estructural 93
Tabla Nº 3.50 Dotación de agua 93
Tabla Nº 4.1 Discusión 99
Tabla Nº 4.2 Discusión 100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº1.1 Tipos de ganancias térmicas 15
Figura Nº1.2 Tipología típica de Centros Educativos zona sur de Cajamarca 17
Figura Nº1.3 Inercia térmica 20
Figura Nº1.4 Tipología típica de aulas en la zona sur de Cajamarca 21
Figura Nº1.5 Tipología típica de aulas en la zona sur de Cajamarca 22
Figura Nº1.6 Tipología típica centro educativo privado en Cajamarca 22
Figura Nº3.1 Datos climáticos históricos 1969 -2018 31
Figura Nº3.2 Datos climáticos históricos mensuales 32
Figura Nº3.3 Datos climáticos estacionales 33
Figura Nº3.4 Carta Psicométrica de Givoni 34
Figura Nº3.5 Carta Psicométrica Software Climate Consultant 35
Figura Nº3.6 Datos climáticos estacionales – Triángulo de Confort de Evans 36
Figura Nº3.7 Radiación Solar 39
Figura Nº3.8 Orientación óptima, según datos climáticos 39
Figura Nº3.9 Comparativo de orientación 41
Figura Nº3.10 Comparativo de captación directa 41
Figura Nº3.11 Comparativo de captación indirecta 42
Figura Nº3.12 Comparativo, elementos de protección solar, aleros 43
Figura Nº3.13 Comparativo, elementos de protección solar, celosía 44
Figura Nº3.14 Comparativo, elementos de protección solar, pérgolas 45
Figura Nº3.15 Comparativo de ventilación cruzada 46
Figura Nº3.16 Comparativo de ventilación cenital (efecto chimenea) 47
Figura Nº3.17 Comparativo de ventilación efecto patio 48
Figura Nº3.18 Comparativo de concreto armado 49
Figura Nº3.19 Comparativo de ladrillo 50
Figura Nº3.20 Comparativo de aislamiento exterior 51
Figura Nº3.21 Comparativo de aislamiento interior 52
Figura Nº3.22 Comparativo, porcentaje de aberturas de ventilación 53
Figura Nº3.23 Comparativo, porcentaje de aberturas para iluminación 54
Figura Nº3.24 Resumen valorativo de estrategias bioclimáticas 56
Figura Nº3.25 Software Archiwizard – Radio de disconfort 56
Figura Nº3.26 Software Archiwizard 57
Figura Nº3.27 Software Archiwizard– Radio de discomfort 57
Figura Nº3.28 Software Archiwizard 57
Figura Nº3.29 Software Archiwizard 58
Figura Nº3.30 Software Archiwizard 58
Figura Nº3.31 Software Archiwizard 58

Figura Nº3.32 Datos climáticos estacionales 60
Figura Nº3.33 Población del sector 23 al año 2031 67
Figura Nº3.34 Población objetivo - Cajamarca 68
Figura Nº3.35 Población objetivo del sector 23 al año 2031 69
Figura Nº3.36 Oferta educativa existente 70
Figura Nº3.37 Oferta educativa existente 71
Figura Nº3.38 Oferta – Demanda para Inicial 72
Figura Nº3.39 Oferta – Demanda para Primaria 73
Figura Nº3.40 Oferta – Demanda para secundaria 74
Figura Nº3.41 Ubicación nivel macro 75
Figura Nº3.42 Idea rectora 81
Figura Nº3.43 Volumetría conceptual 82
Figura Nº3.44 Volumetría conceptual 82
Figura Nº3.45 Proyecto Arquitectónico 83
Figura Nº3.46 Proyecto Arquitectónico 84
Figura Nº3.47 Cortes 85
Figura Nº3.48 Elevaciones 85
Figura Nº3.49 Elevaciones 85
Figura Nº3.50 Isométrico 85
Figura Nº3.51 Vistas 3D 86
Figura Nº3.52 Vistas 3D 86
Figura Nº3.53 Vistas 3D 86
Figura Nº3.54 Análisis con Software Archiwizard 87
Figura Nº3.55 Análisis con Software Archiwizard 87
Figura Nº3.56 Análisis con Software Archiwizard 88
Figura Nº3.57 Terreno elegido 89
Figura Nº3.58 Detalle estructural 92

RESUMEN

La investigación presentada, tiene como finalidad, determinar las estrategias bioclimáticas pasivas que pueden ser aplicables en el diseño de un complejo educativo buscando mejorar las condiciones de confort térmico en la zona pedagógica, tomando como base, los análisis de casos exitosos, en ciudades con características climáticas similares a la zona de estudio, y el comportamiento meteorológico de la ciudad tomando como referencia el historial desde el año 1969 hasta el año 2018, de la estación Augusto Weberbauer de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Como resultado de la investigación se obtuvo que la ciudad presenta una temperatura anual máxima promedio de 21.60 ºC y una mínima de 7.66 ºC oscilante entre día y noche. Siendo los principales ejes de diseño, el emplazamiento, con una orientación norte - sur, la calefacción la misma que se rige por las ganancias térmicas solares, la refrigeración y la envolvente, determinada por la materialidad y el porcentaje de aberturas de vanos, teniendo como base de comprobación los softwares Archiwizard en el que se estable el radio de disconfort, y el calor recibido por la radiación solar y Ecotect Analysis, en el que se obtiene la ubicación óptima.

Concluyentemente se pudo establecer que, aplicando las estrategias óptimas basadas en los lineamientos de diseño mencionados anteriormente, se puede mejorar el confort térmico de la zona pedagógica.

Palabras clave: Estrategias Bioclimáticas, Confort térmico

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El avance de la tecnología en la construcción proporciona solución a las necesidades de confort térmico, es así que actualmente se tiene mecanizado el control de calefacción y refrigeración en algunas edificaciones, si bien es cierto es una solución factible, no es lo óptimo, debido a que se genera un gasto energético mucho mayor. Las actuales empresas constructoras optan por aplicar sistemas tecnológicos de climatización para la edificación de viviendas, oficinas, centros comerciales, etc. dejando de lado las alternativas constructivas que utilizan el clima como punto primordial de diseño.

El confort térmico es primordial en una vivienda o edificación, y está relacionado a las características sensoriales espaciales, si la sensación de bienestar térmico se ve desequilibrada, el usuario puede presentar situaciones de estrés (térmico) e inhabitabilidad.

De acuerdo a Sánchez B. (2016), El confort térmico está directamente relacionado con la temperatura del aire. Su valor medio recomendable oscila entre los 21 º C en invierno y los 26ºC en verano, aunque se admiten pequeñas fluctuaciones en función de la humedad del ambiente, la actividad y el tipo de usuario. También es importante la diferenciación entre temperatura húmeda y seca, el grado de humedad del aire condiciona enormemente la percepción de la temperatura por el usuario. Tanto en verano como en invierno, la humedad absoluta del aire debería mantenerse aproximadamente entre 5 y 12 gr de agua por kg de aire seco para lograr un confort climático-térmico. Se considera que en condiciones de confort la humedad relativa deberá estar entre el 40 y el 65%. La Arquitectura Bioclimática es una alternativa altamente eficiente que genera entre los diversos aspectos positivos un impacto favorable en confort térmico.

Guerra (2013), menciona que los edificios son responsables de una elevada proporción del consumo mundial de energía, de ahí la importancia de esta temática, en la cual se evalúan todas las oportunidades de aplicación de estrategias sostenibles para minimizar no solo los problemas de impacto ambiental, sino que también hacer más eficiente el consumo energético en las edificaciones.

La Arquitectura Bioclimática ha sido utilizada desde tiempos remotos, esto debido a los cambios climáticos o variedad climática que presenta éste país, si bien es cierto que no se tienen proyectos en los cuales se haya hecho un estudio o investigación a fondo en el que se podrían aplicar estrategias bioclimáticas, las cuales ayudarían a disminuir el gasto energético, se tienen los mismos principios de diseño con respecto al clima.

López M. (2015), expone que la arquitectura bioclimática se basa principalmente en la búsqueda del confort térmico, y éste se relaciona directamente con la sensación de bienestar, además establece que el principal objetivo de éste tipo de arquitectura es tener un adecuado balance de la temperatura.

Según Ugarte J. (2009), es primordial acentuar la importancia del clima frente a otros factores de diseño, no porque los excluya sino porque de alguna manera los engloba. Históricamente el clima ha definido tipos arquitectónicos, materiales, sistemas constructivos, costumbres culturales históricas, es decir la forma de vida de los habitantes. Entonces para poder implantar, un proyecto arquitectónico se debe tener en cuenta además las características climatológicas, que de alguna u otra manera intervienen en el carácter de diseño del mismo.

Para Martín M. (2001), la Arquitectura Bioclimática implica el diseño integral del conjunto del edificio y su entorno, con soluciones apropiadas y adaptables a las condiciones climáticas del lugar. La adaptación bioclimática implica que la propia Arquitectura pueda variar su comportamiento ambiental, con respuestas térmicas totalmente diferente para condiciones de verano o de invierno.

En Europa se ha generado una consideración favorable por la construcción bioclimática, de este modo se han empezado a desarrollar estudios y normativas en las cuales se consideran tanto estrategias generales y específicas de diseño, que dan respuesta a los diferentes fenómenos climatológicos.

El estado, a través del Ministerio de Educación establece las “Normas Técnicas Para el Diseño De Locales Educativos”, en la cual no se definen los criterios de confort ambiental para el usuario, tampoco considera como parte de su presupuesto, aplicar métodos de acondicionamiento climático artificial, sin embargo, realiza una publicación denominada “Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos” en donde se resalta la variedad climática del Perú, aportando algunas estrategias que ayudarían a mejorar el confort ambiental de las instituciones educativas, pero no es tomada muy en cuenta por las empresas encargadas de diseñar las infraestructuras educativas.

En su investigación “Do School Facilities Affect Academic Outcomes?” Schneider (2012), del National Clearinghouse for Educational Facilities Concluye que los elementos que configuran la calidad espacial es decir ruido, calor, frío, la calidad del aire y la luz influyen de manera directa en el aprendizaje de los escolares.

Es necesario considerar que a nivel nacional la arquitectura educativa se caracteriza por ser repetitiva y carecer de valor estético. El Ministerio de Educación mediante su informe “Proyecto Educativo Nacional Al 2021” da a conocer que el 23% de las instituciones educativas no tiene agua saludable, alrededor del 35,5% del total se encuentra en regular estado y 13,3% del total está en mal estado, es por este motivo se puede presagiar que el confort térmico y espacial en los centros destinado a educación pública no es la idónea.

El tipo de arquitectura que se aplica en la mayoría de centros educativo, limita su diseño de iluminación y ventilación a ventanas que en muchos casos no otorgan al alumno las condiciones mínimas de confort, esto se acentúa con la carencia de un estudio del emplazamiento, entorno y condiciones climáticas del lugar es así que se establece una misma tipología de edificación, tanto en la sierra, selva y costa.

Dentro del diseño solar bioclimático, el análisis y manejo del aire y del viento es sumamente importante ya que, en un clima frío, por ejemplo. El viento puede llegar a ser indeseable, mientras que, en un clima tropical, cálido-húmedo, lo más seguro es que sea la principal estrategia de diseño. Para que un ambiente sea confortable al usuario es necesario que el aire sea de calidad es decir que éste sea renovado constantemente.

Si bien es cierto que El Ministerio de Educación establece una relación proporcional de la edificación con el terreno y una adecuada orientación norte-sur, esto en muchos casos no se cumple debido a que se prioriza la función sobre el usuario, teniendo ambientes que generan disconfort térmico lumínico.

Partiendo de éste contexto, en Cajamarca, al igual que en el resto del país se establece una propuesta arquitectónica imitativa, razón por cual es preciso indicar que este tipo de edificaciones puede ser perjudicial para el usuario ya que puede generar un ambiente de disconfort térmico – lumínico, además de un gasto energético mucho mayor debido a la necesidad de climatización mecanizada, si es que no se ha realizado un estudio del comportamiento climático.

A lo largo de la historia en la ciudad se ha podido observar un crecimiento mayor desde 1860, si bien es cierto se da de forma multidireccional predomina el desarrollo urbano hacia la zona sur–este del valle, el cual se ha visto acelerado debido al impacto económico que ha generado la explotación de la Mina Yanacocha que inició sus operaciones en el año 1993.

Esto se ha acentuado con la modernización y el avance de la tecnología, posteriormente se toma como punto principal el uso de la misma para facilitar el confort, así mismo en Cajamarca no se tienen registros de edificaciones en los cuales se hayan aplicado estrategias bioclimáticas, tampoco existen precedentes de Centros Educativos enfocados a generar confort térmico en las zona educativa o aulas de clase.

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones Cajamarca se encuentra en la zona Bioclimática 4, denominada Mesoandina, estableciendo una temperatura general promedio anual de 12°C. Siendo más específicos, de acuerdo a su historial meteorológico, la ciudad presenta una temperatura anual promedio de 14.63°C, teniendo una temperatura máxima promedio de 21 °C, y una mínima de 7.64 °C durante la noche, es propicio señalar que se tiene una variación bien marcada por lo cual es recomendable establecer estrategias óptimas para calefacción, esto depende principalmente del tipo de proyecto establecido, debido a que, en una edificación destinada al comercio, educación, industria, etc. el usuario final no es permanente, a diferencia de una vivienda, hospital albergue, etc, en cual el usuario tiene una permanencia nocturna.

Tabla Nº 1.1:

Zonas Bioclimáticas del Perú

Características climáticas		Zonas Bioclimáticas del Perú				
		1 Desértico Costero	**2 Desértico**	**3 Interandino Bajo**	**4 Mesoandino**	**5 Alto Andino**
1	**Temperatura media anual**	18 a 19 °C	24°C	20°C	12°C	6°C
2	**Humedad relativa media**	>70%	50 a 70%	30 a 50%	30 a 50%	30 a 50%
3	**Velocidad de viento**	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 4 m/s Centro: 6 m/s Sur: 5-7 m/s	Norte: 10m/s Centro: 7.5 m/s Sur: 4 m/s Sur Este: 7 m/s	Centro: 6 m/s Sur: 7 m/s Sur Este: 9 m/s
4	**Dirección predominante de viento**	S – SO - SE	S – SO - SE	S	S – SO - SE	S – SO
5	**Radiación solar**	5 a 5.5 kWh/m2	5 a 7 kWh/m2	2 a 7.5 kWh/m2	2 a 7.5 kWh/m2	5 kWh/m2
6	**Horas de sol**	Norte: 5 horas Centro: 4,5 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 5 horas Sur: 7 horas	Norte: 5-6 horas Centro: 7-8 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 8-10 horas Sur: 7-8 horas	Centro: 8-10 horas Sur: 8-10 horas
7	**Precipitación anual**	< 150mm	< 150 a 500 mm	< 150 a 1500 mm	150 a 2500 mm	< 150 a 2500 mm
8	**Altitud**	0 a 2000 msnm	400 a 2000 msnm	2000 a 3000 msnm	3000 a 4000 msnm	4000 a 4800 msnm
Equivalente en la clasificación Koppen		BSs-BW,BW	Bw	BSw	Dwb	ETH

Fuente: *Ministerio de Vivienda y Saneamiento (2014) Decreto Supremo N°006-2014-Vivienda Incorporación de la Norma Técnica EM 110 "Confort térmico y Lumínico con Eficiencia Energética"*

El emplazamiento como punto inicial de diseño no solo debe buscar la integración de la edificación con el entorno, si bien es cierto en la ciudad se plantea las edificaciones

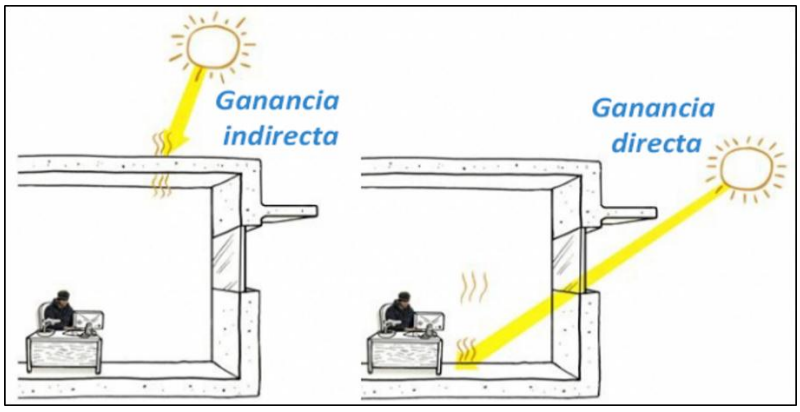
educativas, en las cuales la forma y función predominante se rige formalmente por el terreno, tomando como referencia el Centro Educativo Emblemático Santa Teresita en el cual prevalece la forma del terreno, orientando las aulas de clase hacia el suroeste, y noreste contraponiéndose al Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual establece, que deben estar orientadas hacia el norte, a fin de evitar el disconfort por deslumbramiento, se concluye que éstas no aprovechan de forma eficiente la iluminación y ventilación natural.

El MINEDU (2019), establece que la ubicación de la edificación de un local educativo debe tener en cuenta el impacto del viento, y el recorrido del sol de tal forma que el diseño final preserve el confort de sus futuros usuarios, en este caso de los alumnos y profesores, por este motivo se debe asegurar una orientación norte – sur. La forma que adoptan las edificaciones de las aulas, nos permitirá controlar los efectos de la temperatura, radiación solar, humedad y ventilación en los espacios interiores, produciendo cierto grado de aislamiento, de acuerdo con las diferentes características climáticas de cada región, es así que una forma compacta de la estructura permite una mayor protección contra el viento evitando las pérdidas de calor.

Piñeiro M. (2015), menciona que la captación directa se produce cuando la radiación solar actúa de forma inmediata como recurso de ganancia térmica, calentando el aire del espacio que se desea acondicionar desde el instante en el que penetra en el interior de éste, mientras que las ganancias indirectas o retardadas se produce cuando la radiación solar actúa como recurso de ganancia térmica para el calentamiento de elementos intermedios entre el espacio que se desea acondicionar y el exterior. Se deben considerar ganancias térmicas solares a través de la cubierta, orientando la misma hacia el norte.

Figura Nº1.1

Tipos de ganancias térmicas



Fuente: *Arquitectura Bioclimática, Consecuencias en el Lenguaje Arquitectónico*

Para Gómez (2013), el sector construcción en nuestro país debe apuntar a aprovechar el gran potencial que tenemos por ubicación geográfica. Debemos diversificarnos energéticamente y ser amigables con el ambiente. Existe un promedio anual de radiación

solar de 5.0 Kwh/m2 que comparado con países como España que posee 1.10 Kwh/m2 promedio, demuestra el gran nivel de energía solar, pero es rara vez tomada en cuenta en los diseños arquitectónicos para aprovecharla de forma apropiada.

Es preciso indicar que no sólo se deben considerar las condiciones de lugar actuales, sino que se debe realizar un estudio del historial tanto climático, y del crecimiento de la ciudad en prospectiva, cuya finalidad es establecer un registro documental que servirá como referente para futuras intervenciones.

Debido a la ubicación de la ciudad de Cajamarca, se tiene una gran oportunidad para aprovechar el recorrido solar, para obtener ganancias térmicas, que permitan calentar los ambientes de clase. Esto debido a que en nuestra ciudad y generalmente a nivel nacional no el confort térmico no se considera como una pauta principal.

Respecto a la zona de estudio en la base de datos del ESCALE (Estadística de la Calidad educativa) del Ministerio de Educación en el Sector 23 “La Paccha”, para el nivel de inicial cuenta con 01 Centros PRONOEI (Programa No escolarizado de Educación Inicial), 02 Centros Educativos Públicos de Nivel Inicial, 01 Centros Educativos Privado de Nivel Inicial, 02 Centro Educativos Públicos de Nivel Primaria, 02 Centros Educativos Públicos de Nivel Secundaria, según se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla Nº 1.2
Centros Educativos Sector 23 La Paccha

Categoría	Nº	Centro Educativo	Dirección	Tipo
Inicial - No escolarizado	1	San Isidro Marcopampa	Paccha Chica	Pública
Inicial - Jardín	2	227	Paccha Chica	Pública
	3	Steve Jobs	Avenida La Paz	Privada
	4	923	Shudall	Pública
Primaria	5	82031	Paccha Chica	Pública
	6	82121	Shudall	Pública
Secundaria	7	82121	Shudall	Pública
	8	Julio Ramón Ribeyro	La Paccha	Pública

Fuente: *Elaboración propia en base a Datos del MINEDU*

Cabe mencionar que Cajamarca tiene un plan de ordenamiento territorial el cual no ha sido puesto en práctica en su totalidad, por tal motivo la ciudad ha ido creciendo de manera desordenada, esto ha predispuesto que la oferta de equipamiento urbano principalmente educativo, de salud, y recreativo no pueda abastecer de forma equitativa todos los sectores de la ciudad, en este criterio se tienen sectores en los cuales existen un incremento de

equipamiento educativo y carentes de espacios públicos recreativos, del mismo modo sectores con equipamiento recreativo, e insuficiente equipamiento educativo, entre otros.

En los sectores colindantes a la zona de estudio, la carencia de Centros Educativos Públicos predispone un incremento de Instituciones Educativas pertenecientes al sector privado, las cuales son deficientes en cuanto a infraestructura, además de no contar con las condiciones mínimas de confort térmico, lumínico y calidad espacial, ni formal ya que no presentan un lenguaje arquitectónico referente a "Centro Educativo", debido a que no son correctamente fiscalizados por los entes encargados de emitir el permiso de funcionamiento. Teniendo muy en cuenta que la propuesta arquitectónica debe ser favorable con el usuario permitiéndole realizar sus actividades de manera confortable, para lo cual es necesario que se permita mantener correcto los niveles de calefacción y refrigeración de los ambientes, para lo cual es determinante la tipología y materialidad de la envolvente, ya que permite transmitir las ganancias térmicas producto de la radiación solar, sin embargo no existe reglamentación que permita establecer o condicionar la materialidad de los Locales Educativos, según la zona climática.

MINEDU (2008), El diseño integral de los salones de clase, considerando su emplazamiento en el terreno, diseño y definición de los materiales de sus cerramientos y la incorporación de sistemas pasivos y/o activos de control ambiental, debe aprovechar al máximo las condiciones del medio natural (clima, suelo, vegetación, etc.) a fin de que pueda proporcionar el máximo estándar de Bienestar Térmico con el mínimo suplemento adicional de energía, considerando el control sistémico e intencionado de los factores involucrados: radiación solar, temperatura, humedad exterior, movimiento del aire y características térmicas de la envolvente. Emplazar las aulas en el terreno considerando la orientación y recorrido del sol, buscando asegurar un mínimo horas/sol diarias en cada ambiente del Local Educativo. Minimizar pérdidas por muros y permitir ganancias térmicas en invierno.

Figura Nº1.2

Tipología típica de Centros Educativos zona sur de la ciudad de Cajamarca

Fuente: *Elaboración propia (trabajo de campo)*

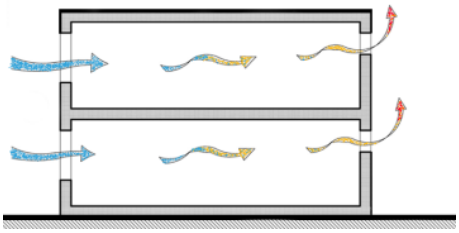
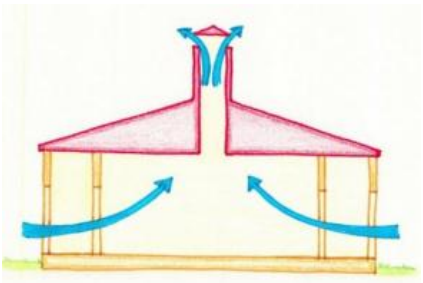
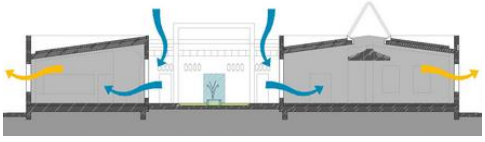
Además de la renovación, la cual se hace con fines de mantener las condiciones de calidad del aire en los interiores, también se utiliza la ventilación con el fin de proporcionar

condiciones térmicas confortables. La climatización de los espacios a través de la ventilación se logra de dos maneras: primero, al hacer pasar el viento por sobre los ocupantes. El aire al entrar en contacto con la piel de las personas provocará la sensación de enfriamiento porque absorbe calor por convección y porque facilita y acelera la evaporación del sudor. En el cambio de fase del sudor, de estado líquido a gaseoso, se absorberá calor de la superficie de la piel. En segundo lugar, la ventilación removerá el aire más caliente del interior sustituyéndolo por aire más fresco del exterior, al mismo tiempo que se enfriará la estructura del edificio, también por medio de procesos convectivos es decir mediante el transporte del aire viciado hacia el exterior.

Para García D. (2008), El aire exterior en movimiento que choca contra la edificación se desplaza hacia arriba y los laterales. Sobre esta pared expuesta se crea una zona de presión alta. En cambio, en las paredes laterales y la pared opuesta resguardada de los vientos se crea una presión baja. Dependiendo de estas diferencias de presión y temperatura existentes entre el exterior y el interior del edificio y entre las diferentes estancias del edificio pueden generarse distintas estrategias de ventilación.

Tabla Nº 1.3:

Tipos de Ventilación

Tipo de Ventilación	
Ventilación Cruzada. Se logra a partir de la existencia de dos ventanas, una de las cuales tendrá que estar en la dirección del viento para poder captar el aire fresco, por este motivo se debe definir la dirección del viento.	
Efecto Chimenea (cenital). En este sistema el aire más frío y de mayor densidad entra por aberturas situadas en la parte inferior de la casa, y el aire viciado es expulsado por las aberturas situadas en la parte superior de la cubierta.	
Efecto patio. Al establecer un patio central se genera un mayor movimiento del aire que puede ser aprovechado ubicando vanos en dirección al viento	

Fuente: *Arquitectura Bioclimática, Vivienda Bioclimáticas en Galicia*

Es importante un adecuado planteamiento de vanos para ventilación e iluminación los cuales deben estar diferenciados por el porcentaje de aberturas, no siendo el mismo para ambos casos, es así que el Ministerio de Educación indica que en el diseño, deberá tenerse en cuenta la altura de ubicación de la abertura de entrada del aire ya que influye directamente en el patrón de flujo del mismo, por lo que se recomienda una altura de alfeizar igual o mayor a 1.10 m. , según la zona climática en la que se encuentre la edificación educativa; medida que evitara causar molestias a nivel de las diferentes superficies de trabajo; mientras que la ubicación de las aberturas de salida no afecta significativamente el comportamiento del aire, pero se recomienda que sea en la parte superior opuesta a fin de asegurar una adecuada evacuación del aire viciado, planteando un porcentaje de aberturas según región climática.

Tabla Nº 1.4:

Área de abertura de vanos de ventilación

TABLA DE ÁREA DE ABERTURA DE VANOS DE VENTILACIÓN	
REGIÓN CLIMÁTICA	% DEL ÁREA DEL AMBIENTE
Costa	7% - 10%
Sierra	5% - 7 %
Selva	10% - 15%

Fuente: *Ministerio de Educación (2008) Gupia de aplicación de arquitectura Bioclimática en locales educativos.*

Como lo menciona Gameros G. (2017), Algunos de los materiales utilizados en una construcción tienen la capacidad de refrigerar y otros de acumular y transmitir energía térmica, la cual se distribuye desde el punto inicial de calor hacia la zona más fría. Si se dispone de suficiente superficie, muros y suelo gruesos y de materiales densos como ladrillo, piedra o concreto armado, éstos pueden acumular calor para ir cediendo durante varios días nublados consecutivos. De este modo se mantendrá una buena temperatura en el interior.

Domínguez M. y Santamaría S. (2015) La inercia térmica es la dificultad que ofrece un cuerpo a cambiar su temperatura. Ésta tiene una vinculación directa con la acumulación de calor. Así la estrategia óptima bioclimática de acumulación de calor, es la utilización de la propia inercia térmica del edificio. Los materiales constructivos con mayor masa, ya sea debida a su volumen o a su densidad, son los que confieren a los edificios del que forman parte, mayor inercia térmica.

Los valores altos de la inercia térmica permiten conseguir, en los climas en lo que sea necesario, uno de los objetivos más deseables en un edificio: la estabilidad térmica; la temperatura fluctúa levemente y no se consume excesivamente energía convencional para su mantenimiento. En general, a mayor peso específico de los materiales de construcción, mejor será su capacidad para almacenar grandes cantidades de calor y en consecuencia tendrán una inercia térmica elevada, de este modo se pueden reducir las temperaturas extremas dentro de una edificación, logrando el confort térmico durante un mayor periodo de tiempo.

Tabla Nº 1.5:

Propiedades higrotérmicas de los materiales

Material	Conductividad (W/m °C)	Calor Específico Cp (Kcal/ kg °C)	Inercia Térmica KJ/m³·K
Aire	0.02	0.24	-
Agua	0.50	1.00	4.186
Ladrillo	0.63	0.20	1.36
Piedra	1.56	0.22	1.895
Concreto Armado	1.3-1.5	0.16	2.40
Adobe	0.50-0.70	0.20	1.3
Tierra seca	0.50	0.44	3.68
Madera seca	0.50	0.57	0.768
Madera prensada	0.07	0.60	1.02
Vidrio	1.25	0.20	1.65

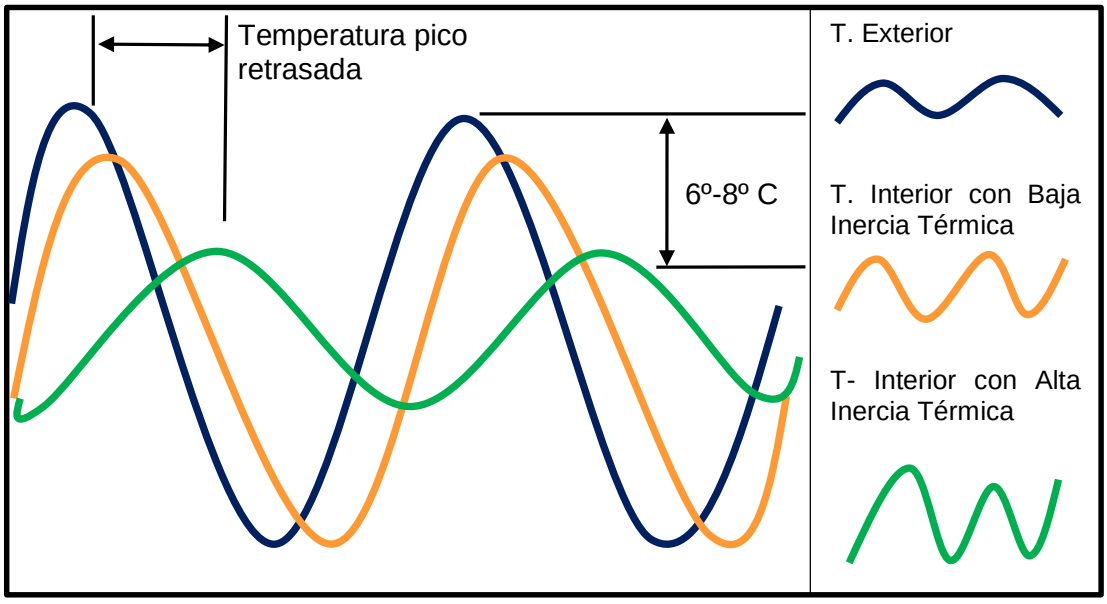
Fuente: *Vidal y Vásquez. (2011), Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible*

Vidal y Vásquez. (2011), menciona, que la inercia térmica indica la velocidad a la cual un material transmite el calor, la misma que depende de:

- Conductividad de un material (si el material es de elevada conductividad, la velocidad de transmisión de calor será mayor)
- Densidad (si se trata de un material denso y de elevado calor específico, la velocidad de transmisión de calor será menor porque se absorbe gran parte de él).

Figura Nº1.3

Inercia térmica



Fuente: *Vidal y Vásquez. (2011), Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible*

No se consideran ningún tipo de estudio climático, y del usuario, acondicionando aulas que no llegan a cumplir con los requerimientos mínimos para el confort térmico de los alumnos, el cual según la Norma Internacional ISO 7730 debería establecerse entre los 20°C y 26°C, a fin de no generar estrés térmico y disconfort por frío, cabe mencionar que en general los mismos ambientes no presentan una adecuada ventilación, que según la Norma EM 0.30 de Instalaciones de Ventilación, deberían garantizar de 6 a 8 renovaciones de aire por hora.

Figura Nº1.4

Tipología típica de aulas en la zona sur de Cajamarca

Fuente: *Trabajo de campo, tipología típica infraestructura privada, I.E*

Raya (2013), En su publicación “Factores Que Intervienen En El Aprendizaje” menciona que la temperatura que favorece la actividad mental y física, es la que se sitúa entre los 18 y los 26 grados centígrados. Por debajo de esta temperatura el frío provocaría inquietud o nerviosismo y, por el contrario, el calor provocaría somnolencia, sudor o inactividad. Tanto el frío como el calor afectan a nuestra concentración y atención.

Una de las principales estrategias Bioclimáticas es la aplicación y/o utilización de una adecuada iluminación natural, para que un proyecto sea considerado eficiente, debe tener una autonomía lumínica y confort lumínico mínimo del 90 %. Es preciso considerar que la Norma EM 110 correspondiente a Confort Térmico y Lumínico, del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece que para aulas de clase se debe certificar un mínimo de 250 lux, sin embargo, en la zona sur de la ciudad, no se ha realizado una adecuada proyección de los ambientes destinados a educación, razón por la cual presenta deficiencias lumínicas, generando en los usuarios deslumbramiento, o zonas carentes de iluminación, causado por la mala orientación (Norte – Sur), o incorrecta propuesta de vanos.

De acuerdo a Zambrano P. (2013) El uso de elementos de control solar como solución al exceso de radiación en los edificios, es un recurso del diseño bioclimático que impacta en forma relevante las condiciones de confort en el interior de las edificaciones, también están muy vinculados a la refrigeración para el acondicionamiento térmico.

- Aleros, son horizontales o verticales, permite proteger las aberturas de la radiación solar intensa

- Parasoles celosía, son móviles, se deben utilizar en fachadas con mayor exposición solar
- Pérgolas, Elementos fijos, en zonas exteriores o ingresos principales, recomendables en zonas no lluviosas.

El 100 % se emplaza en terrenos de poca extensión, generando aulas de clase cuyas dimensiones mínimas no cumplen con la Norma Técnica de Diseño de Locales Educativos.

Figura Nº 1.5

Tipología típica de aulas en la zona sur de Cajamarca

Fuente: *Trabajo de campo, Centro Educativo Privado Steve Jobs*

Las edificaciones educativas existentes los sectores colindantes al sector 23 no poseen las características mínimas de emplazamiento, ubicación, orientación, ventilación, dimensionamiento, para generar confort en los usuarios. No cuentas con áreas para recreación y deporte adecuadas, las cuáles según el MINEDU, debería ser el 30% del área total del terreno, reduciendo estas zonas a patios y azoteas, las mismas que no son propicias para estas actividades, ya que en su mayoría con viviendas unifamiliares adaptadas.

Figura Nº 1.6

Tipología típica centro educativo privado en Cajamarca

Fuente: *Trabajo de campo, tipología típica infraestructura privada, Centro Educativo Divino Niño*

Por esos motivos la investigación propuesta, servirá como referente para establecer estrategias Bioclimáticas de diseño, con la finalidad de mejorar las condiciones de confort térmico en las aulas de clase, planteando además un complejo educativo que puede satisfacer las necesidades de equipamiento educativo, en el Sector 23.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las estrategias bioclimáticas para mejorar las condiciones de confort térmico de la zona pedagógica en el diseño de un complejo educativo en el sector 23 de la ciudad de Cajamarca en el año 2019?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar las estrategias Bioclimáticas que mejoran el confort térmico de la zona pedagógica en el diseño de un complejo educativo en el sector 23 de la ciudad de Cajamarca en el año 2019

1.3.2 Objetivos específicos

OE.1. Determinar las estrategias de arquitectura bioclimáticas de un Complejo Educativo

OE.2. Determinar cómo se mejoran las condiciones de confort térmico en la zona pedagógica de un Complejo Educativo.

OE.3. Determinar las condiciones climáticas de la ciudad de Cajamarca a nivel micro.

OE.4. Establecer lineamientos de diseño bioclimático para mejorar las condiciones de confort térmico de la zona pedagógica de un Complejo Educativo.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La adecuada ubicación y orientación, que garantice ganancias solares, que asegure una adecuada ventilación e iluminación natural, además de materiales constructivos utilizados que permitan mantener una temperatura constante, son las principales estrategias bioclimáticas que mejoran las condiciones del confort térmico de la zona pedagógica en diseño de un complejo educativo en el Sector 23 de la Ciudad de Cajamarca.

1.4.2 Hipótesis específicas

HE1 Dependiendo de la temperatura exterior, se establecen estrategias como calefacción solar pasiva, ventilación permanente, inercia térmica.

HE2 Aplicando adecuadas estrategias de diseño basadas en el comportamiento climático, se logra mejorar las condiciones de confort térmico.

HE3 Debido a su ubicación en la ciudad de Cajamarca las temperaturas más elevadas se dan en la estación primaveral, mientras que las temperaturas más bajas se presentan durante la noche en la época invernal.

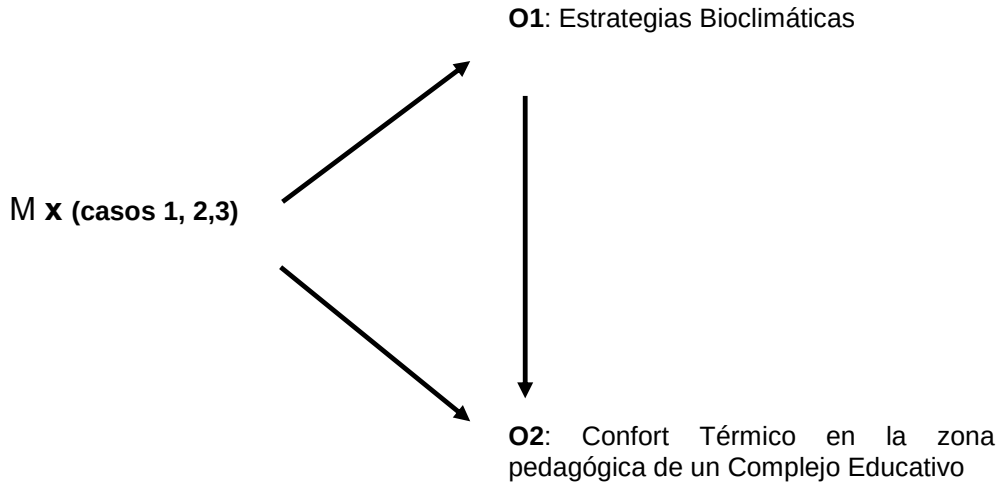
HE4 Los lineamientos de diseño bioclimático para mejorar las condiciones de confort térmico son: La orientación Norte – Sur, calefacción por ganancias térmicas indirectas y refrigeración por ventilación natural.

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Según el propósito: De aplicación en un proyecto arquitectónico

Según el diseño de Investigación: Transversal descriptiva no experimental



Donde:

M : Muestra

X1: Análisis de Caso 1: Colegio Diego Maya Salazar

X2 : Análisis de Caso 2: Kiowa School.

X3 : Análisis de Caso 3: Educational Center Marin Country Day School

O1: Variable Independiente

O2: Variable Dependiente

2.2 Presentación de Casos/Muestra

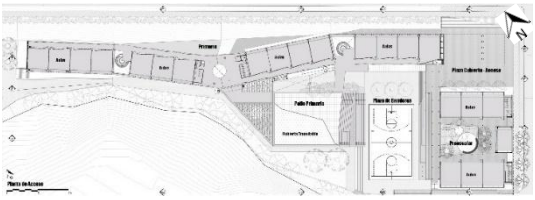
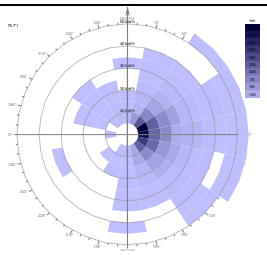
Se recolectó datos generales y específicos de 3 complejos educativos, ubicados en zonas que poseen condiciones climáticas similares a la ciudad de Cajamarca, en los cuales se han realizado estudios y aplicado estrategias de diseño bioclimático para mejorar el confort térmico.

Los casos analizados permitieron identificar las estrategias bioclimáticas principales para el acondicionamiento de aulas térmicamente confortables.

Se pudo determinar que la forma, el emplazamiento y orientación son fundamentales no solo por la calidad espacial que se podría obtener, sino porque, además son los ejes principales par ale diseño Bioclimático.

Tabla Nº2.1

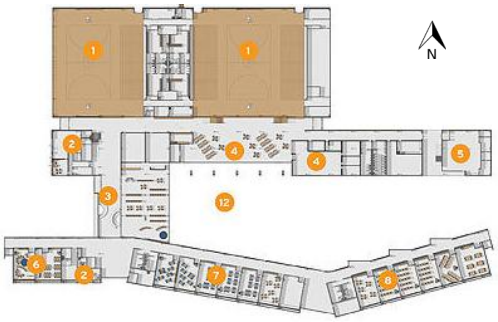
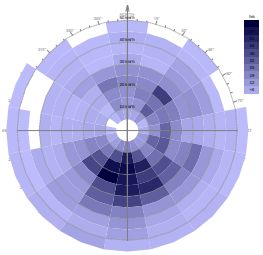
Caso 01 – Institución Educativa Diego Maya Salazar

Caso 01	
	
Datos Generales	
Proyecto	Institución Educativa Diego Maya Salazar.
Ubicación	Barrio La Samaria, Ciudad de Pereira, Departamento de Risaralda, Colombia.
Latitud	**4.796056**
Longitud	-75.709483
Área	6276.00 m^2
Clima	
Temperatura máxima promedio	24.9ºC
Temperatura mínima promedio	7.4 °C
Temperatura interior máxima	24°C
Temperatura interior mínima	21°C
Vientos Predominantes	El promedio anual de los vientos predominantes, se dan en dirección este - oeste 
Descripción	
Ubicado en Colombia, presenta una forma compacta, que favorece las ganancias térmicas. Es un ejemplo de diseño bioclimático, estableciendo una edificación en la cual se hace uso optimizado de la ventilación natural con el propósito de mantener el confort térmico en las aulas de clase, generando una ventilación cruzada entre las fachadas y cubiertas, minimizando el uso de sistemas mecánicos de enfriamiento y calefacción, optimizando el confort térmico en las aulas de clase, disminuyendo además el consumo energético.	

Fuente: *Elaboración propia en base a fichas de análisis de casos*

Tabla Nº2.2

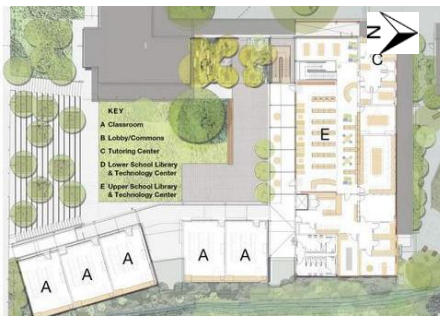
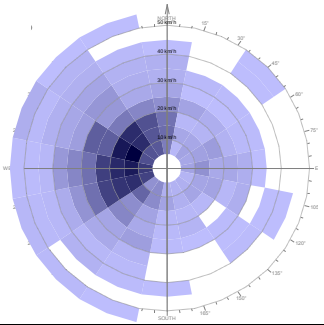
Caso 02 - Kiowa School

Caso 02	
	
Datos Generales	
Proyecto	Kiowa School, Greensburg
Ubicación	Estado de Kansas en Estados Unidos
Latitud	**37.598622**
Longitud	**-99.291438**
Área	5890.00 m^2
Clima	
Temperatura máxima promedio	21.66 °C
Temperatura mínima promedio	7.00 °C
Temperatura interior máxima	26°C
Temperatura interior mínima	19°C
Vientos Predominantes	El promedio anual de los vientos predominantes, se dan en dirección sureste - noroeste 
Descripción	
Presenta un solo patio principal de juegos con un área muy extensa, utiliza el revestimiento de madera para la fachada, la misma que favorece el aislamiento térmico. El edificio está diseñado a fin de maximizar la ventilación e iluminación natural, generando protección solar en las zonas expuestas a la radiación solar, sin alterar el confort lumínico en las aulas de clase	

Fuente: *Elaboración propia en base a fichas de análisis de casos*

Tabla Nº 2.3

Caso 03 - Educational Center Marin Country Day School

Caso 03	
	
Datos Generales	
Proyecto	Educational Center Marin Country Day School
Ubicación	Corte Madera, California, E.E.U.U.
Latitud	**37.919377**
Longitud	**-122.491327**
Área	4760.00 m^2
Clima	
Temperatura máxima promedio	19.33 °C
Temperatura mínima promedio	8.66 °C
Temperatura interior máxima	25°C
Temperatura interior mínima	21°C
Vientos Predominantes	El promedio anual de los vientos predominantes, se dan en dirección este - oeste 
Descripción	
El proyecto aprovecha además, de estrategias bioclimáticas pasivas, la energía solar a través de placas fotovoltaicas, utiliza parasoles horizontales con diseño tipo celosía, para proteger las fachadas expuestas a la radiación solar.	

Fuente: *Elaboración propia en base a fichas de análisis de casos*

El aplicar las fichas de análisis de casos permite, conocer de manera acertada las estrategias de confort térmico principales que posee un complejo educativo.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

A. Análisis de Casos.

Se recolectó la información para cada caso, se realizó el comparativo en los 03 casos analizados a fin de determinar las estrategias bioclimáticas aplicadas.

Tabla Nº2.4

Aplicación de ficha de análisis de casos

Variables	Dimensión de la variable	Sub dimensiones	Indicadores	Instrumento
Estrategias Bioclimáticas	Emplazamiento	Clima	Temperatura	Fichas de análisis de Casos
			Humedad (porcentaje)	
			Precipitaciones (milímetros)	
		Orientación	Orientación de Aulas	
	Calefacción	Ganancias solares	Captación Directa	
			Captación indirecta	
	Refrigeración	Elementos de protección solares	Aleros	
			Parasol Celosía	
			Pérgolas	
		Tipos de Ventilación	Cruzada	
			Cenital (efecto chimenea)	
			Efecto Patio	
	Envolvente	Materiales de gran inercia térmica	Concreto armado	
			Ladrillo	
		Materiales Aislantes	Aislamiento exterior / interior	
			Vidrio insulado	
		Aberturas	Porcentaje de abertura de vanos	

Fuente: *Elaboración propia en base a investigación*

B. Fichas de observación climática.

Se realizó la recolección de la información del historial meteorológico de la ciudad de Cajamarca desde los años 1969 hasta el año 2018, a fin de determinar el comportamiento climático. Posteriormente se realizó una comparación del clima, con

respecto a la ciudad de Cajamarca, se utilizaron softwares como WRPLOT View que permite establecer la rosa de los vientos, Geosol de radiación y comportamiento solar, Google Earth, demostrando el corte topográfico y porcentaje de pendiente, además del diagrama Psicrométrico propuesta por Givoni, el Triángulo de confort de J.M. Evans, a través de los cuales se conocerá las estrategias de confort térmico requeridas.

Tabla Nº2.5

Aplicación de ficha de observación

Variables	Dimensión de la variable	Sub dimensiones	Indicadores	Instrumento
Estrategias Bioclimáticas	Emplazamiento	Clima	Temperatura	Fichas de observación climática
			Humedad (porcentaje)	
			Precipitaciones (milímetros)	
		Orientación	Orientación de Aulas	

Fuente: *Elaboración propia en base a investigación*

C. Fichas de Documentales – Estrategias Bioclimáticas.

Se realizó un análisis de las teorías propuestas por distintos autores, a fin de determinar el sistema valorativo empleado en los análisis de casos.

Tabla Nº2.6

Aplicación de fichas documentales

Variables	Dimensión de la variable	Sub dimensiones	Indicadores	Instrumento
Estrategias Bioclimáticas	Emplazamiento	Clima	Temperatura	Fichas Documentales
			Humedad (porcentaje)	
			Precipitaciones (milímetros)	
		Orientación	Orientación de Aulas	
	Calefacción	Ganancias solares	Captación Directa	
			Captación indirecta	
		Elementos de protección solares	Aleros	
			Parasol Celosía	
			Pérgolas	

	Refrigeración	Tipos de Ventilación	Cruzada	Fichas Documentales
			Cenital (efecto chimenea)	
			Efecto Patio	
	Envolvente	Materiales de gran inercia térmica	Concreto armado	
			Ladrillo	
		Materiales Aislantes	Aislamiento exterior / interior	
			Vidrio insulado	
		Aberturas	Porcentaje de abertura de vanos	

Fuente: *Elaboración propia en base a investigación*

D. Fichas de Documentales – Confort Térmico, Reglamentación

Se sintetizó la información establecida tanto en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Guia de Diseño Bioclimático para Locales Educativos, y las teorías estudiadas por varios autores en fichas documentales, a fin de contrastar, los rangos de confort con las estrategias óptimas para el proyecto.

Tabla Nº2.7

Aplicación de fichas documentales

Variables	Dimensión de la variable	Sub dimensiones	Indicadores	Instrumento
Confort Térmico en la zona pedagógica de un Complejo Educativo	Parámetros físicos del ambiente	Temperatura	Temperatura (rango máximo)	Fichas Documentales
			Temperatura (rango mínimo)	
		Humedad	Humedad (porcentaje máximo)	
			Humedad (porcentaje mínimo)	

Fuente: *Elaboración propia en base a investigación*

CAPÍTULO 3 RESULTADOS

3.1 Estudio de Casos/Muestra

3.1.1 Ficha de Observación – Condiciones Climática de Cajamarca.

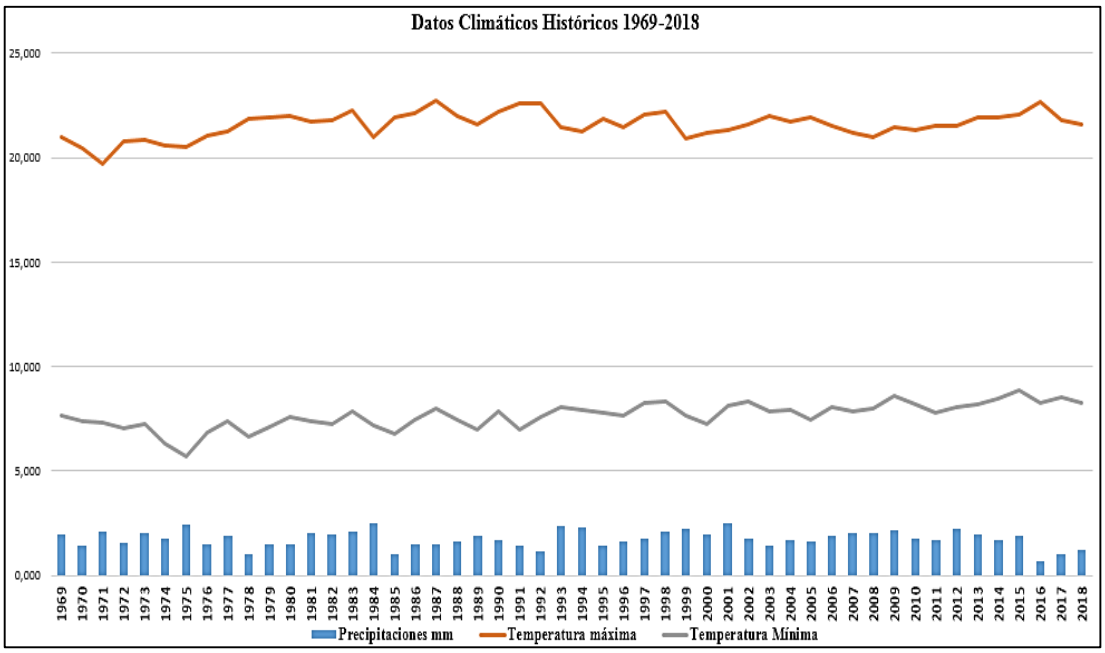
Para poder establecer las características climáticas de la zona de estudio, se realizó la recolección de información climática desde el año 1969 hasta 2018, tomando como fuente la estación meteorológica Augusto Weberbauer de la Universidad Nacional de Cajamarca.

a) Temperatura y Precipitaciones

Se analizaron los datos climáticos desde el año 1969 hasta el año 2018, se observa que la temperatura máxima promedio se dio en el año 1987 con un total de 22.75 °C, mientras que la mínima promedio se presentó en el año 1975, con un total de 5.71°C, según se muestra en la siguiente figura.

Figura Nº 1.7

Datos climáticos históricos 1969 -2018



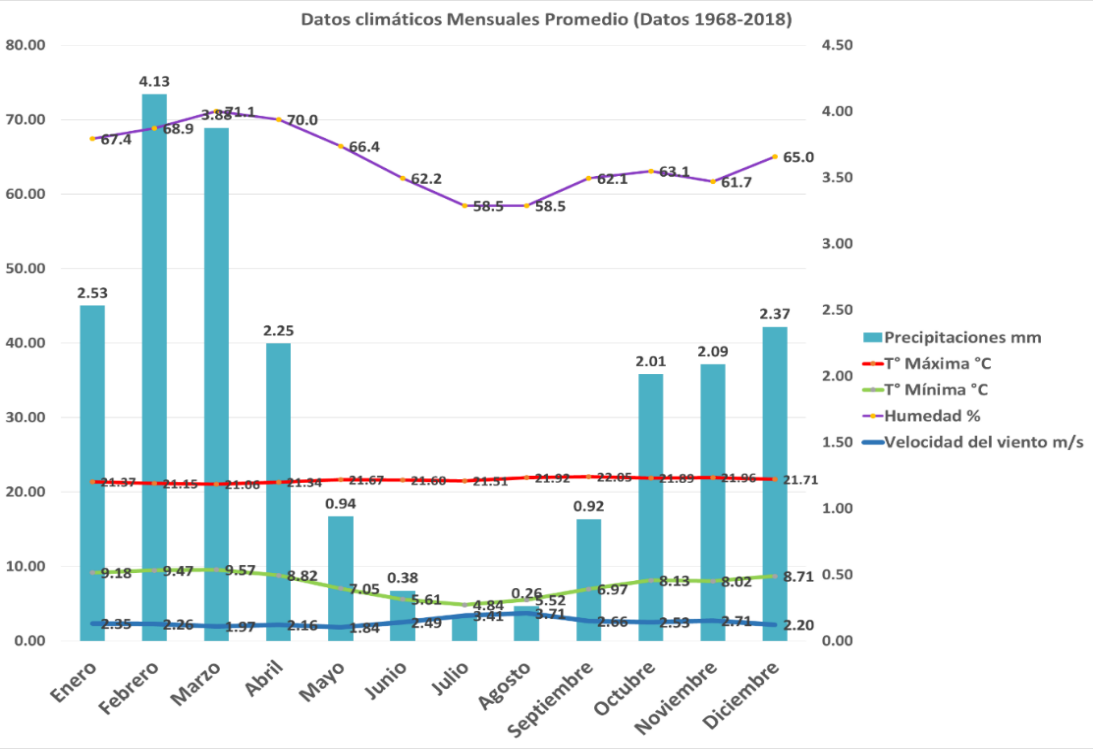
Fuente: *Datos obtenidos de estación Meteorológica Augusto Weberbauer del SENAMHI Cajamarca*

b) Resumen climático promedio

Tomando como referencia el historial meteorológico desde el año 1969 hasta el año 2018, se pudo establecer el comportamiento climático (temperatura, humedad y precipitaciones) de la ciudad de Cajamarca, a nivel mensual, estacional, y anual.

Figura Nº 3.2

Datos climáticos históricos mensuales



Fuente: *Datos obtenidos de estación Meteorológica Augusto Weberbauer del SENAMHI Cajamarca*

Se puede observar en el gráfico que el mayor volumen de precipitaciones de da en los meses de diciembre a marzo, que son meses en donde se presenta el mayor porcentaje de humedad relativa, además en éste periodo la velocidad del aire es menor, mientras que de junio a septiembre se tienen un menor volumen de precipitaciones, por éste motivo se presenta un menor porcentaje de humedad pero son los mes donde se presentan las temperaturas más altas durante el día, y las más bajas durante la noche, obteniendo una mayor velocidad del aire.

Teniendo en cuenta los datos climáticos por mes podemos establecer el clima por estaciones.

c) Resumen Climático Estacional

En primavera se tiene una temperatura mínima de 7.71 °C, una máxima de 21.97 °C, una velocidad del viento de 2.63 m/s, un 62.30% de humedad relativa y volumen de 1.67 mm correspondiente a las precipitaciones.

En verano se tiene una temperatura mínima de 9.12 °C, una máxima de 21.41 °C, una velocidad del viento de 2.27 m/s, un 67.11% de humedad relativa y volumen de 3.01 mm de precipitaciones.

En Otoño se tiene una temperatura mínima de 8.48 °C, una máxima de 21.35 °C, una velocidad del viento de 1.99 m/s, un 69.20% de humedad relativa y volumen de 2.35 mm de precipitaciones.

En invierno se tiene una temperatura mínima de 5.32 °C, una máxima de 21.68 °C, una velocidad del viento de 3.20 m/s, un 59.69 % de humedad relativa y volumen de 0.27 mm de precipitaciones.

Tabla Nº 3.1

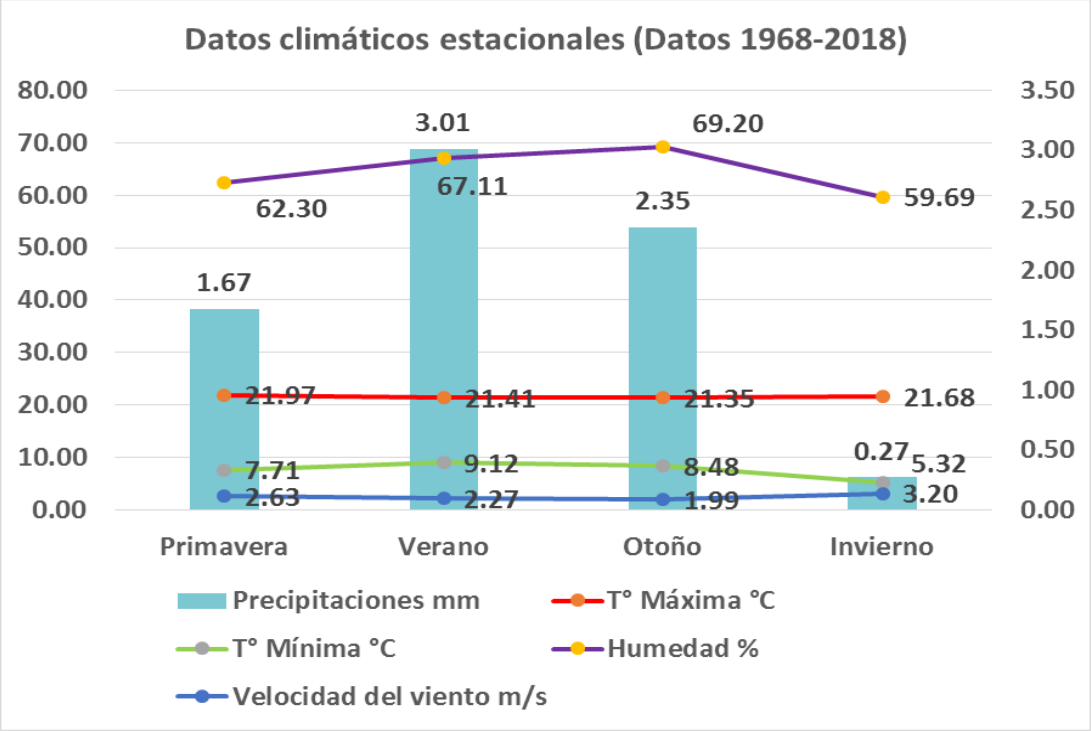
Resumen climático estacional (datos 1968-2018)

Estación	Precipitaciones mm	T° Máxima °C	T° Mínima °C	Humedad %	Velocidad del viento m/s
Primavera	1.67	21.97	7.71	62.30	2.63
Verano	3.01	21.41	9.12	67.11	2.27
Otoño	2.35	21.35	8.48	69.20	1.99
Invierno	0.27	21.68	5.32	59.69	3.20
Promedio anual	1.83	21.60	7.66	64.57	2.52

Fuente: *Datos obtenidos de estación Meteorológica Augusto Weberbauer del SENAMHI Cajamarca*

Figura Nº 3.3

Datos climáticos estacionales



Fuente: *Datos obtenidos de estación Meteorológica Augusto Weberbauer del SENAMHI Cajamarca*

d) Carta Psicrométrica de confort según Givoni

Anualmente en Agosto y Septiembre se presentan las temperaturas más elevadas (21.92 °C – 22.05 °C) durante el día, en los meses de Junio y julio se presentan las temperaturas más bajas durante la noche (4.84 °C - 5.52 °C), se establecen valores tomando como referencia la temperatura máxima, la mínima y la humedad relativa en cada caso.

Tabla Nº 3.2

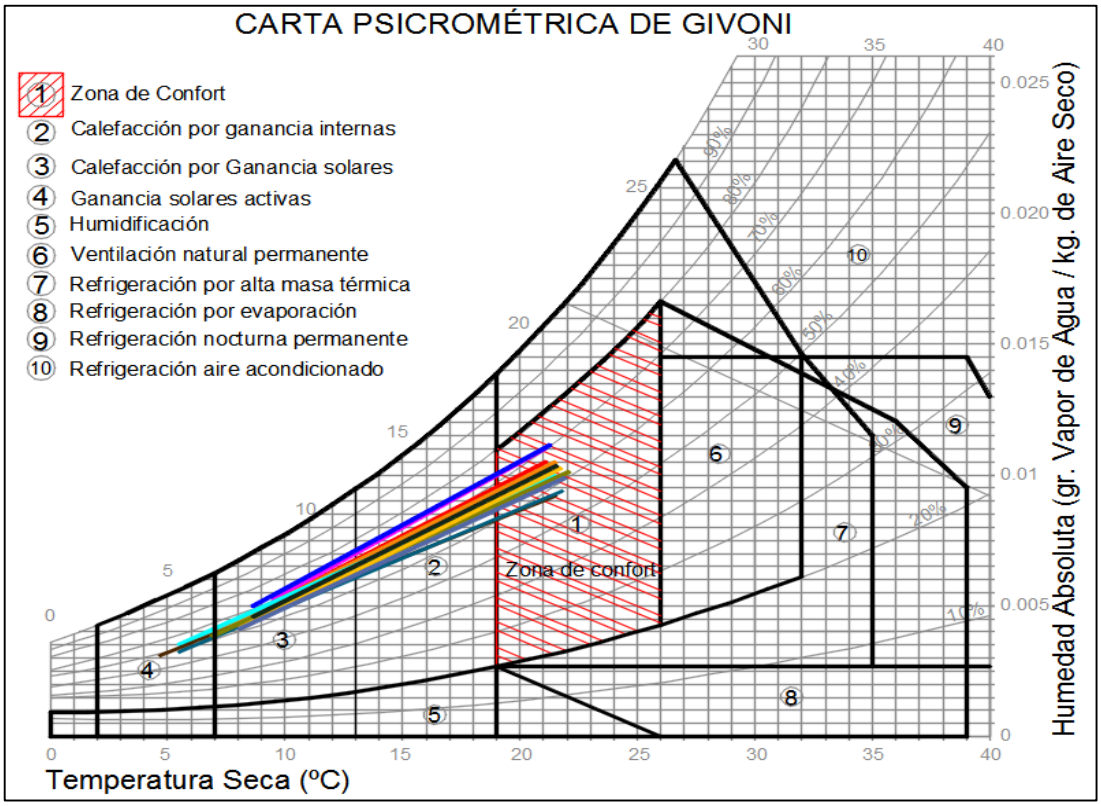
Datos climáticos – Carta Psicométrica de Givoni

Mes	Precipitaciones mm	T° Máxima °C	T° Mínima °C	Humedad %	Velocidad del viento m/s
Enero	2.53	21.37	9.18	67.4	2.35
Febrero	4.13	21.15	9.47	68.9	2.26
Marzo	3.88	21.06	9.57	71.1	1.97
Abril	2.25	21.34	8.82	70.0	2.16
Mayo	0.94	21.67	7.05	66.4	1.84
Junio	0.38	21.60	5.61	62.2	2.49
Julio	0.18	21.51	4.84	58.5	3.41
Agosto	0.26	21.92	5.52	58.5	3.71
Septiembre	0.92	22.05	6.97	62.1	2.66
Octubre	2.01	21.89	8.13	63.1	2.53
Noviembre	2.09	21.96	8.02	61.7	2.71
Diciembre	2.37	21.71	8.71	65.0	2.20
Promedio Anual	1.83	21.60	7.66	64.57	2.52

Fuente: *Elaboración propia en base a datos climático del SENAMHI 1969-2018*

Figura Nº 3.4

Carta Psicométrica de Givoni



Fuente: *Elaboración propia en base la carta psicométrica de Givoni*

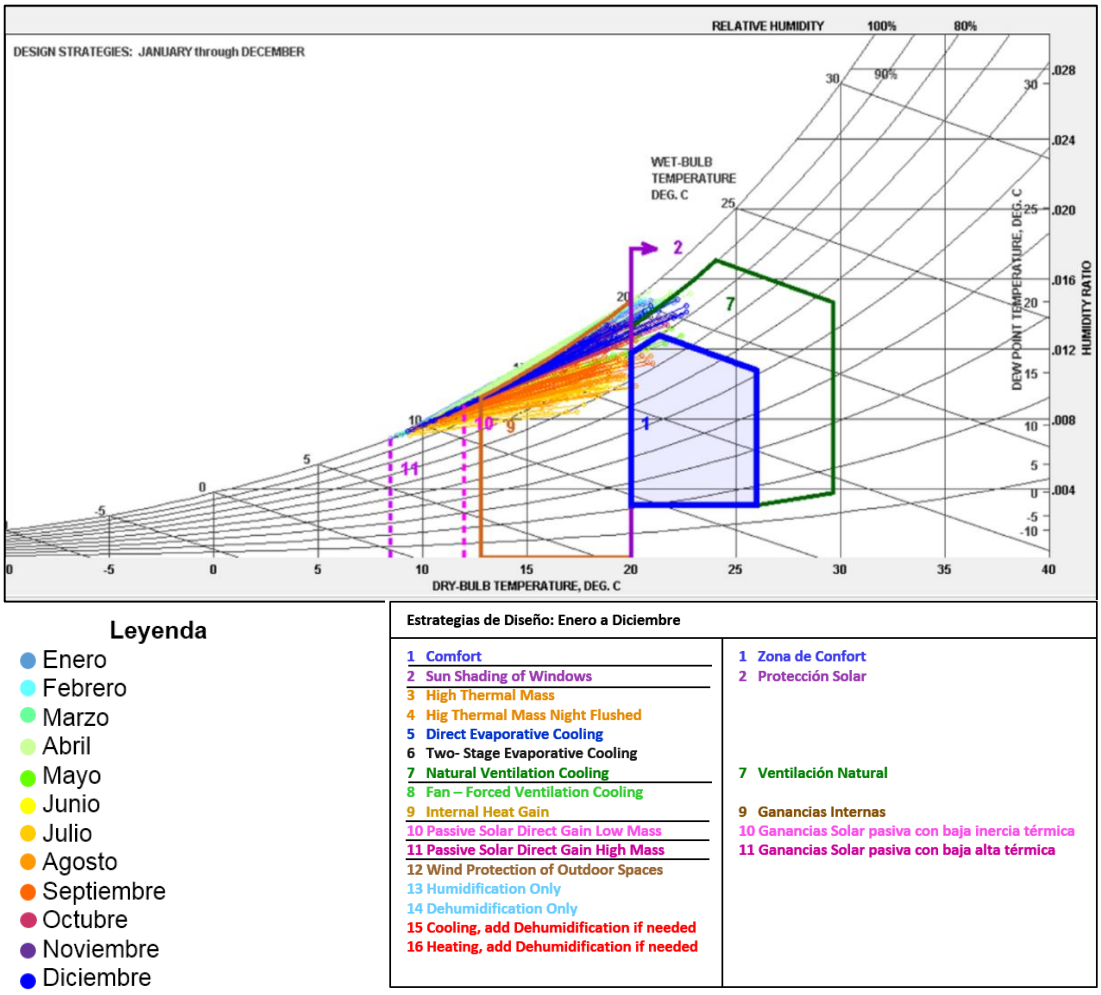
De acuerdo a la carta psicométrica de Givoni, se llega a tener confort parcial, sin embargo, se deben considerar estrategias como ganancia interna, calefacción pasiva por ganancias solares, a su vez se tiene como recomendación la estrategia de ganancias solares activas, dependiendo de tipo o uso de edificación permanente, es decir las 24 horas.

e) Software Climate Consultat

Obteniendo los datos climáticos históricos, se analizaron mediante el software Climate Consultant, en el cual se establecen estrategias bioclimáticas de acuerdo a la zona bioclimática.

Figura Nº 3.5

Carta Psicométrica Software Climate Consultant



Fuente: *Software Climate Consultant en base a datos históricos meteorológicos.*

Como resultado se obtuvo que las estrategias para mantener el confort térmico son la ventilación natural, ganancias solares, ganancias internas, el uso de materiales de baja y alta masa térmica los cuales permite que la temperatura se mantenga, se debe considerar también la protección solar dependiendo de la ubicación del vano (este, oeste, norte, sur).

Así mismo se establece que la edificación se debe orientar al norte lo cual permite generar ganancias térmicas a través de la envolvente, evitando el deslumbramiento.

f) Triángulo de confort de John Martin Evans

Tabla Nº3.3

Datos climáticos – Triángulo de Evans

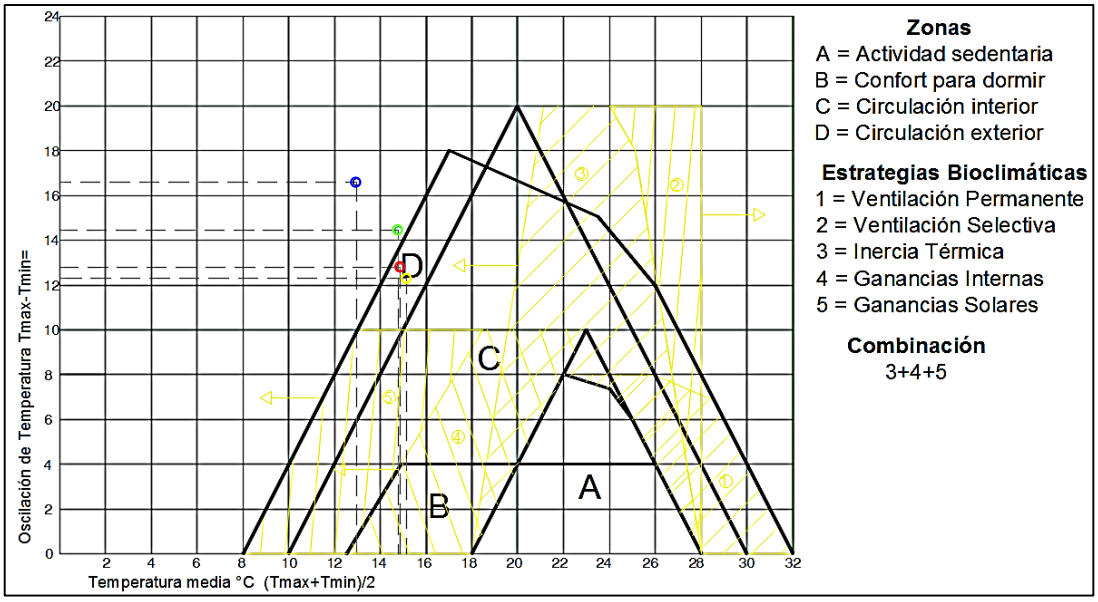
Estación	Precipitaciones mm	T° Máxima °C	T° Mínima °C	Humedad %	Velocidad del viento m/s
Primavera	1,67	21,97	7,71	62,30	2,63
Verano	3,01	21,41	9,12	67,11	2,27
Otoño	2,35	21,35	8,48	69,20	1,99
Invierno	0,27	21,68	5,32	59,69	3,20
Promedio anual	1,83	21,60	7,66	64,57	2,52

Fuente: *Elaboración propia en base a datos climático del SENAMHI 1969-2018*

Teniendo los datos de acuerdo a cada estación se graficó el siguiente esquema, de acuerdo al triángulo de confort de Evans, dónde se establecen algunas estrategias de diseño para mejorar las condiciones de confort térmico.

Figura Nº 3.6

Datos climáticos estacionales – Triángulo de Confort de Evans



Fuente: *Elaboración propia en base al triángulo de confort de J. M. Evans*

g) Análisis con Software Ecotect Analysis 2011.

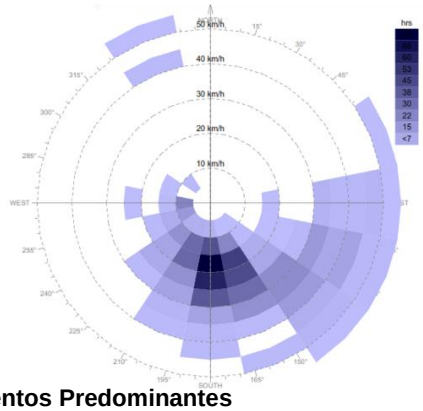
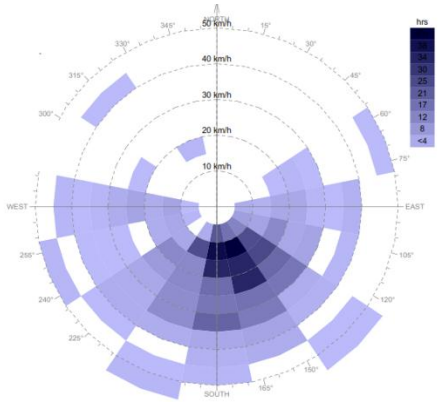
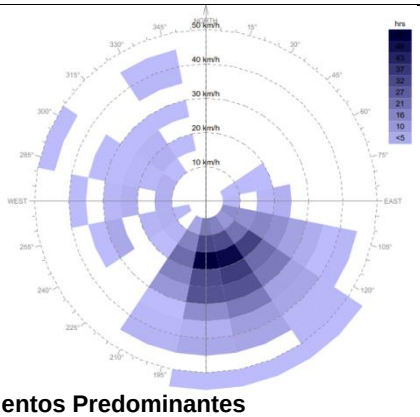
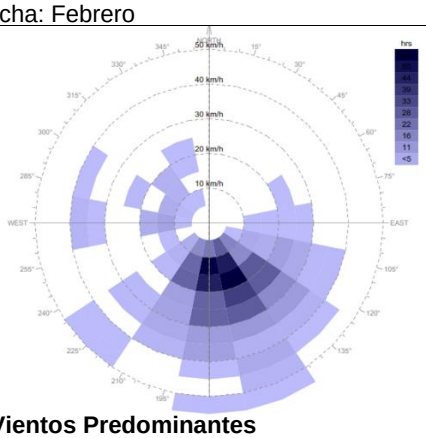
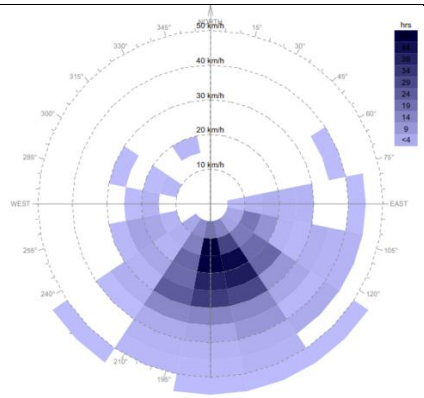
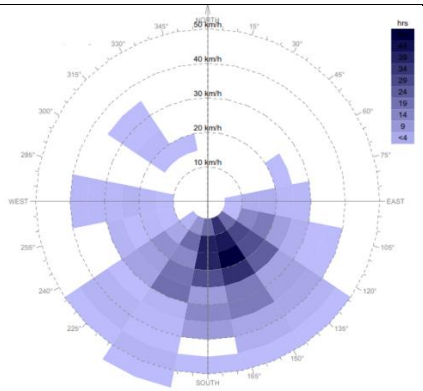
Los datos climáticos de Cajamarca se analizaron mediante el Software Ecotect Analysis 2011, obteniendo los siguientes resultados:

h) Vientos.

Se analizaron los datos correspondientes a la velocidad y dirección de los vientos a fin de establecer la ubicación favorable en el diseño, para garantizar una adecuada ventilación natural en la zona pedagógica.

Tabla Nº 3.4

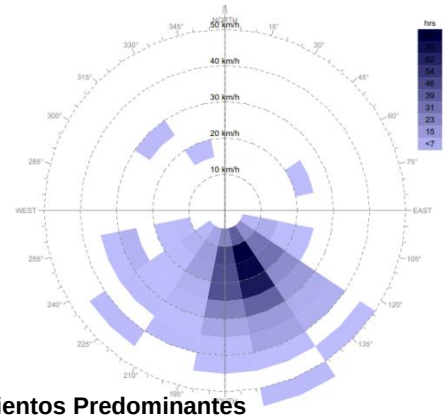
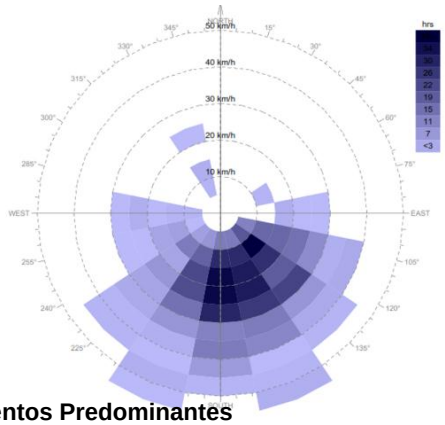
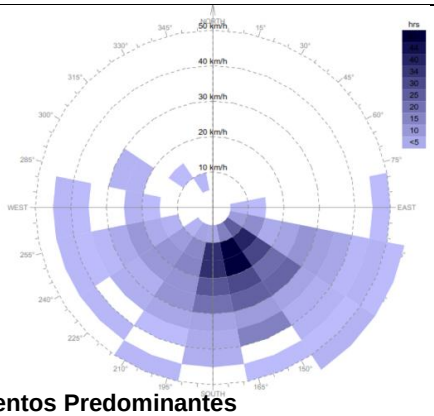
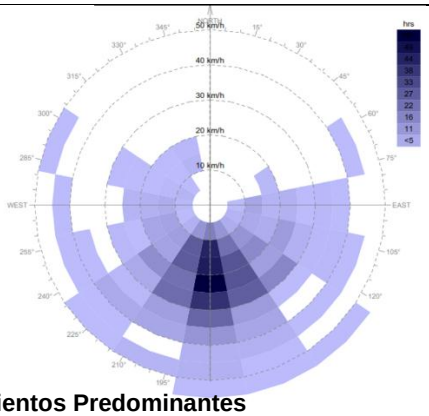
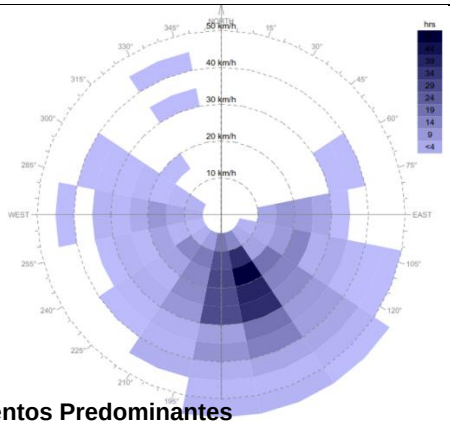
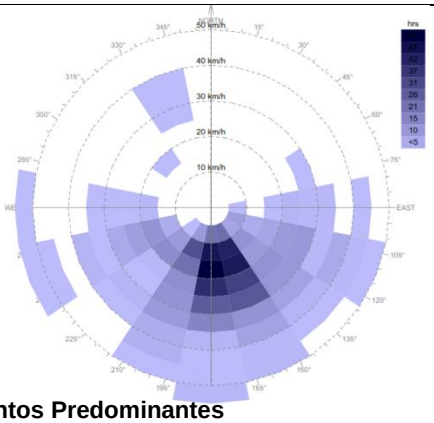
Vientos predominantes por mes

 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Enero	 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Febrero
 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Marzo	 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Abril
 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Mayo	 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Junio

Fuente: *Software Ecotect en base a datos climático del SENAMHI 1969-2018*

Tabla Nº 3.5

Vientos predominantes por mes

 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Julio	 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Agosto
 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Septiembre	 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Octubre
 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Noviembre	 **Vientos Predominantes** Frecuencia Horaria Cajamarca Fecha: Diciembre

Fuente: *Software Ecotect en base a datos climático del SENAMHI 1969-2018*

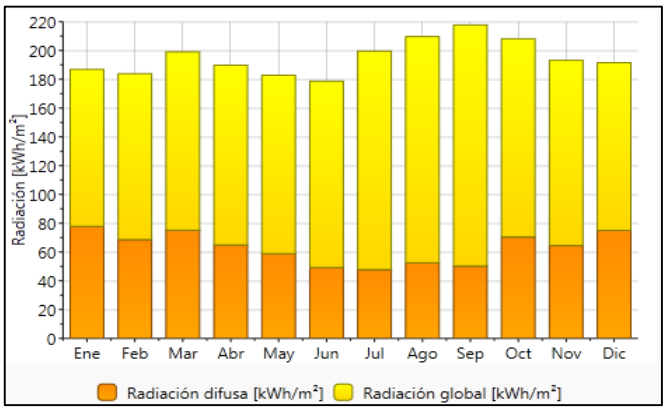
De acuerdo a los gráficos los vientos predominantes provienen con dirección Sureste-noroeste, presentando una mayor intensidad en los meses de agosto y septiembre. Como resultado de los datos obtenidos por el Software Ecotect Analysis se pudo determinar que la ubicación favorable para una adecuada ventilación natural es Sur - Norte

i) Radiación Solar.

A fin de poder establecer valores de radiación, se utilizó el Software Meteonorm, posteriormente estos datos se procesaron el Software Ecotect, obteniendo la Mejor orientación hacia el norte con una variación máxima de 12.5 ° hacia el este, lo que permite aprovechar las ganancias solares.

Figura Nº 3.7

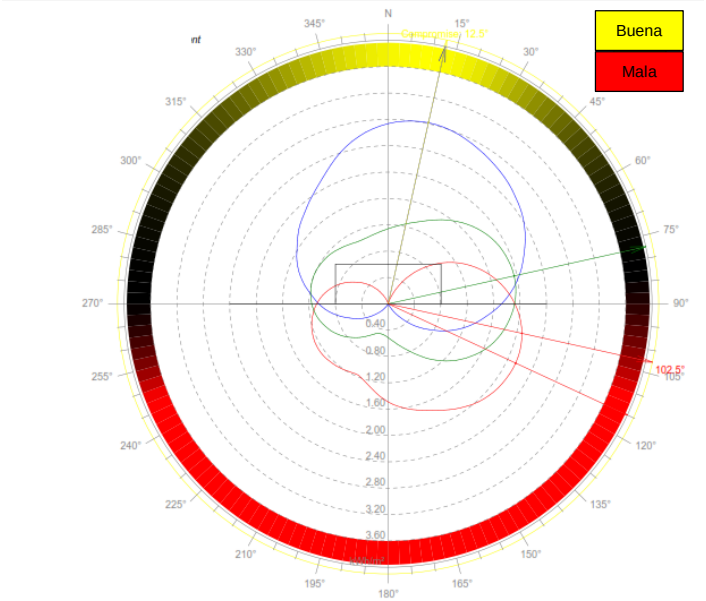
Radiación Solar



Fuente: *Software Meteonorm, en base a datos climático del SENAMHI 1969-2018*

Figura Nº 3.8

Orientación óptima, según datos climáticos



Fuente: *Software Ecotect en base a datos de Software Meteonorm*

3.1.2 Ficha de Análisis de Casos: Estrategias Bioclimáticas

Se aplicó la ficha de análisis de caso para determinar el tipo de diseño que poseen 3 Complejos Educativos, en los cuales se ha aplicado éste tipo de estrategias bioclimática.

a) Institución Educativa Diego Maya Salazar

a.1. Dimensión: Emplazamiento

a.1.1. Subdimensión: Clima

a.1.1.1 Temperatura, humedad, precipitaciones

Como resultado del análisis de casos se obtuvo el siguiente cuadro comparativo.

Tabla Nº 3.6

Datos climáticos – Análisis climático

Clima	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Temperatura máxima	24.9 °C	21.66 °C	19.33 °C
Temperatura mínima	7.4 °C	7.00 °C	8.66 °C
Humedad relativa	65.8%	68%	64%
Precipitaciones	6.63mm	2.27mm	3.85mm
Conclusiones: Los casos muestran una gran diferencia entre las temperatura altas y bajas, esto predispone el uso de estrategias a fin de mantener una temperatura confortable durante el periodo de uso de las edificaciones			

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

a.1.2 Orientación

La orientación está determinada por el recorrido solar y la dirección de los vientos predominantes, debido a que influyen en la temperatura de los ambientes interior de la edificación, de los casos analizados, se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla Nº3.7

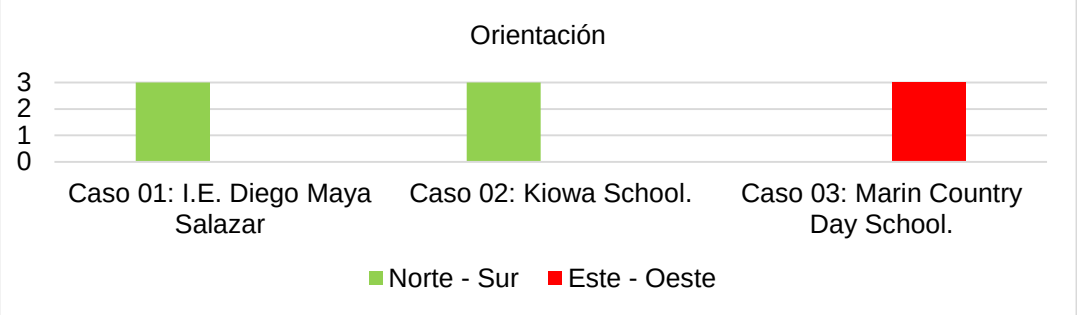
Datos climáticos – Análisis climático

Orientación	Valoración	
	Norte - Sur	Este - Oeste
Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	3	-
Caso 02: Kiowa School.	3	-
Caso 03: Marin Country Day School.	-	3
Conclusiones: El caso 01 y 02 presentan una mejor orientación de aulas Norte – Sur, evita el ingreso de la radiación solar directa, en las aulas de clase		

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.9

Comparativo de orientación



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

b.1. Dimensión: Calefacción

b.1.1. Subdimensión: Ganancias solares

b.1.1.1 Captación Directa

La captación solar directa se realiza a través de los vanos de iluminación, se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla Nº3.8

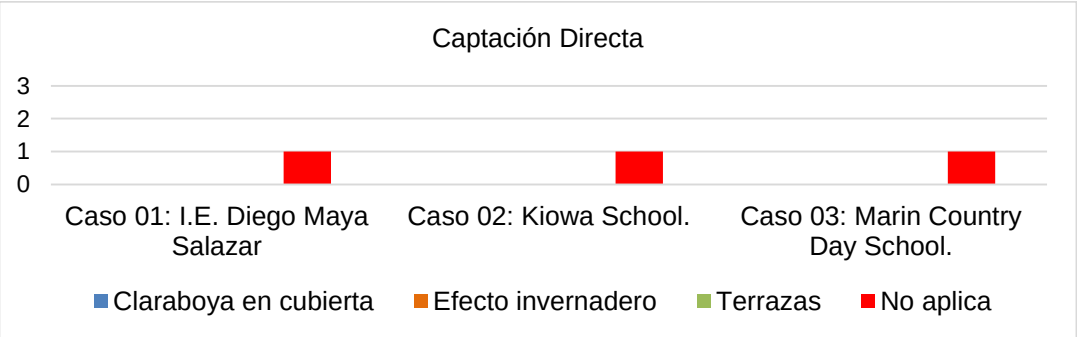
Resultados Captación directa

Comparativo – Captación Directa				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School	Caso 03: Marin Country Day School
Claraboya en cubierta	4	-	-	-
Efecto invernadero	3	-	-	-
Terrazas	2	-	-	-
No aplica	1	1	1	1
Conclusiones: Ninguno de los casos muestra estrategia de ganancias térmicas directas				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.10

Comparativo de captación directa



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

b.1.1.2 Captación Indirecta

La captación solar indirecta se realiza mediante los muros con exposición a la radiación solar, la cubierta, de os casos analizados se obtuvo los siguientes resultados

Tabla Nº 3.9

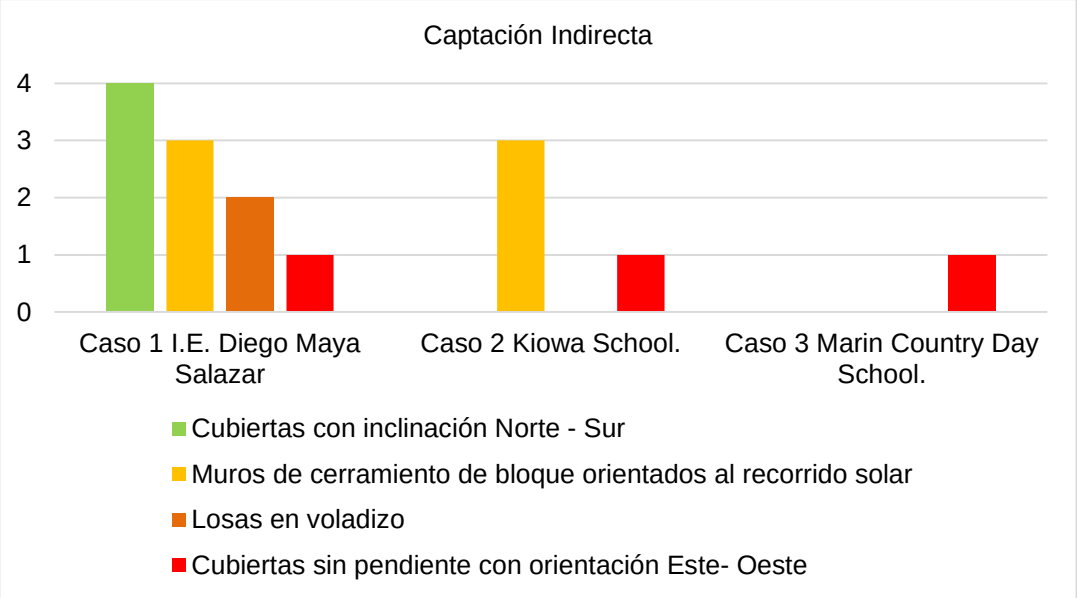
Resultados Captación indirecta

Comparativo – Captación Indirecta				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Cubiertas con inclinación Norte - Sur	4	4	4	0
Muros de cerramiento de bloque orientados al recorrido solar	3	3	0	0
Losas en voladizo	2	2	0	0
Cubiertas sin pendiente con orientación Este- Oeste	1	1	1	1
Conclusiones: De los casos analizados el caso 1 cumple con todas las estrategias de captación indirecta, aprovechando el recorrido solar en toda la envolvente, además de las losas en voladizo.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.11

Comparativo de captación indirecta



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

c.1. Dimensión: Refrigeración

c.1.1. Subdimensión: Elementos de Protección solar

c.1.1.1 Aleros

Dentro de las estrategias de refrigeración, se encuentra la aplicación de aleros generadores de sombra, que permiten mantener la temperatura, en las temporadas de intensa radiación solar. Se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla Nº 3.10

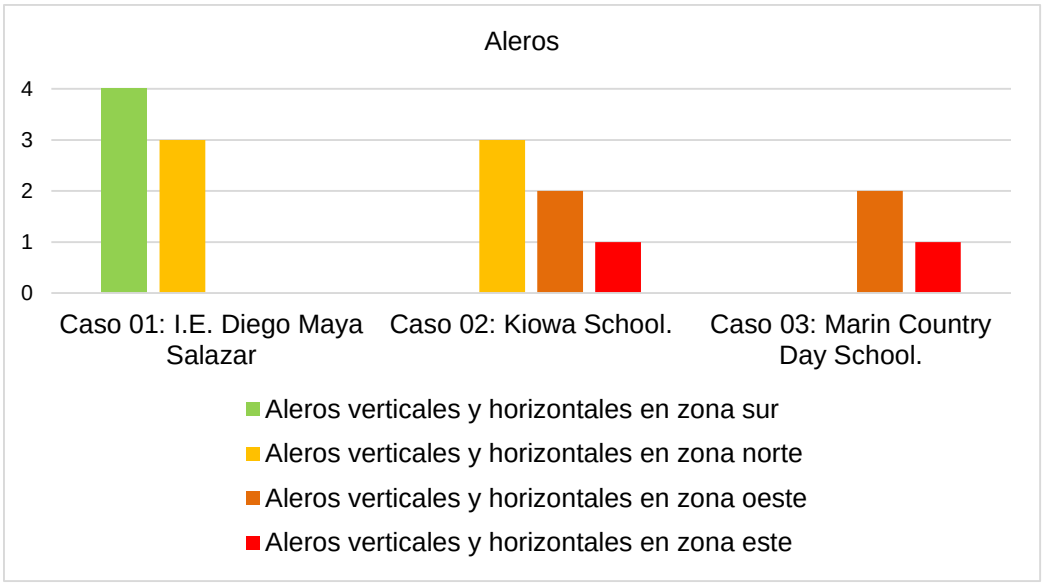
Resultados, elementos de protección solar, aleros

Comparativo – Aleros				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Aleros verticales y horizontales en zona sur	4	4	0	0
Aleros verticales y horizontales en zona norte	3	3	3	0
Aleros verticales y horizontales en zona oeste	2	0	2	2
Aleros verticales y horizontales en zona este	1	0	1	1
Conclusiones: De los casos analizados, el caso 01, a pesar de tener una ubicación óptima, genera aleros en la zona sur y norte, los mismos que funcionan como protectores solares en los pasillos, además de elementos captadores de calor.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.12

Comparativo, elementos de protección solar, aleros



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

c.1.1.2 Parasol Celosía

La estrategia correspondiente a celosía, responde a la necesidad de proteger las zonas dónde el ingreso de la radiación solar sea de manera directa, Como resultado de los casos analizados se tuvo el siguiente resultado.

Tabla Nº3.11

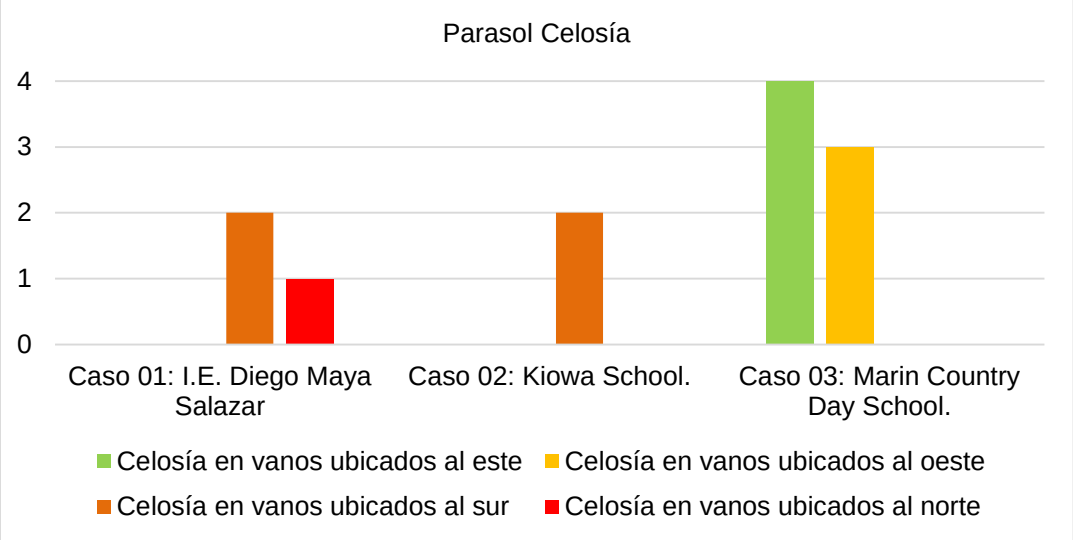
Resultados, elementos de protección solar, parasoles celosía

Comparativo – Parasol Celosía				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Celosía en vanos ubicados al este	4	0	0	4
Celosía en vanos ubicados al oeste	3	0	0	3
Celosía en vanos ubicados al sur	2	2	2	0
Celosía en vanos ubicados al norte	1	1	0	0
Conclusiones: De los casos analizados, el caso 01, a pesar de tener una ubicación óptima, genera celosía vertical en la zona sur y norte.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.13

Comparativo, elementos de protección solar, celosía



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

c.1.1.3 Pérgolas

Elementos generadores de sombra, usualmente utilizados en espacios exteriores. El resultado obtenido se muestra en el cuadro siguiente

Tabla Nº3.12

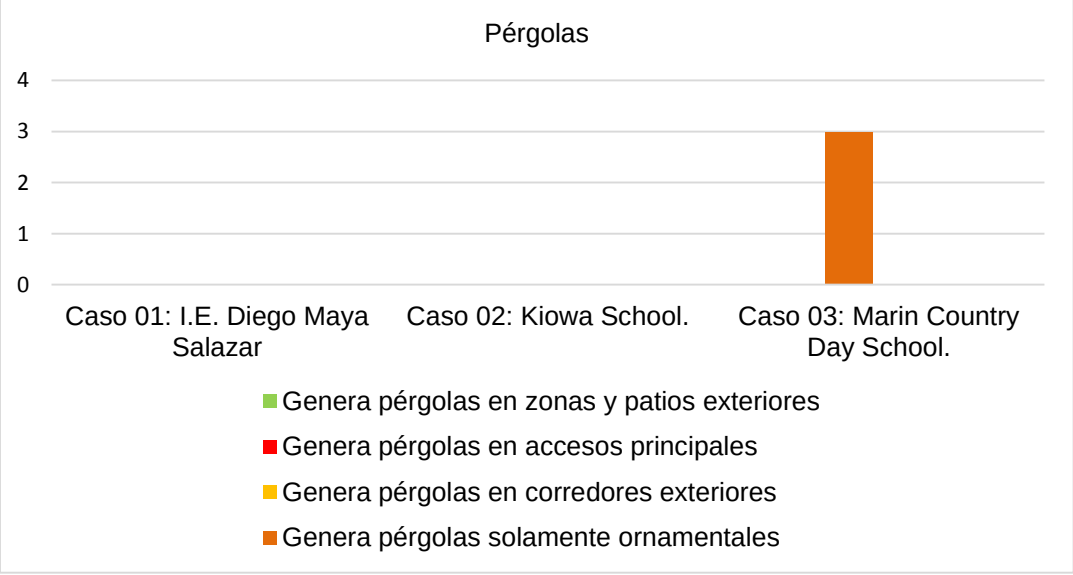
Resultados, elementos de protección solar, pérgolas

Comparativo – Pérgolas				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Genera pérgolas en zonas y patios exteriores	4	0	0	0
Genera pérgolas en accesos principales	3	0	0	3
Genera pérgolas en corredores exteriores	2	0	0	0
Genera pérgolas solamente ornamentales	1	0	0	0
Conclusiones: De los casos analizados solamente el caso 03 propone el diseño de pérgolas en los accesos y pasillo exteriores.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.14

Comparativo, elementos de protección solar, pérgolas



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

c.1.2. Subdimensión: Tipos de Ventilación

c.1.2.1 Ventilación Cruzada

En los análisis de caso se realiza un estudio de la ubicación de los vanos, que generan una ventilación cruzada natural idónea. Como resultado se obtuvo el siguiente cuadro.

Tabla Nº 3.13

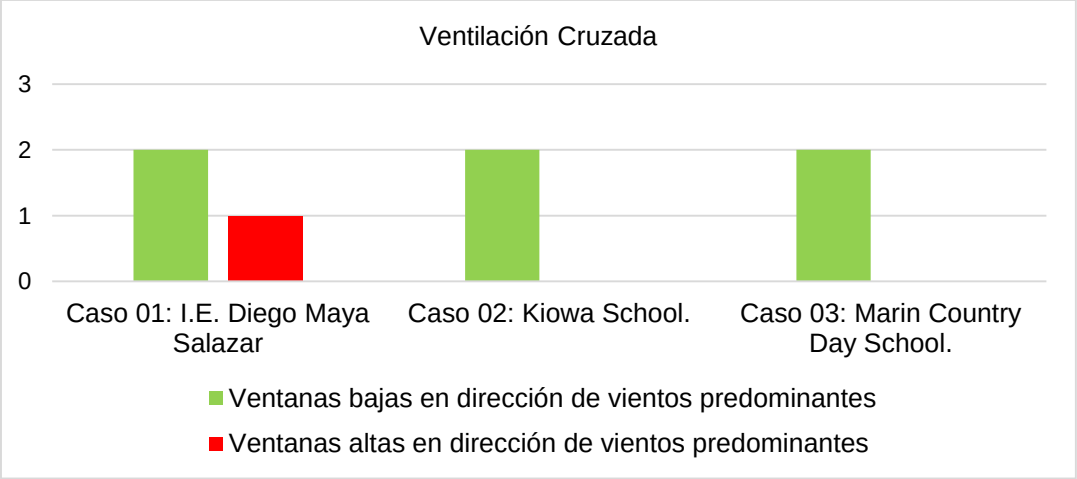
Resultados Ventilación Cruzada

Comparativo – Ventilación Cruzada				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Ventanas bajas en dirección de vientos predominantes	2	2	2	2
Ventanas altas en dirección de vientos predominantes	1	1	0	0
Conclusiones: Los tres casos muestran ubicación de ventanas bajas en dirección de los vientos predominantes, el caso 01 además muestra algunos ambientes con ventanas altas en ubicación de los vientos predominantes				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.15

Comparativo de ventilación cruzada



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

c.1.2.2 Ventilación Cenital (Efecto Chimenea)

El efecto chimenea se caracteriza por la salida superior del aire viciado, a través de vanos de ventilación ubicados en la parte superior o cubierta de una edificación, es recomendable en zonas que requieran de una mayor ventilación para refrigerar el ambiente. Los resultados obtenidos se muestras en el siguiente gráfico.

Tabla Nº3.14

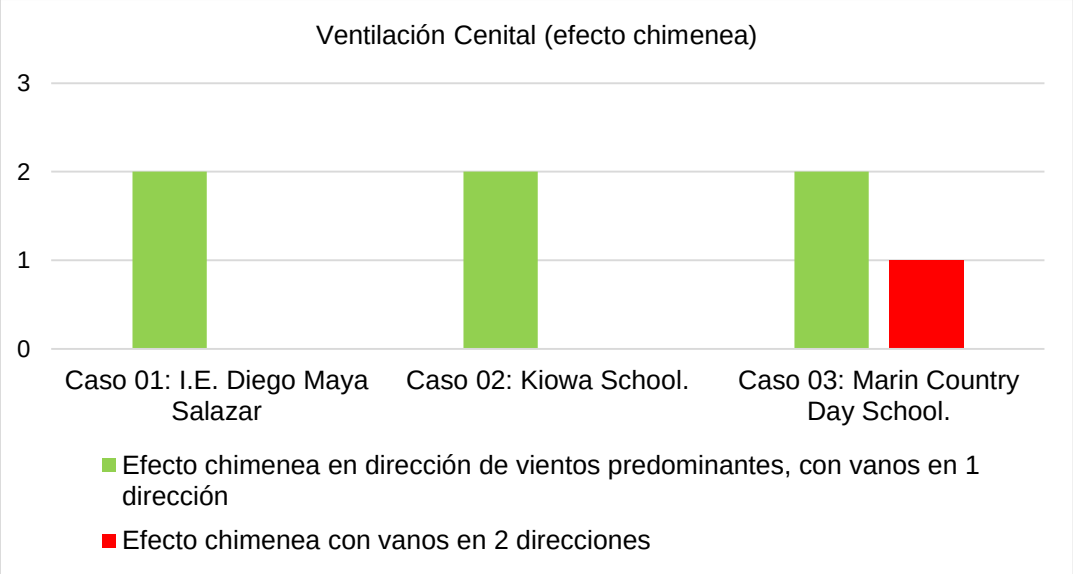
Resultados ventilación cenital (efecto chimenea)

Comparativo – Ventilación Cenital (efecto chimenea)				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Efecto chimenea en dirección de vientos predominantes, con vanos en 1 dirección	2	2	2	2
Efecto chimenea con vanos en 2 direcciones	1	0	0	1
Conclusiones: Dos de los casos presentan ventilación efecto chimenea con vanos en 1 dirección, mientras que el caso 03 muestra efecto chimenea, pero con vanos en 2 direcciones.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.16

Comparativo de ventilación cenital (efecto chimenea)



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

c.1.2.3 Ventilación Efecto Patio

La ventilación por efecto patio se produce cuando en el diseño se plantea un patio integrador el cual genera un mayor flujo de aire siempre y cuando se tenga en cuenta dirección de los vientos predominantes. Como resultado se obtuvo el cuadro siguiente:

Tabla Nº 3.15

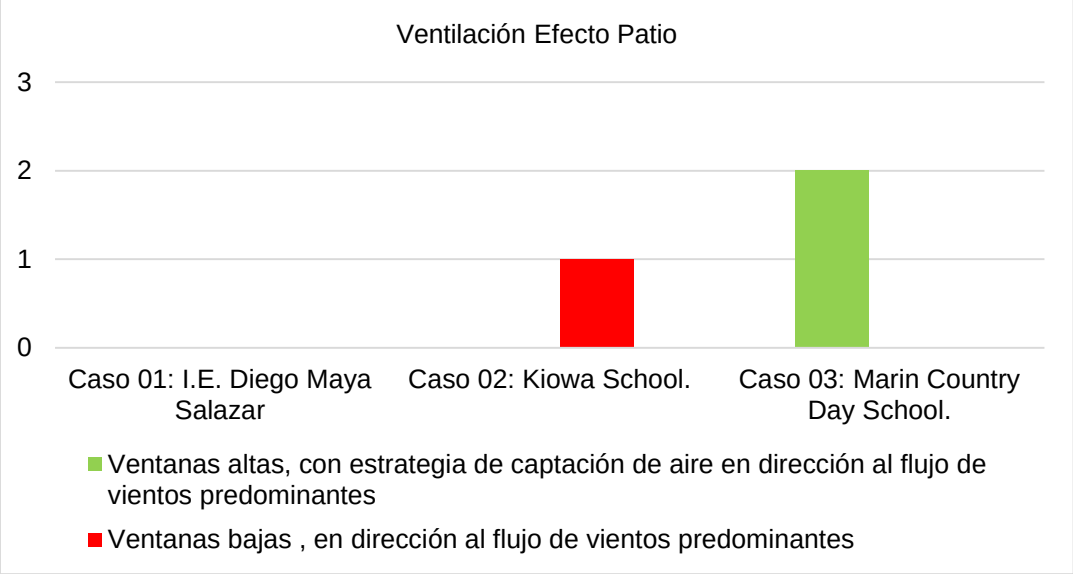
Resultados, ventilación efecto patio

Comparativo – Ventilación Efecto Patio				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Ventanas altas, con estrategia de captación de aire en dirección al flujo de vientos predominantes	2	0	0	2
Ventanas bajas , en dirección al flujo de vientos predominantes	1	0	1	0
Conclusiones: El caso 01 no presenta esta estrategia, debido a que el diseño plantea un bloque lineal de aulas.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.17

Comparativo de ventilación efecto patio



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

d.1. Dimensión: Envolvente

d.1.1. Subdimensión: Materiales de gran inercia térmica

d.1.1.1 Concreto Armado

La inercia térmica del concreto armado permite mantener las ganancias térmicas, producto de la radiación solar, durante varios días, favoreciendo el confort térmico en los periodos fríos. De acuerdo al análisis de casos, los muros de gran densidad poseen mayor inercia térmica, como resultado comparativo se tiene el siguiente cuadro.

Tabla Nº 3.16

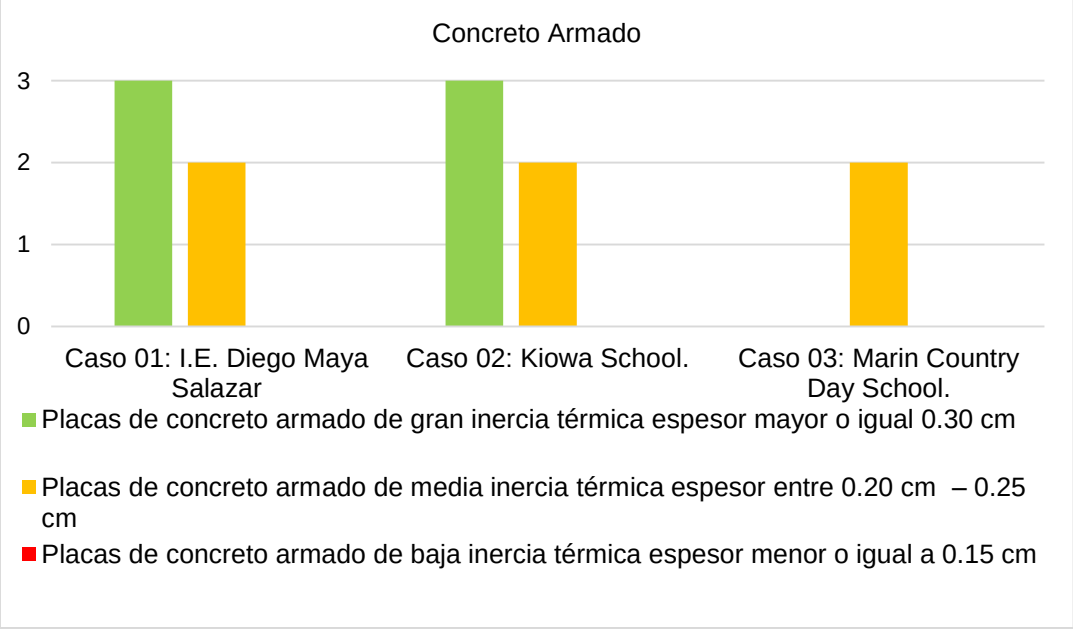
Resultados, Concreto Armado

Comparativo – Concreto Armado				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Placas de concreto armado de gran inercia térmica espesor mayor o igual 0.30 cm	3	3	3	0
Placas de concreto armado de media inercia térmica espesor entre 0.20 cm – 0.25 cm	2	2	2	2
Placas de concreto armado de baja inercia térmica espesor menor o igual a 0.15 cm	1	0	0	0
Conclusiones: El uso de placas de concreto armado de gran y media inercia térmica, permite mantener el confort en las aulas de clase.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.18

Comparativo de concreto armado



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

d.1.1.2 Ladrillo

Dependiendo del tipo de ladrillo utilizado se pueden mejorar la acumulación de calor. Los resultados correspondientes a los análisis de caso se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla Nº 3.17

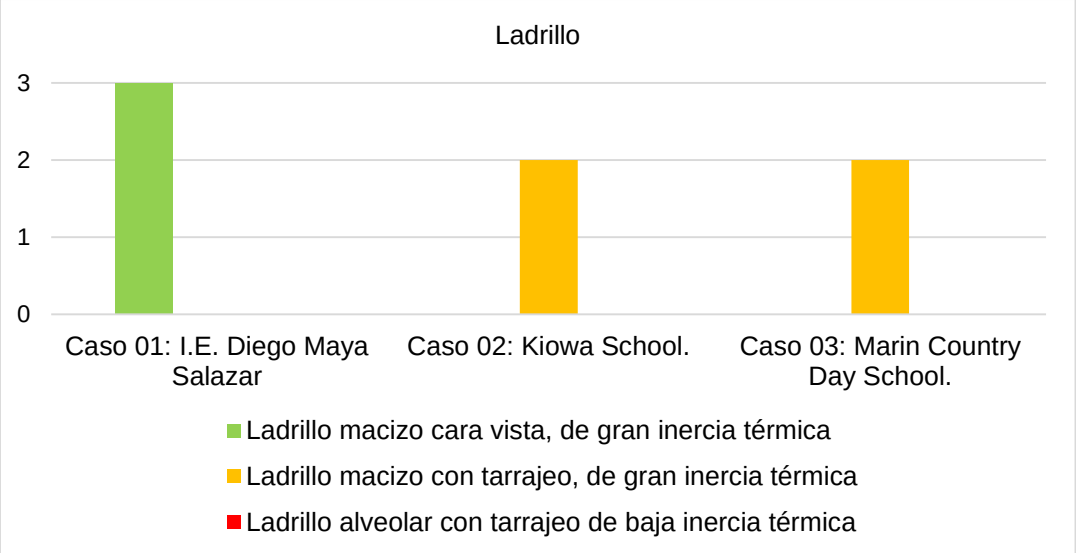
Resultados, Ladrillo

Comparativo – Ladrillo				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Ladrillo macizo cara vista, de gran inercia térmica	3	3	0	0
Ladrillo macizo con tarrajeo, de gran inercia térmica	2	0	2	2
Ladrillo Alveolar con tarrajeo de baja inercia térmica	1	0	0	0
Conclusiones: El caso 01 utiliza ladrillo macizo cara visto, el mismo que tiene una inercia mejor inercia térmica.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.19

Comparativo de ladrillo



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

d.1.2. Subdimensión: Materiales Aislantes

d.1.2.1 Aislamiento exterior

El aislamiento exterior evita las pérdidas térmicas de los ambientes interiores, maximiza las ganancias térmicas solares, sin embargo, funciona de una manera más optimizada en edificaciones de tipo residencial, debido a que la permanencia del usuario es permanente.

Tabla Nº 3.18

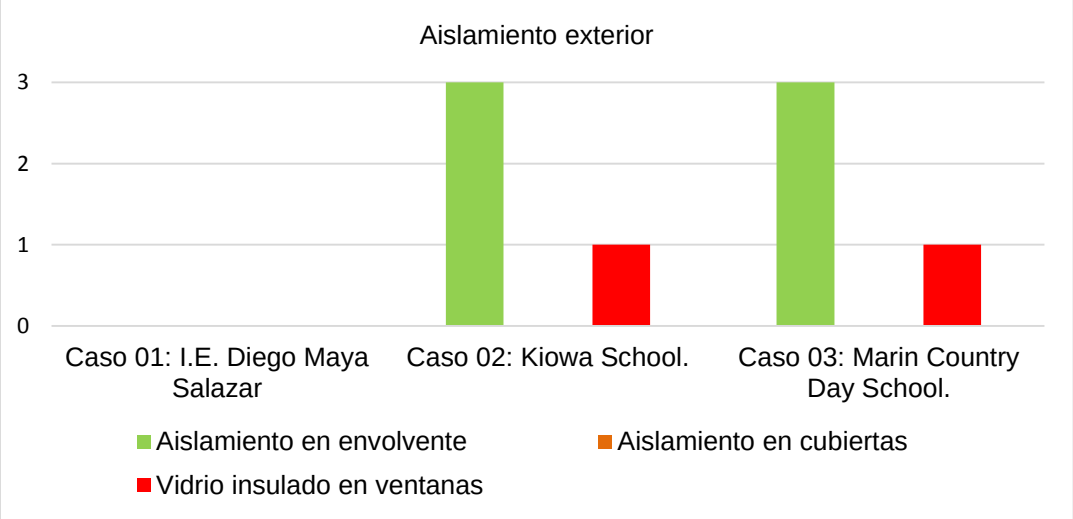
Resultados, aislamiento exterior

Comparativo – Asilamiento exterior				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Aislamiento en envolvente	3	0	3	3
Aislamiento en cubiertas	2	0	0	0
Vidrio insulado en ventanas	1	0	1	1
Conclusiones: El caso 01 no aplica la estrategia de aislamiento exterior, debido a que utiliza el concreto armado de gran inercia térmica para su envolvente, el mismo que tiene propiedades aislantes.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.20

Comparativo de aislamiento exterior



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

d.1.2.2 Aislamiento interior

El aislamiento interior está directamente relacionado con la acústica más que con el confort térmico, siempre que haya una fuente de calor interior este tipo de aislante funciona de manera óptima. Los resultados obtenidos en los análisis de caso se muestran en la siguiente tabla.

Tabla Nº 3.19

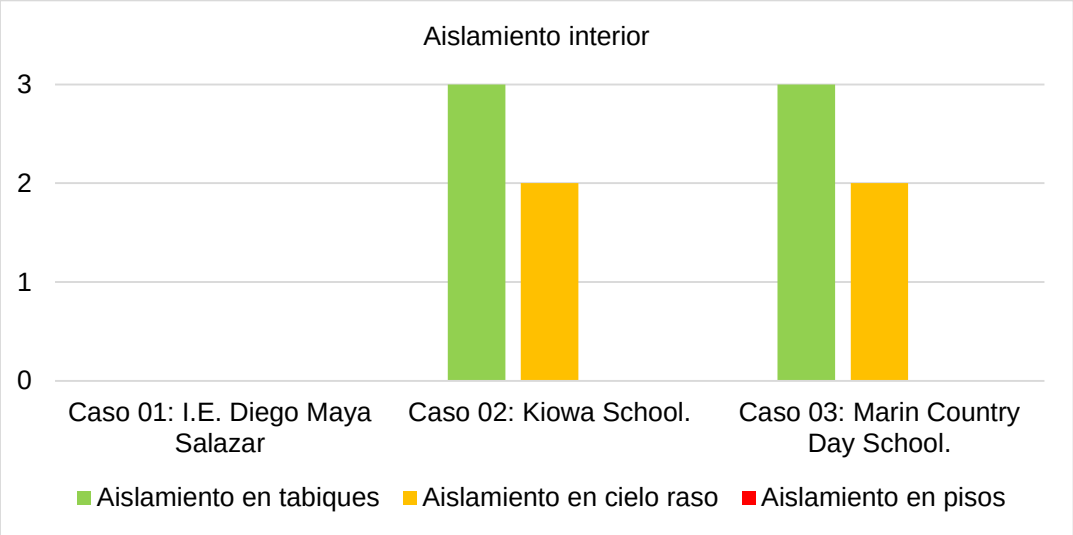
Resultados, aislamiento interior

Comparativo – Asilamiento interior				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Aislamiento en tabiques	3	0	3	3
Aislamiento en cielo raso	2	0	2	2
Aislamiento en pisos	1	0	0	0
Conclusiones: El caso 01 no aplica la estrategia de aislamiento interior, en los otros casos se presenta aislamiento en tabiques, y cielo raso.				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.21

Comparativo de aislamiento interior



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

d.1.3. Subdimensión: Aberturas

d.1.3.1 Porcentaje de abertura de vanos

Teniendo en cuenta que el por porcentaje para iluminación y ventilación, tiene una variación, es importante el planteamiento de su diseño debido a que, si se excede en sus dimensiones se puede producir pérdidas térmicas, generando disconfort por frío. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla Nº 3.20

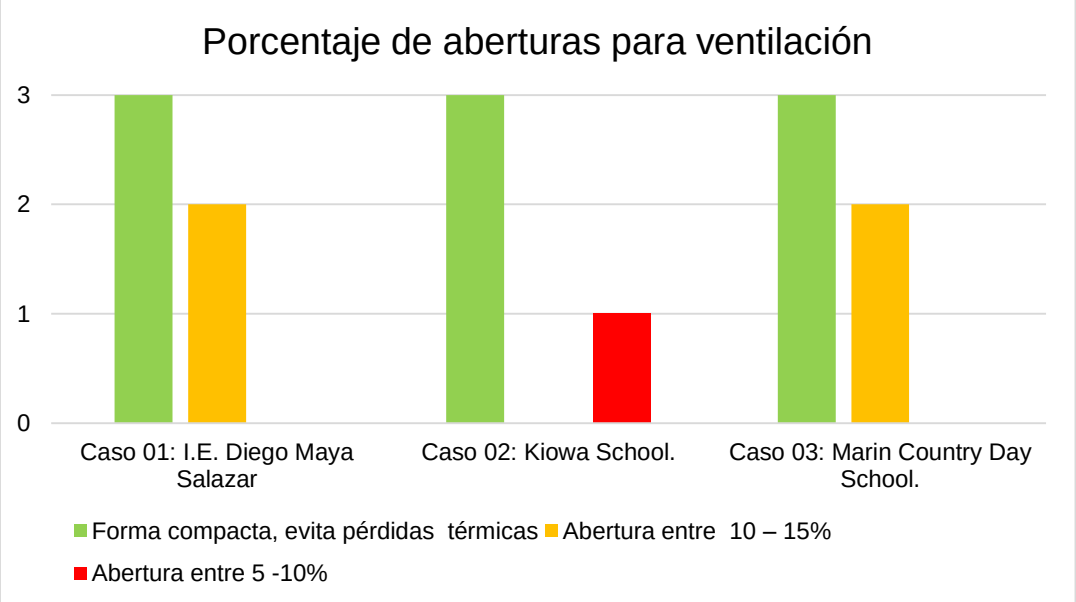
Resultados, porcentaje de aberturas para ventilación

Comparativo – Porcentaje de aberturas para ventilación				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Forma compacta, evita pérdidas térmicas	3	3	3	3
Abertura entre 10% – 15%	2	2	0	2
Abertura entre 5% -10%	1	0	1	0
Conclusiones: Los tres presentan formas compactas, las aberturas para ventilación en los casos presentados se dan entre 10% -15 %				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.22

Comparativo, porcentaje de aberturas de ventilación



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Tabla Nº 3.21

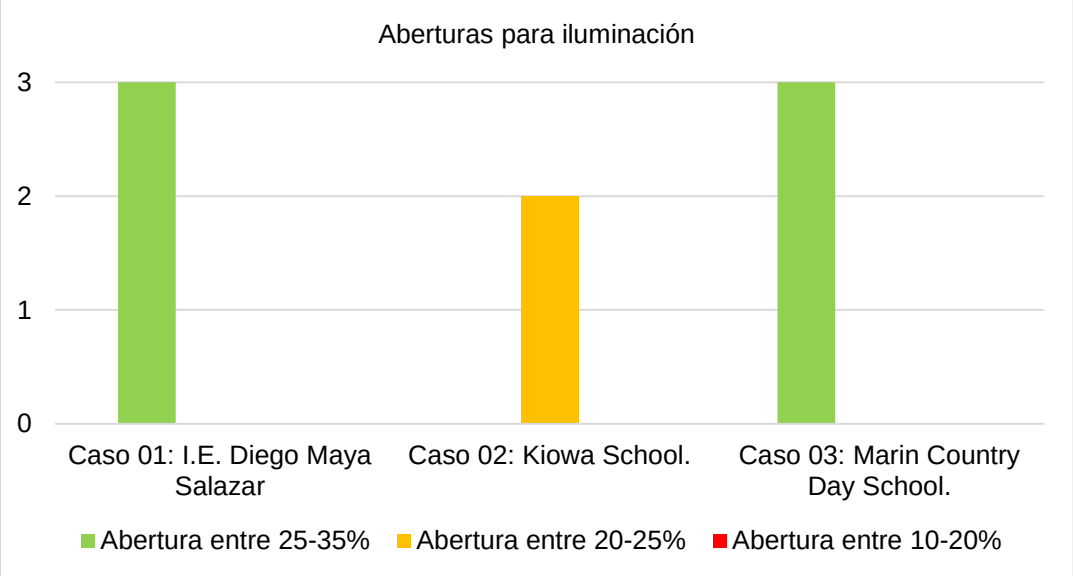
Resultados, porcentaje de aberturas para iluminación

Comparativo – Porcentaje de aberturas para iluminación				
Sistema valorativo	Val.	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Abertura entre 25-35%	3	3	0	3
Abertura entre 20-25%	2	0	2	0
Abertura entre 10-20%	1	0	0	0
Conclusiones: Los casos presentan entre 20 % y 35% de aberturas de vanos para ventilación				

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.23

Comparativo, porcentaje de aberturas para iluminación



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Resumen de valorativo de resultados

Se tienen las estrategias aplicadas en los análisis de casos, se procedió con la verificación del promedio valorativo, a fin de determinar el caso más resaltante, según se detalla a continuación.

Tabla Nº 3.22

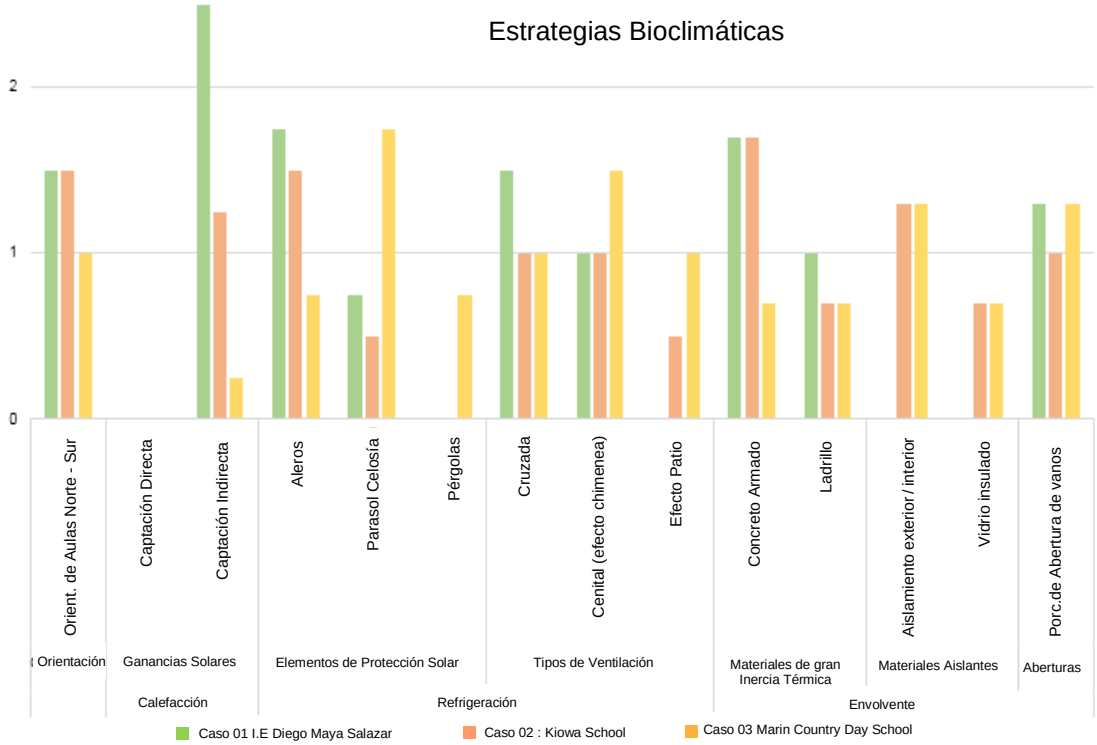
Resumen valorativo de resultados

Variables	**Dimensión de la variable**	**Sub dimensiones**	**Indicadores**	Caso 01: I.E. Diego Maya Salazar	Caso 02: Kiowa School.	Caso 03: Marin Country Day School.
Estrategias Bioclimáticas	Emplazamiento	Clima	Temperatura	24.9 °C 7.4 °C	21.66 °C 7.00 °C	19.33 °C 8.66 °C
			Humedad relativa	65.8%	68%	64%
			Precipitaciones (milímetros)	6.6mm	2.27mm	3.85mm
		Orientación	Orientación de Aulas Norte - Sur	1.5	1.5	1
	Calefacción	Ganancias solares	Captación Directa	0	0	0
			Captación indirecta	2.5	1.25	0.25
	Refrigeración	Elementos de protección solares	Aleros	1.75	1.5	0.75
			Parasol Celosía	0.75	0.5	1.75
			Pérgolas	0	0	0.75
		Tipos de Ventilación	Cruzada	1.5	1	1
			Cenital (efecto chimenea)	1	1	1.5
			Efecto Patio	0	0.5	1
	Envolvente	Materiales de gran inercia térmica	Concreto armado	1.7	1.7	0.7
			Ladrillo	1	0.7	0.7
		Materiales Aislantes	Aislamiento exterior / interior	0	1.3	1.3
			Vidrio insulado	0	0.7	0.7
		Aberturas	Porcentaje de abertura de vanos	1.3	1	1.3
Total				13	12.65	12.70

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Figura Nº 3.24

Resumen valorativo de estrategias bioclimáticas



Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

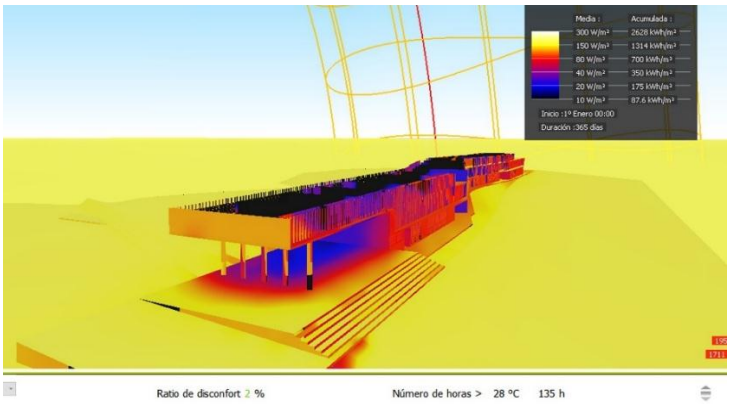
Análisis de Confort Térmico

a). Caso 01. Institución Educativa Diego Maya Salazar

Se analizó éste caso mediante el software Archiwizard obteniendo los siguientes resultados.

Figura Nº 3.25

Software Archiwizard – Radio de disconfort

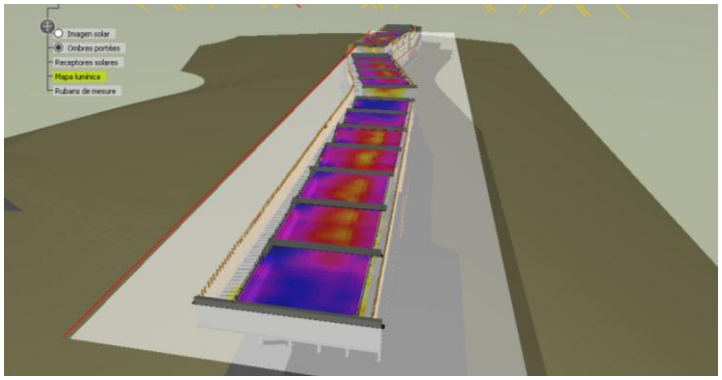


Fuente: *Análisis de caso*

El radio de disconfort promedio anual que presenta es del 2%

Figura Nº 3.26

Software Archiwizard



Fuente: *Análisis de caso*

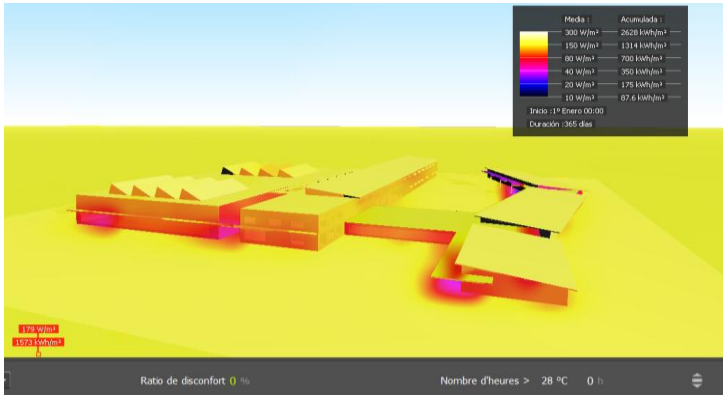
Presenta un Confort Lumínico anual del 97 %

b). Caso 02. Kiowa School.

Se analizó éste caso mediante el software Archiwizard obteniendo los siguientes resultados.

Figura Nº 3.27

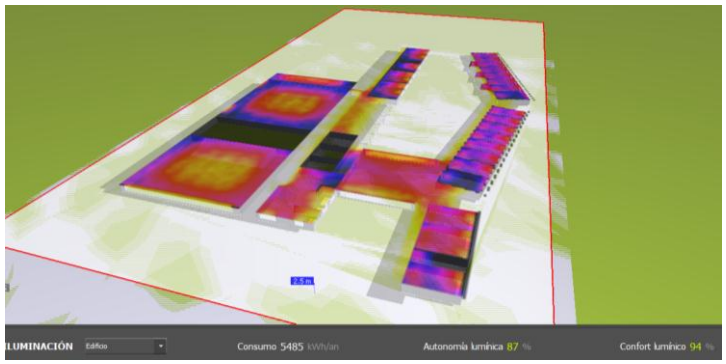
Software Archiwizard– Radio de discomfort



Fuente: *Análisis de caso*

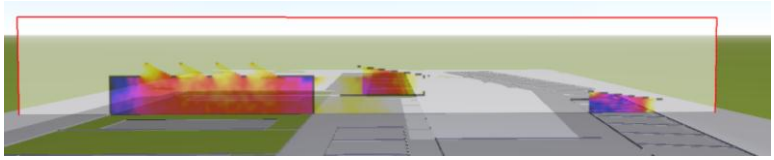
Figura Nº 3.28

Software Archiwizard



Fuente: *Análisis de caso*

Figura Nº 3.29
Software Archiwizard



Fuente: *Análisis de caso*

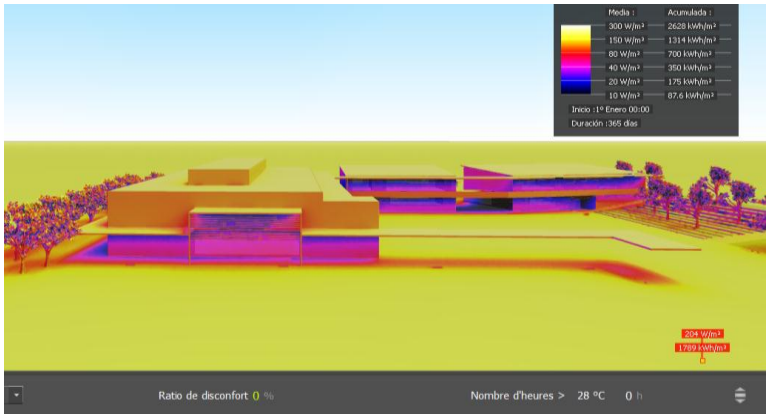
Presenta una autonomía lumínica de 87 % y un confort lumínico alto que corresponde al 94%.

c). Caso 0. Marin Country Day School.

Se analizó éste caso mediante el software Archiwizard obteniendo los siguientes resultados

Figura Nº 3.30

Software Archiwizard

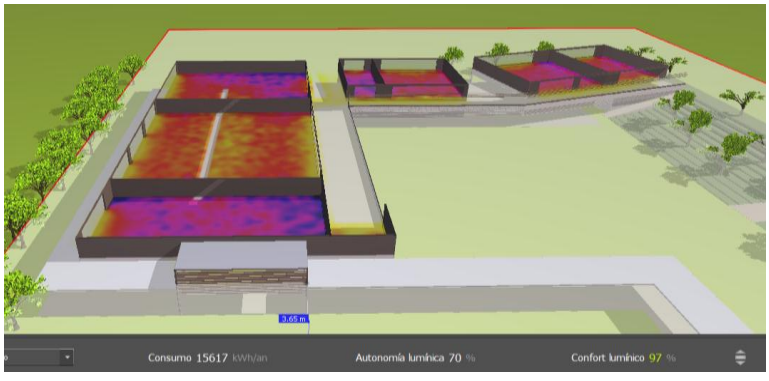


Fuente: *Análisis de caso*

El radio de disconfort promedio anual que presenta es del 0%

Figura Nº 3.31

Software Archiwizard



Fuente: *Análisis de caso*

Presenta una autonomía lumínica de 70 % y un confort lumínico alto que corresponde al 97%.

Teniendo en cuenta los datos anteriores se establece la siguiente tabla.

Resumen Cualitativo de Análisis de Casos "Estrategias Bioclimáticas"

Tabla Nº 3.23

Cuadro resumen de estrategias bioclimáticas

DIMENSIONES	INDICADORES	CARACTERÍSTICAS	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CONCLUSIONES
Complejo educativo		Nombre	Institución Educativa Diego Maya Salazar	Kiowa School	Marin Country Day School	
Emplazamiento	Ubicación	Ubicación	Pereira, Risaralda, Colombia	Kiowa, Greensburg, Kansas, E.E.U.	Corte Madera, California, E.E.U.U	
	Clima	Temperatura Interior	21° - 24 ºC	19 - 26 ºC	21-25 ºC	Se mantiene el confort térmico en los 3 casos analizados
		Humedad	65.8%	68%	64%	
		Precipitaciones	6.6mm	2.27mm	3.85mm	
Asoleamiento	Ganancias solares	Orientación de fachada	Norte - Sur	Orientación de fachada Norte - Sur	Orientación de fachada Este - Oeste	Aprovechamiento de la radiación solar con Fachadas orientadas al Norte.
		Orientación e inclinación de cubiertas	Cubiertas orientadas al Norte, con ligera inclinación	Cobertura vegetal que disminuye la intensidad de radiación solar ubicada solo en zona educativa de mayor uso	Cubierta inclinada orientada al sol-cubierta plana	
	Elementos de protección solares	Aleros	En cobertura	Aleros protectores en vanos, presenta un confort lumínico de 94 %	No presenta	Uno de los casos considera aleros de protección en la zona más expuesta a la radiación solar
		Parasol/ Celosía	Parasoles verticales en fachadas expuestas	Parasoles Tipo Celosía	No presenta	
		Pérgolas	No presenta	No presenta	En la zona de mayor exposición a la radiación solar	
Ventilación	Tipos de Ventilación	Cruzada	Diseño parasoles permite mayor ventilación en verano	Diseño orientado a los vientos de SE-NO	Vientos Este- Oeste en primavera y verano , Oeste - Este en Invierno y otoño	Se aprovechan los vientos predominantes, a fin de establecer estrategias de captación del aire
		Cenital (efecto chimenea)	En la zona expuesta a radiación solar, para mantener el confort	Estrategia de diseño - tipo claraboya	En pasadizos	
		Efecto Patio	No presenta	Se presenta una ventilación en torno a un solo patio integrador	Se presenta una ventilación con efecto Patio en función a varias zonas	
		Sistema de enfriamiento	Ventilación natural	Techo vegetal que permite refrigerar	Por ventilación natural	Estrategia de enfriamiento por cubierta vegetal
		Refrigeración por evaporación	No presenta	No presenta	No presenta	No presentan éste tipo de estrategia
		Protección del viento	Diseño parasoles permite, disminuir el flujo de aire en época de invierno	No presenta	Por presencia de cerco vegetal	Por su ubicación el caso 1 y 3 presentan barreras que protegen a los ambientes en los cuales es necesario regular la ventilación
Cerramiento	Materialidad	Concreto armado	Estructuras y muros	Estructuras y muros	Estructuras y muros	Sistema constructivo
		Ladrillo	En tabiquería interior	En tabiquería interior	En tabiquería interior	Se considera para la tabiquería interior en los 3 casos
		Vidrio insulado	En envolvente, vanos	No presenta	No presenta	Fachadas vidriadas en todos los casos
		Aislamiento exterior	No presenta	Revestimiento con madera en fachada e interiores	Revestimiento con madera en fachada e interiores	Los muros de concreto utilizados mantienen el confort, en el caso 1 y 3 el revestimiento con madera permite almacenar más el calor
		Inercia térmica	Concreto armado favorable para ganancias solares	Envolvente con coeficiente de conductividad de 1.65 W/m°C (watt por metro grado Celsius) para concreto expuesto y 1.60 W/m°C para concreto pulido	En muros revestidos con madera con un coeficiente de conductividad de 0.14 - 0.17 W/m°C (watt por metro grado Celsius)	
Nivel de Criterio Alcanzado:	Alto		Medio		Bajo	Nulo

Fuente: *Elaboración propia en base a ficha de análisis de casos*

Se aplicaron fichas de análisis por cada caso, en cual se analizó las principales estrategias de diseño Bioclimático, basándose principalmente en la ubicación, a fin de aprovechar la radiación solar, y adecuada ventilación.

3.1.3 Ficha Documental: Confort térmico

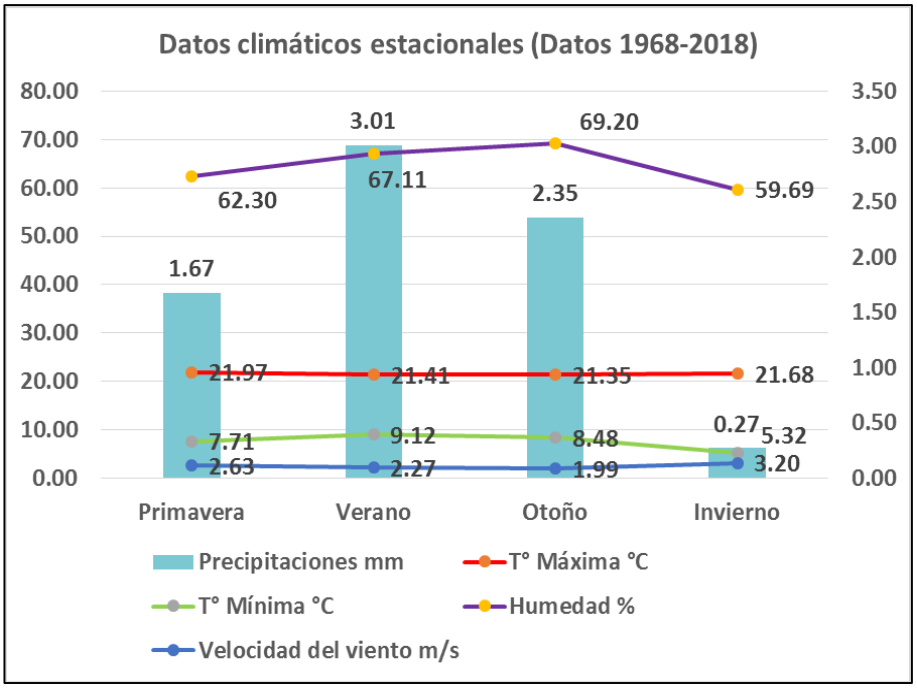
Se analizaron, la reglamentación vigente: Norma EM 110 Confort Térmico lumínico, Norma Internacional ISO 7730, además de las referencias bibliográficas muy importantes cuyas teorías son fundamentales, para la definición y/o caracterización de un espacio educativo térmicamente confortable.

a) Ambiente y/o Hábitat del usuario

La temperatura externa del ambiente varía entre 21 °C durante las horas con mayor radiación solar, la misma que va disminuyendo entre 3°C - 2°C durante la noche, es preciso indicar que la permanecía del usuario final, es por un lapso de tiempo, en turno diurno, teniendo que aprovechar las primeras horas de luz solar a fin de obtener mejores ganancias térmicas, del mismo modo, en las últimas horas de uso, debido a que la temperatura disminuye paulatinamente.

Figura Nº 3.32

Datos climáticos estacionales



Fuente: *Ficha de observación climática*

Sin embargo, de acuerdo a la norma internacional ISO 7730 de Confort Térmico, para que un ambiente sea confortable se debe considerar una temperatura interior entre los 20°C y

26°C así mismo la Norma Nacional EM 110 Confort Térmico lumínico, establece la siguiente tabla.

Tabla Nº 3.24

Temperatura para confort térmico

Edificación o local	Temperatura del ambiente interior (Ti) en °C
Locales de trabajo	18 – 20
Bibliotecas, archivos	15-18
Oficinas	20
Cines y teatros	20
Tiendas	20
Escuelas	
Aula	20
Gimnasios	15 - 18
Piscinas de aprendizaje cubiertas	24
Salas de actos	20
Salas de juntas	18

Fuente: *Ficha de observación - Norma EM 110 Confort Térmico lumínico*

b) Usuario

El usuario final está definido por los alumnos de los 3 niveles educativos. En inicial el periodo de permanencia es de aproximadamente 5 horas. En primaria y Secundaria la permanencia en los ambientes educativos, es de 8 horas por día, en los tres casos inicia a las 8:00 am.

Tabla Nº 3.25

Horario de permanencia del usuario

Nivel Académico	**Horario**
Inicial	8:00 am – 12:30 pm
Primaria	8:00 am – 01:00 pm
Secundaria	8:00 am – 04:30 pm

Fuente: *Ministerio de Educación*

El usuario dependiendo de la actividad que realiza, emite energía en forma de calor, de acuerdo al aforo del aula de clase, aportando ganancias térmicas internas, considerando 36 incluyendo el docente. El grado de calor emitido se clasifica de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla Nº 3.26

Calor emitido por el usuario

Actividad	Sensible W	Latente W
Persona sentada, trabajo intelectual	58	44
De pie, paseando (tiendas)	58	70
Comiendo	64	93
Baile moderado	70	174
Marcha rápida	87	204

Fuente: *Norma Nacional EM 110 Confort Térmico lumínico*

$$Qso = n \times Qsp$$

Siendo:

n= Número de personas

Qsp = Calor sensible por persona (W/persona)

En el proyecto:

Qso = 36 X 58 w

Qso = 2088 W

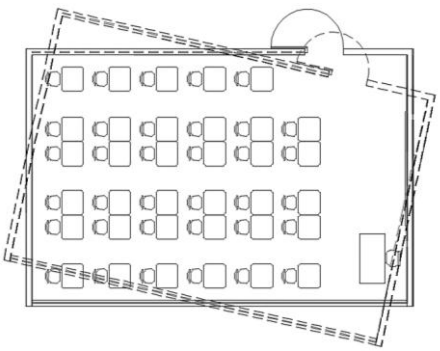
Al tener un aporte de calor interior, a fin de no saturar las ganancias térmicas, se debe asegurar una adecuada ventilación, la cual debe ser mínima de 4 – 5 renovaciones de aire por hora, teniendo en cuenta el porcentaje de apertura establecido en los lineamientos de diseño para el proyecto arquitectónico educativo planteado.

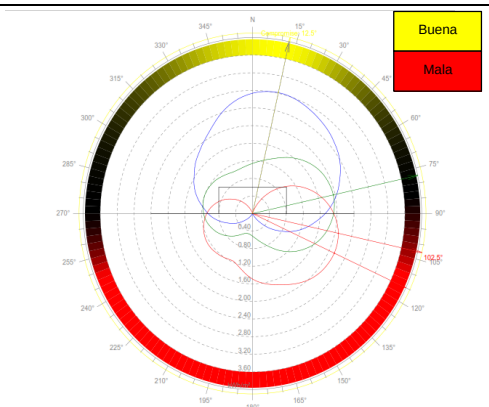
3.2 Lineamentos del diseño

En la guía de diseño a aplicar se establecen los distintos criterios bioclimáticos que permiten lograr el confort térmico en la zona educativa en el diseño de un Complejo Educativo, en base a las teorías, análisis de casos y resultados de la investigación presentada.

Tabla Nº 3.27

Guía de diseño

<table>
<tr><th>Dimensión</th><th>Sub Dimensión</th><th>Indicadores</th><th colspan="2">Lineamientos de Diseño</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Emplazamiento</td><td rowspan="4">Clima</td><td rowspan="2">Temperatura</td><td colspan="2">Máxima 21,6 ºC</td></tr>
<tr><td colspan="2">Mínima 7,76 ºC</td></tr>
<tr><td>Humedad (porcentaje)</td><td colspan="2">64,57%</td></tr>
<tr><td>Precipitaciones (milímetros)</td><td colspan="2">1,83 mm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Emplazamiento</td><td rowspan="2">Orientación</td><td rowspan="2">Orientación de Aulas</td><td rowspan="2">Para el sector 23, La Paccha, en la ciudad de Cajamarca, de acuerdo al análisis mediante software Ecotect Analysis 2011, en base a los datos obtenidos en el trabajo de campo la ubicación óptima es Norte – Sur con ángulo de variación máximo de 15°. La cual permite aprovechar de manera óptima el recorrido solar, evitar deslumbramiento, y una adecuada ventilación natural.</td><td> 

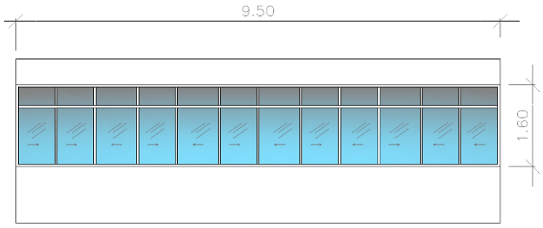
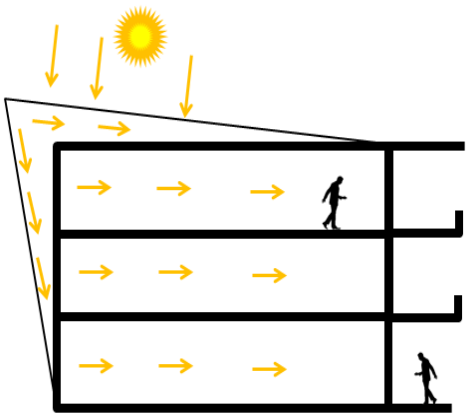
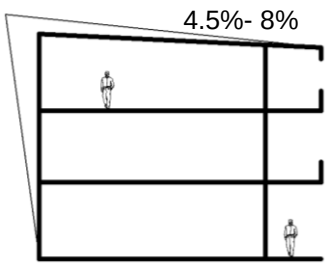
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, Software Ecotect investigación.</td></tr>
<tr><td> 

Fuente: Elaboración propia en base a ficha climáticas- software Ecotect</td></tr>
</table>

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla Nº 3.28

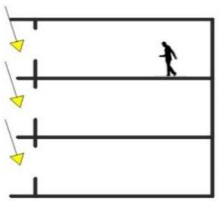
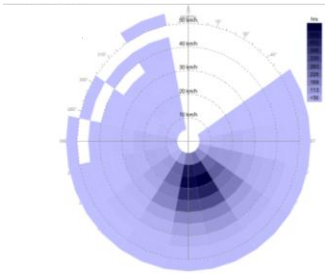
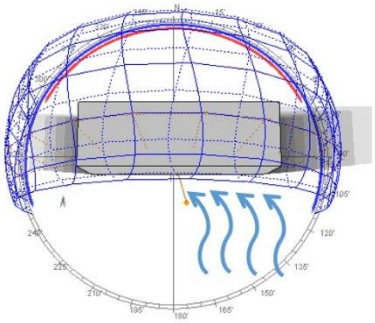
Guía de diseño

Dimensión	Sub Dimensión	Indicadores	Lineamientos de Diseño	
Calefacción	Ganancias solares	Captación directa	La captación solar directa debe ser evitada sin embargo ésta podría darse por reflejancia hacia los vanos de iluminación, los cuales deben tener una alfeizar de 1.10 m. Debido a que el calor del sol no es recibido directamente, su influencia dentro del ambiente es mucho menor.	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías.*
		Captación Indirecta	Se debe considerar la captación solar indirecta con elementos verticales equidistantes de 0.30 m de espesor los cuales puedan obtener mayores ganancias térmicas en verano ya que es la época que registra menor temperatura, debido a una baja radiación solar, mientras en invierno los elementos protectores disminuyan la incidencia directa del sol.	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, investigación.*
			Se debe tomar como estrategia las cubiertas inclinadas al norte con una pendiente entre 4.5 y 8 % manera que permita aprovechar el recorrido solar diario, además de favorecer el drenaje de agua pluvial.	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, investigación.*

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla Nº 3.29

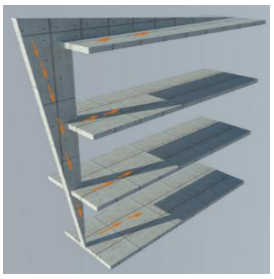
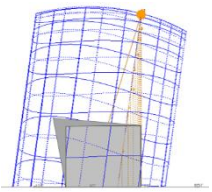
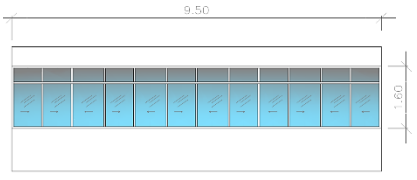
Guía de diseño

Dimensión	Sub Dimensión	Indicadores	Lineamientos de Diseño	
Refrigeración	Elementos de protección solares	Aleros	La cubierta funcionará además de un alero, para evitar que la luz solar incida directamente dentro de las aulas de clase	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, investigación.*
	Tipos de Ventilación	Cruzada	De acuerdo al análisis médiate software Ecotect Analysis 2011, en base a los datos obtenidos en el trabajo de campo, se establecer que los vientos predominantes son en direcciòn Sureste - Noroeste	 Fuente: *Software Ecotect en base a datos climáticos de la estación Augusto Webeauer de la UNC*
			La ubicación Norte - Sur permite aprovechar mejor el sol, además optimiza la ventilación natural, ya que los vientos predominantes van con dirección Sureste – Noroeste.	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, investigación.*
		Efecto Patio	Se debe considerar en el bloque de aulas de 1 Piso, para mejorar la ventilación	

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla Nº 3.30

Guía de diseño

Dimensión	Sub Dimensión	Indicadores	Lineamientos de Diseño	
Envolvente	Materiales de gran inercia térmica	Concreto armado	Se debe utilizar materiales de gran inercia térmica como el Concreto armado en la zona educativa de manera que permita almacenar calor, contrastar con colores claros que permitan no exceder las ganancias térmicas, para poder mantener el confort.	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, investigación.*
		Ladrillo	Para la tabiquería interior, o cerramientos secundarios, se debe considerar ladrillo macizo.	
	Materiales aislantes	Aislamiento exterior/ interior	No se deberá considerar aislamiento interior ni exterior, la envolvente de concreto armado ayudará a obtener mejor ganancias solares	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, investigación.*
	Aberturas	Porcentaje de apertura de vanos	El proyecto debe asegurar una autonomía lumínica con un porcentaje elevado que varíe como mínimo entre 80 % y 100%. Las aulas deben evitar el disconfort por deslumbramiento, el porcentaje para vanos de ventilación debe ser mayor que 5 % y menor que 10%, para iluminación debe ser no menor al 18% del área del aula, el proyecto debe poseer un confort lumínico mínimo de 85%.	 Fuente: *Elaboración propia en base a resultados de análisis de casos, teorías, investigación.*

Fuente: *Elaboración propia*

3.3 Dimensionamiento y envergadura

El Proyecto propuesto en el sector 23 está dirigido la población estudiantil, perteneciente a inicial, primaria y secundaria, del sector 23, La Paccha, de la ciudad de Cajamarca, para poder garantizar la factibilidad del proyecto se tomó como base los datos a nivel macro, además del equipamiento existente en la zona de estudio.

A. Sector 23 la Paccha- Micro

Debido a que los últimos datos demográficos del sector analizado corresponden al "Plan de Mejoramiento del Ordenamiento Urbano de la Ciudad de Cajamarca 2006- 2010" La Paccha, en el año 2005, contó con una población de 2000 habitantes, tomando como referencia la tasa de crecimiento poblacional a nivel de la ciudad de Cajamarca se puede establecer la población proyectada del Sector 23.

Tabla Nº 3.31

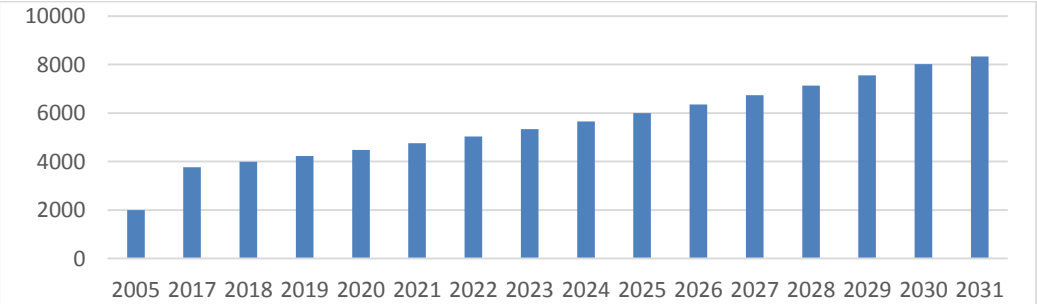
Proyección de la Población del sector 23 al 2031

Año	Población Sector 23
2017	3770
2018	3995
2019	4233
2020	4486
2021	4754
2022	5038
2023	5339
2024	5658
2025	5996
2026	6354
2027	6734
2028	7136
2029	7563
2030	8014
2031	8331

Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI 2017*

Figura Nº 3.33

Población del sector 23 al año 2031



Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI 2017*

De acuerdo a la proyección a 10 años, el Sector 23 tendrá una población de 8331 habitantes en el año 2031.

B. Población de Referencia

Nivel Macro

Se deben tomar en cuenta como referencia la población urbana en edades entre 3 – 16 años (población objetivo del proyecto arquitectónico) a nivel de Cajamarca que permitirá realizar la equivalencia en el sector 23.

Tabla Nº 3.32

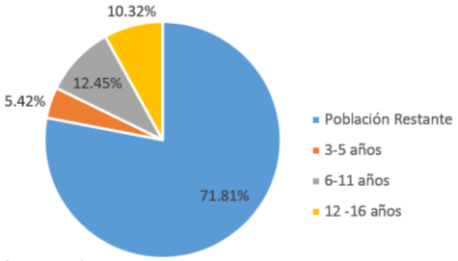
Población objetivo - Cajamarca

Población Total	182971	100%
3-5 años	9915	5.42%
6-11 años	22780	12.45%
12 -16 años	18883	10.32%
Sumatoria	51578	28.19%

Fuente: Elaboración Propia en base a datos del INEI Censo 2017

Figura Nº 3.34

Población objetivo - Cajamarca



Nivel Micro

Obteniendo la población de edades entre 3-16 años a nivel de Cajamarca y la tasa de crecimiento podemos establecer el incremento poblacional por año y edades, en el Sector 23, según se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla Nº 3.33

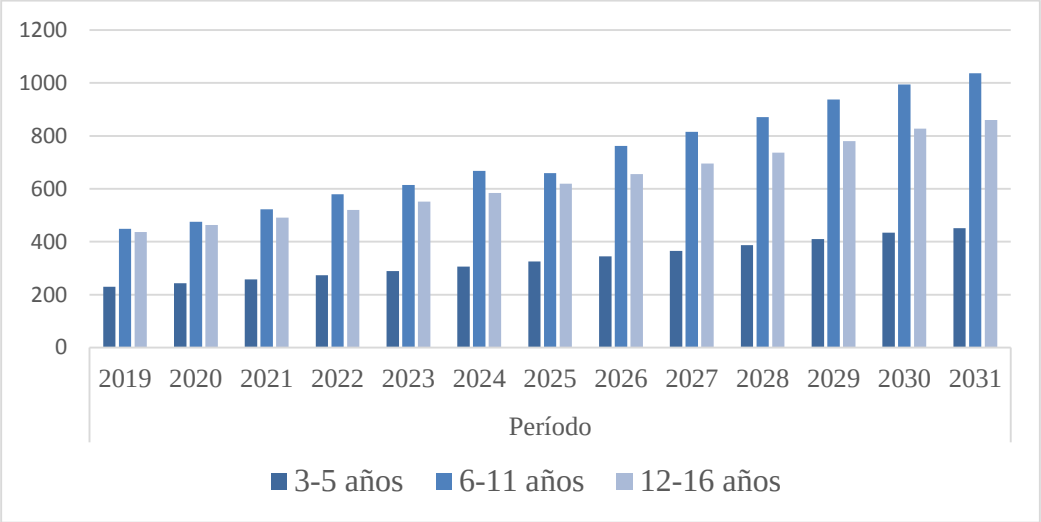
Población objetivo del sector 23 al año 2031

Población por edades	**Período**												
	2019	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**
3-5 años	229	243	258	273	289	307	325	344	365	387	410	434	451
6-11 años	449	476	523	579	614	668	660	763	815	871	938	994	1037
12-16 años	437	463	491	520	551	584	619	656	695	736	780	827	860
Total	**1115**	**1182**	**1271**	**1372**	**1454**	**1558**	**1603**	**1763**	**1875**	**1994**	**2128**	**2255**	**2348**

Fuente: Elaboración Propia en base a datos del INEI Censo 2017

Figura Nº 3.35

Población objetivo del sector 23 al año 2031



Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI censo 2017*

C. Oferta (estado actual equipamiento educativo).

El Sector 23 “La Paccha” cuenta con 05 Centros PRONOEI (Programa No escolarizado de Educación Inicial), 04 Centros de Educación Inicial Privados, 03 Centros de Educación Primaria Privados, 02 Centro de Educación Secundaria Privados, según se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla Nº 3.34

Centros Educativos Sector 23

Cat.	#	Centro Educativo	Dirección	Tipo	Código Modular	Aulas	Oferta optimizada	
Inicial - No escolarizad	1	San Isidro Marcopampa	Paccha Chica	Pública	2513424	3	75	MINEDU Cap. Máx. primaria y secundaria 25 alumnos por aula
Inicial - Jardín	2	227	Paccha Chica	Pública	768200	5	125	
	3	Steve Jobs	Avenida La Paz	Privada	1674407	3	75	
	4	923	Shudall	Pública	1708908	3	75	
Primaria	5	82031	Paccha Chica	Pública	444828	7	245	MINEDU Cap. Máx. primaria y secundaria 35alumnos por aula
	6	82121	Shudall	Pública	444893	6	210	
Secundaria	7	82121	Shudall	Pública	1637388	5	175	
	8	Julio Ramón Ribeyro	La Paccha	Pública	1211390	5	175	

Fuente: *Escale MINEDU*

Tabla Nº 3.35

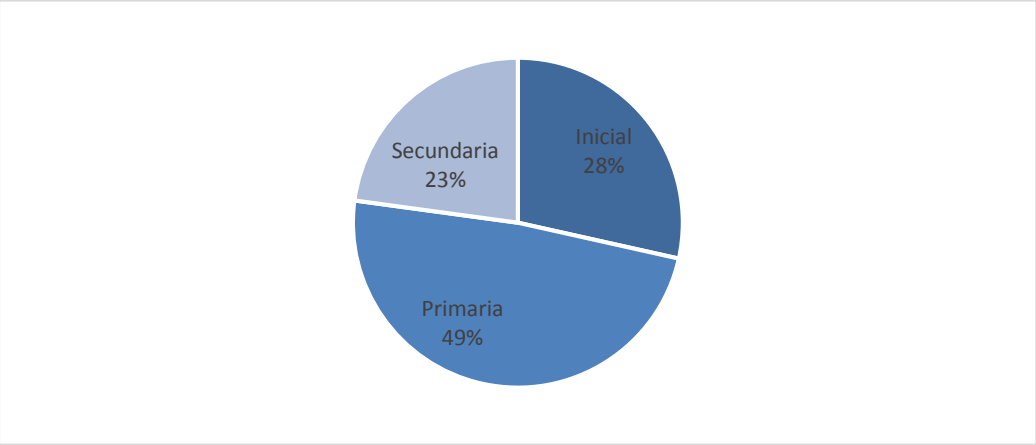
Total oferta existente del Sector 23 Al Año 2019

Categoría	Aulas	Alumnos
Inicial	11	212
Primaria	13	362
Secundaria	10	170
Total	34	744

Fuente: Elaboración propia en base a datos del MINEDU

Figura Nº 3.36

Oferta educativa existente



Fuente: *Elaboración propia en base a datos del MINEDU*

Del total de la oferta existente el 49% pertenecen a primaria, el 28% pertenece a inicial y el 23% pertenece a secundaria, siendo este nivel el más carente de infraestructura.

D. Oferta Optimizada

Teniendo la oferta o infraestructura existente, se establece la relación de oferta optimizada, tomando en cuenta lo establecido por el Ministerio De Educación.

Tabla Nº 3.36

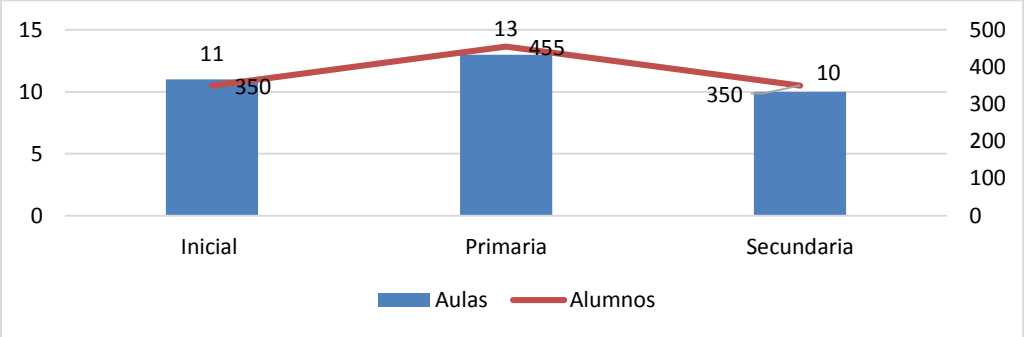
Oferta Optimizada Sector 23

Categoría	Aulas	Alumnos (oferta optimizada)
Inicial	11	350
Primaria	13	455
Secundaria	10	350
Total	34	1155

Fuente: *Elaboración Propia - Metodología de trabajo usada en Guías, Pautas Y Casos Prácticos Por Tipo De PIP*

Figura Nº 3.37

Oferta educativa optimizada



Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI y el MINEDU*

E. Oferta – Demanda.

Para establecer la oferta y demanda efectiva se establece la relación:

Demanda – Oferta optimizada = Brecha (Demanda no cubierta)

1. Nivel Educativo - Inicial

Aplicando la fórmula anterior se obtiene la población objetivo para el nivel inicial el cual, si bien al principio no tiene un déficit de infraestructura educativa, con la proyección post inversión llega a tener una brecha de desabastecimiento de 101 usuarios.

Tabla Nº 3.37

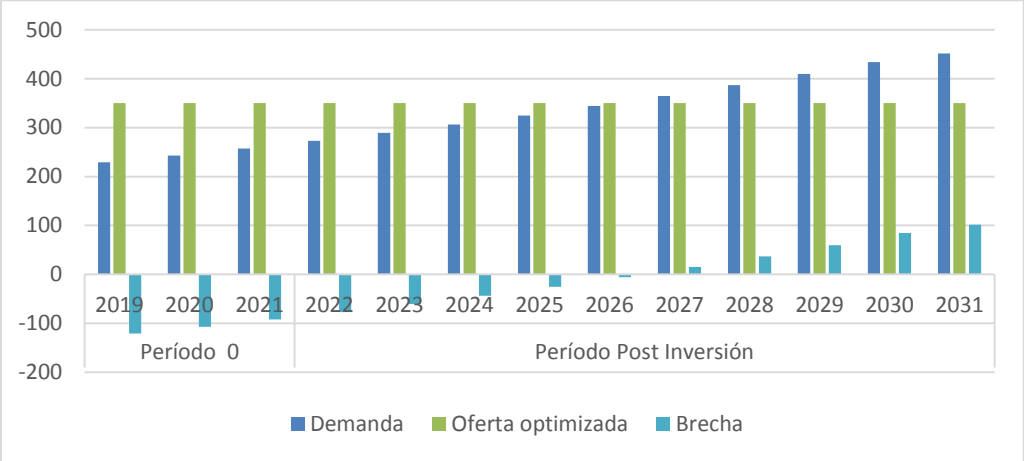
Oferta – Demanda Inicial

Inicial 3 -5 años	Período 0			Período Post Inversión									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Demanda	229	243	258	273	289	307	325	344	365	387	410	434	451
Oferta optimizada	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Brecha	-121	-107	-92	-77	-61	-43	-25	-6	15	37	60	84	101

Fuente: Elaboración Propia en base a datos del INEI y el MINEDU

Figura Nº 3.38

Oferta – Demanda para Inicial



Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI*

2. Nivel Educativo - Primaria

Con la fórmula para determinar la demanda efectiva del proyecto, en el nivel de primaria se tiene una brecha de desabastecimiento correspondiente a 603 usuario de 6 a 11 años, lo que permite dimensionar de forma real la magnitud y categoría del proyecto arquitectónico

Tabla Nº 3.38

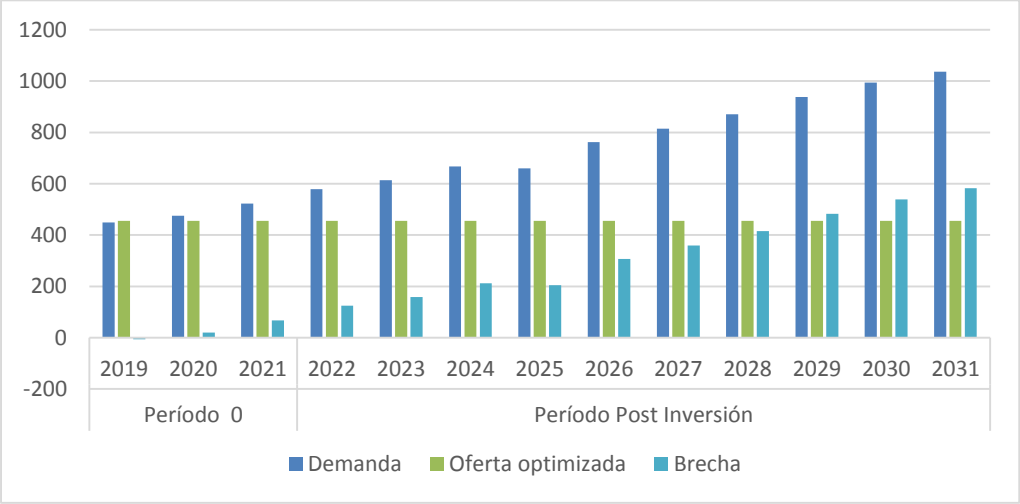
Oferta – Demanda para primaria

Prim. 6 -11 años	Período 0			Período Post Inversión									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Demanda	449	476	523	579	614	668	660	763	815	871	938	994	1037
Oferta optimizada	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455	455
Brecha	-6	21	68	124	159	213	205	308	360	416	483	539	582

Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI y MINEDU*

Figura Nº 3.39

Oferta – Demanda para Primaria



Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI*

3. Nivel Educativo - Secundaria

En el nivel de secundaria se tiene una brecha de desabastecimiento correspondiente a 672 usuarios de edades entre 12 a 16 años, teniendo en cuenta que de acuerdo al Ministerio de Educación se contempla 35 alumnos por aula, para poder cubrir la demanda del periodo post inversión se deben considerar un total de 18 aulas, incorporando además los ambientes mínimos requeridos para la categoría del establecimiento educativo.

Tabla Nº 3.39

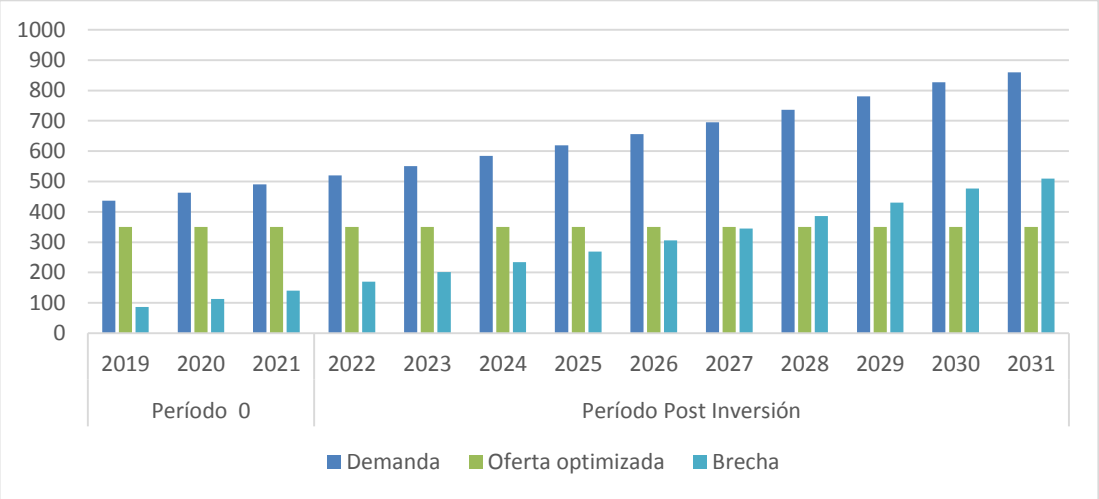
Oferta – Demanda para Secundaria

Sec. 12-16 años	Período 0			Período Post Inversión									
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Demanda	437	463	491	520	551	584	619	656	695	736	780	827	860
Oferta optimizada	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Brecha	87	113	141	170	201	234	269	306	345	386	430	477	510

Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI y MINEDU*

Figura Nº 3.40

Oferta – Demanda para secundaria



Fuente: *Elaboración Propia en base a datos del INEI*

3.4 Programa arquitectónico (ver anexo Nº 02)

Para poder establecer el programa arquitectónico se tomó como referencia las normas, "Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria" (2019), “Normas Técnicas para el Diseño de Locales de Educación Básica Regular Nivel Inicial” (2019) además del tipo de usuario final del proyecto.

Tabla Nº 3.40

Categoría de Locales Educativos

Nivel	Tipología	Alumnos por nivel Educativo
Inicial	J-U2	150
Primaria	LEP -U5	630
Secundaria	LEP -U4	700

Fuente: *Normas para el diseño de Locales Educativos, Inicial, Primaria, Secundaria*

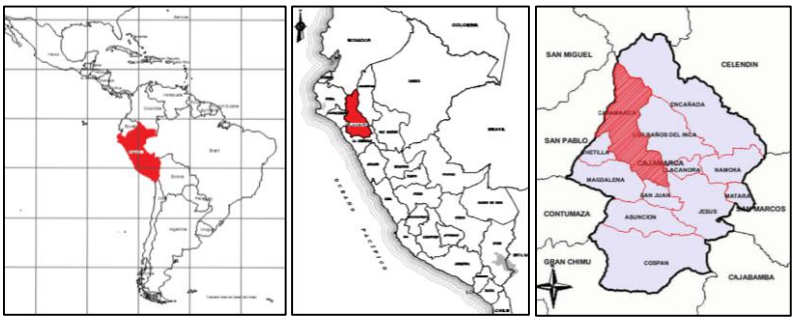
3.5 Determinación del terreno

Se analizaron 3 terrenos potenciales, teniendo en cuenta algunos criterios fundamentales, a fin de identificar el óptimo.

Las propuestas de terrenos están ubicadas en la Ciudad de Cajamarca, en la capital del departamento del mismo nombre, en sector 23, en la zona sur de expansión urbana, tomando como referencias principales, la reglamentación, ubicación estratégica.

Figura Nº 3.41

Ubicación nivel macro



Fuente: *Instituto geográfico del Nacional, Perú*

Para poder determinar el terreno óptimo se tomó como referencia la norma propuesta por el Ministerio de Educación.

Tabla Nº 3.41

Categoría de Locales Educativos

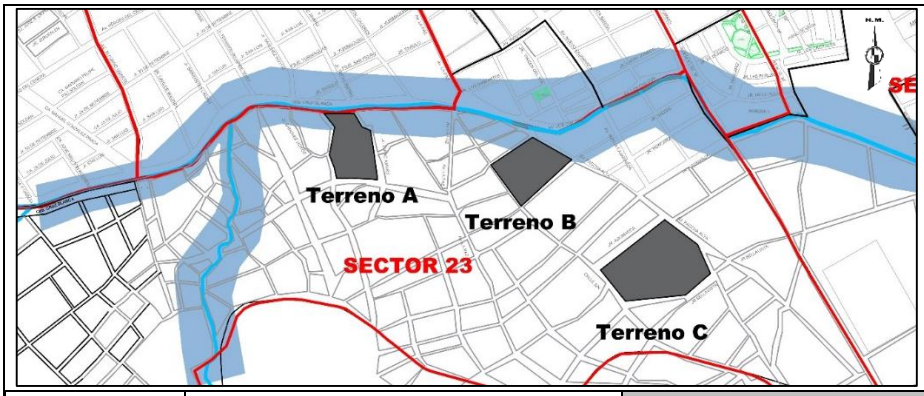
Item	Criterios generales de para ubicación de Locales educativos
1	Debe ubicarse a una distancia no menor a 500 m fuera de cauces de ríos o peligro de desbordamiento, zonas inundables.
2	No debe ubicar en zonas con presencia de filtración de agua o adyacentes a zonas pantanosas.
3	No debe ubicarse en zonas Los que presenten erosión o estén sujetos a erosión hídrica y/o causada por los vientos
4	No debe ubicarse en yacimientos petrolíferos o de gas, o que presenten probabilidades de futuro aprovechamiento
5	No debe ubicarse en lugares cercanos a ductos en los que fluyan combustibles (gasoductos, oleoductos, etc.), así como de instalaciones industriales de alta peligrosidad.
6	No debe ubicarse cerca a quebradas, cuencas, valles, conos aluviónicos riesgosos ante fenómenos de avalanchas, huaycos o inundaciones.
7	No debe ubicarse sobre rellenos que contengan relaves de mineral, desechos sanitarios, industriales o químicos.
8	Deben estar ubicados a una distancia no menor a 500 m de los depósitos de basura y/o de plantas de tratamiento de basura o de aguas residuales.
9	Deben estar ubicados a una distancia no menor a 200 m Cercano a estaciones de servicio (cualquier tipo de materia combustible).
10	Deben estar ubicados a una distancia no menor a 500 m cerca de locales de usos no compatibles como bares, discotecas, cuarteles militares, aeropuertos, cárceles, casas de diversión, hostales, etc. y cualquier otro que pudiera agredir la moral y las buenas costumbres.
11	Deben ubicarse a menos de 100 m de líneas de electrificación de alta tensión
12	No debe ubicarse a menos de 30 m cerca de hospitales o centros de salud, zonas residenciales, de esparcimiento, de turismo, otros

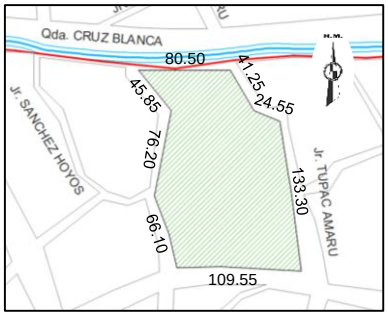
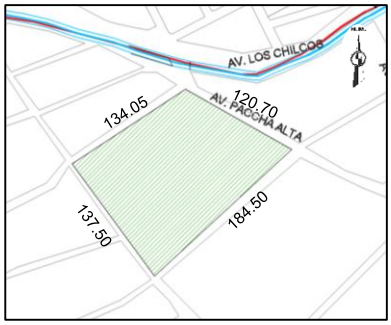
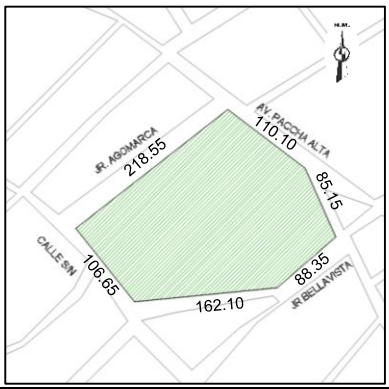
Fuente: *Criterios Generales de Diseño de Infraestructura Educativa MINEDU 2019*

Normatividad

Tabla Nº 3.42

Criterios para determinación de terreno óptimo



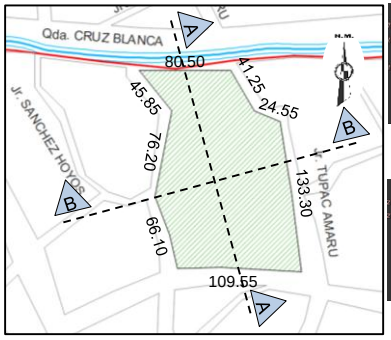
Terreno A		Criterio	M1	R2	B3
		Área: 17905.11m²	1		
		Se ubica lejos de ribera de ríos y quebradas	1		
		Cuenta con todos los servicios básicos			3
		Cumple con todos los criterios de ubicación propuesta por el MINEDU	1		
Terreno B		Criterio	M1	R2	B3
		Área: 22806.75 m²		2	
		Se ubica lejos de ribera de ríos y quebradas	1		
		Cuenta con todos los servicios básicos			3
		Cumple con todos los criterios de ubicación propuesta por el MINEDU	1		
Terreno C		Criterio	M1	R2	B3
		Área: 38974.92 m²			3
		Se ubica lejos de ribera de ríos y quebradas			3
		Cuenta con todos los servicios básicos			3
		Cumple con todos los criterios de ubicación propuesta por el MINEDU			3
Total	Terreno A	6			
	Terreno B	7			
	Terreno C	12			

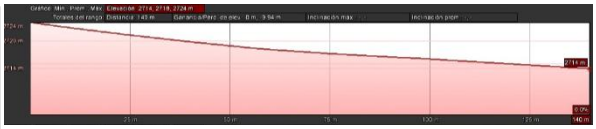
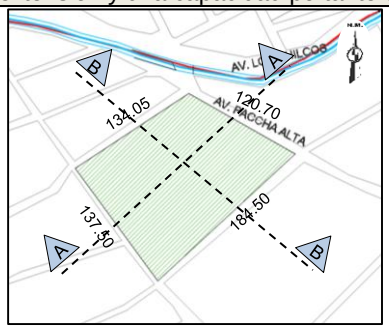
Fuente: Elaboración propia en base a norma técnica del *MINEDU 2019* .

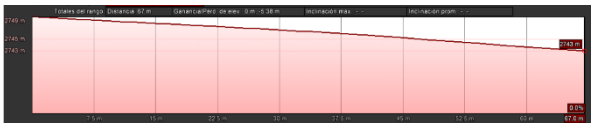
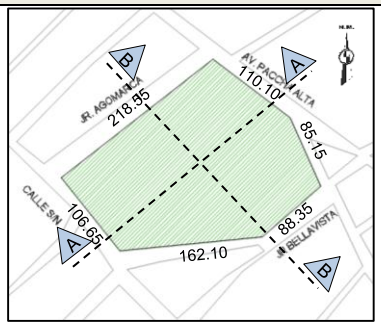
Topografía

Tabla Nº 3.43

Análisis topográfico

<table>
<tr><td>Terreno A</td><td> 


Corte A: Pendiente 5%
Corte B: Pendiente 2%</td></tr>
<tr><td>Observación</td><td>El terreno es de morfología regular cuadrada en proporción de 1 a 1, posee 1.8 Ha de extensión y una capacidad portante entre 2 a 3 kg/cm², con una pendiente de 2%</td></tr>
<tr><td>Terreno B</td><td> 


Corte A: Pendiente 4%
Corte B: Pendiente 3%</td></tr>
<tr><td>Observación</td><td>El terreno es de morfología regular rectangular en proporción de 1 a 2, posee 3.00 Ha de extensión y una capacidad portante entre 3 a 4 kg/cm², con una pendiente variable entre 3-4%</td></tr>
<tr><td>Terreno C</td><td> 

Corte A: Pendiente 2%
Corte B: Pendiente 1%</td></tr>
<tr><td>Observación</td><td>El terreno es de morfología irregular en proporción de 1 a 2, posee 1.8 Ha de extensión y una capacidad portante entre 3 a 4 kg/cm², con una pendiente variable entre 2-3%</td></tr>
</table>

Criterio	Característica	Terreno A			Terreno B			Terreno C		
		M 1	R 2	B 3	M 1	R 2	B 3	M 1	R 2	B 3
Forma	Presenta forma regular, en proporción entre 1:1 Ó 1:2	1					3			3
Pendiente	Presenta una pendiente entre 0 a 4 %	1				2				3
Extensión	Terreno de gran extensión, que permite mantener el área libre para recreación y/o actividades recreativas		2				3			3
Total		4			8			9		

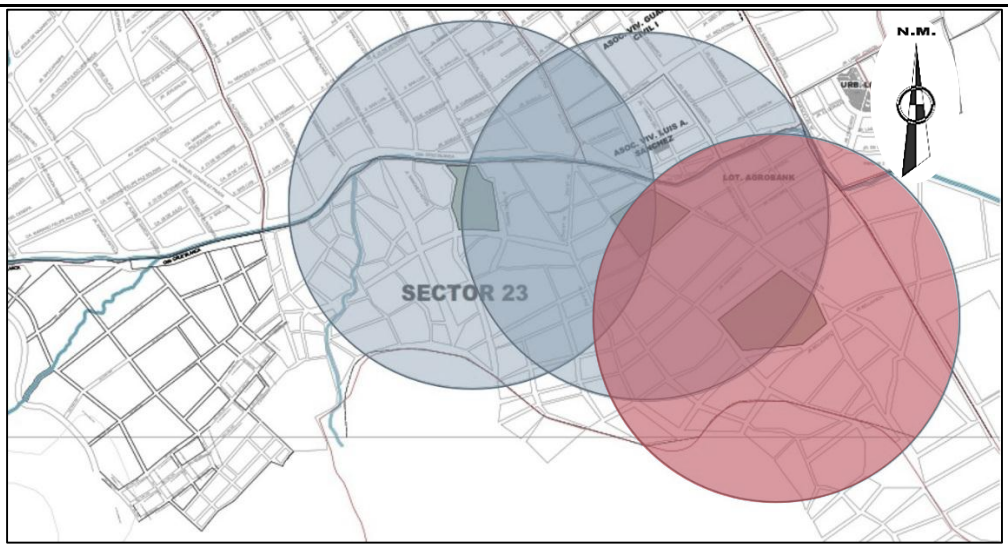
Fuente: *Elaboración propia/Planos Referenciales PDU Cajamarca 2016 -2026*

Radio de Influencia.

De acuerdo a la Guía de Diseño de Espacios Educativos el radio de influencia de un centro educativo urbano debe ser de 500 m, abarcando un recorrido a pie del usuario de 15 minutos.

Tabla Nº 3.44

Radio de influencia



Criterio	Observación	Terreno A			Terreno B			Terreno C		
Grado de influencia	Radio de influencia en el Sector 23	M1	R2	B3	M1	R2	B3	M1	R2	B3
				3	1				2	

Fuente: *Elaboración propia/Planos Referenciales PDU Cajamarca 2016 -2026*

Resumen

Tomando los criterios analizados anteriormente se observa la tabla final de ponderación dando como resultado el terreno “C” la mejor alternativa para el emplazamiento del Complejo Educativo, tal como se muestra en el siguiente cuadro resumen.

Tabla N º 3.45

Cuadro Resumen de valoración de propuestas de terrenos

CRITERIO	PROPUESTAS		
	TERRENO A	TERRENO B	TERRENO C
Normatividad	6	7	12
Topografía	4	8	9
Radio de Influencia	3	1	2
Total	13	16	23

Fuente: *Elaboración propia*

3.6 Análisis del lugar

La zona de estudio se ubica en el sector 23 en el Departamento y Ciudad de Cajamarca, la cual se sitúa en la parte superior Oeste de la cuenca del río Cajamarca, margen izquierda del río Mashcón. Geográficamente se localiza entre la coordenada 7º09'12'' de latitud sur y 78º30'57'' de longitud Oeste, a una altura promedio de 2750 msnm. Cuyo crecimiento urbano se desarrolla principalmente hacia la zona sureste.

Sector 23 (La Paccha).

El sector 23 se emplaza en el sur de la ciudad de Cajamarca, caracterizado por el crecimiento demográfico desordenado, así mismo la falta de aplicación o supervisión del Plan de Desarrollo Urbano, implica que se construyan en zonas calificadas como peligrosas, es por esta razón que el proyecto arquitectónico debe establecerse en la zona favorable determinada por el estudio físico y geográfico.

Posee una extensión de 482 Ha. aproximadamente, limita por el norte con el sector 14, 21, 19, por el este con el sector 24, por el oeste con el casco urbano, y por el sur con la zona de expansión de Cajamarca, posee una población aproximada de 4233 habitantes según datos obtenidos del INEI.

De acuerdo al análisis realizado en el "Mejoramiento del Planeamiento Urbano de la Cajamarca (2006), el sector 23 (La Pacha) se encuentra dentro del área de estructuración de mayor homogeneidad de función (AE-IV), cuyo uso de suelo es principalmente del tipo residencial, comercio vecinal.

El uso predominante en el sector es el residencial seguido por la pequeña industria y el comercio vecinal, el tipo de uso puede ser tomado en cuenta para la propuesta de diseño.

El Sistema Nacional de Estándares de Urbanismo, denomina "Ciudad Mayor" a las localidades cuyo número de habitantes se encuentra entre los 100,001 y 250,000 estableciendo como equipamiento educativo mínimo, Inicial, Primaria, Secundaria Técnico Productiva, Superior no Universitaria (Tecnológico y Pedagógico), Básica Especial Y Básica Alternativa.

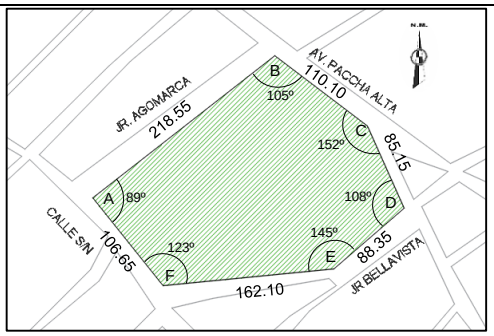
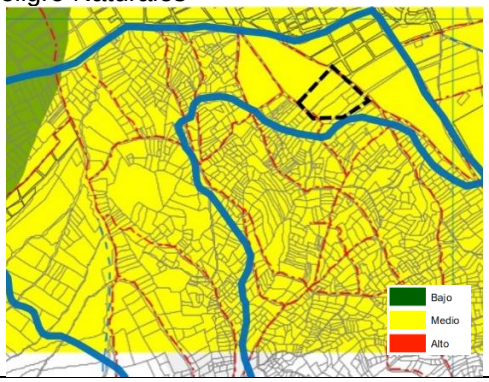
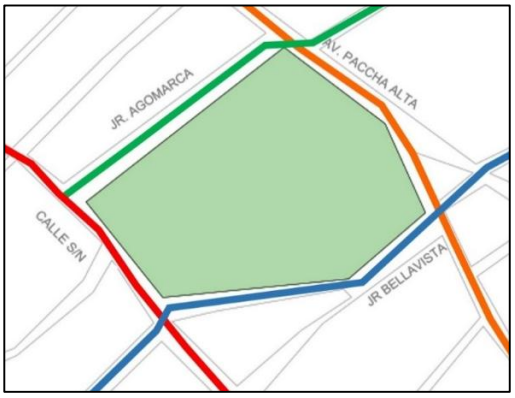
Considerando que la población de la ciudad estimada al 2019 sería de 190,326 habitantes, se ubicaría en la categoría de Ciudad Mayor, que debería reconocer el equipamiento requerido en el cuadro.

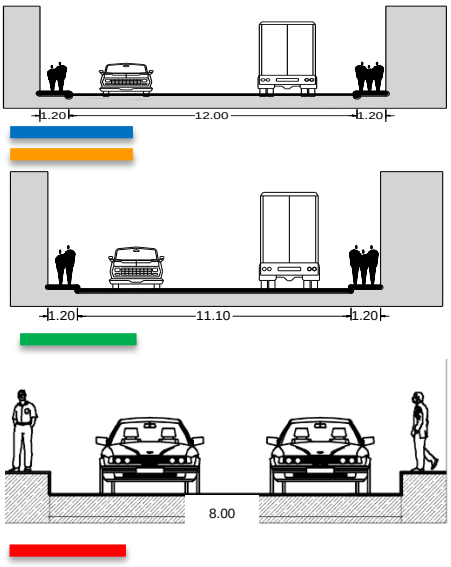
El proyecto se establecerá en el sector 23, esto debido a la tendencia de crecimiento urbano. Al ser un proyecto de gran magnitud contribuirá a la descentralización de la ciudad.

Para poder realizar un correcto análisis de las condiciones biofísicas es necesario conocer el terreno en el cual será implantado el proyecto, que finalmente permitirá determinar las características que debe tener el proyecto que lo defina como bioclimático. Antes de plantear un proyecto arquitectónico, es necesario conocer la morfología, capacidad portante, los peligros naturales, riesgos, a fin de determinar las características del entorno.

Tabla N º 3.46

Análisis de lugar

<table>
<tr><th colspan="2">Análisis de lugar</th></tr>
<tr><td>
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>Ubicación</td><td>Sector 23, perteneciente al Barrio La Paccha, a una altitud aproximada de 2753.00 msnm.</td></tr>
<tr><td>Área</td><td>38974.92 m²</td></tr>
<tr><td>Perímetro</td><td>770.93 ml</td></tr>
<tr><td>Peligro Naturales
 
</td><td>El terreno está ubicado en una zona de peligro medio, los peligros naturales que se presentan en esta calificación están relacionados a la presencia de aceleraciones sísmicas menores; formación de inundaciones menores en épocas de intensas precipitaciones; procesos erosivos en zonas altas de quebradas generadas por la acción pluvial; y deslizamientos en laderas inestables.</td></tr>
<tr><td>Vías circundantes
 

Jr. Bellavista
Av. Paccha Alta
Jr. Agomarca
Calle S/N</td><td> 
</td></tr>
</table>

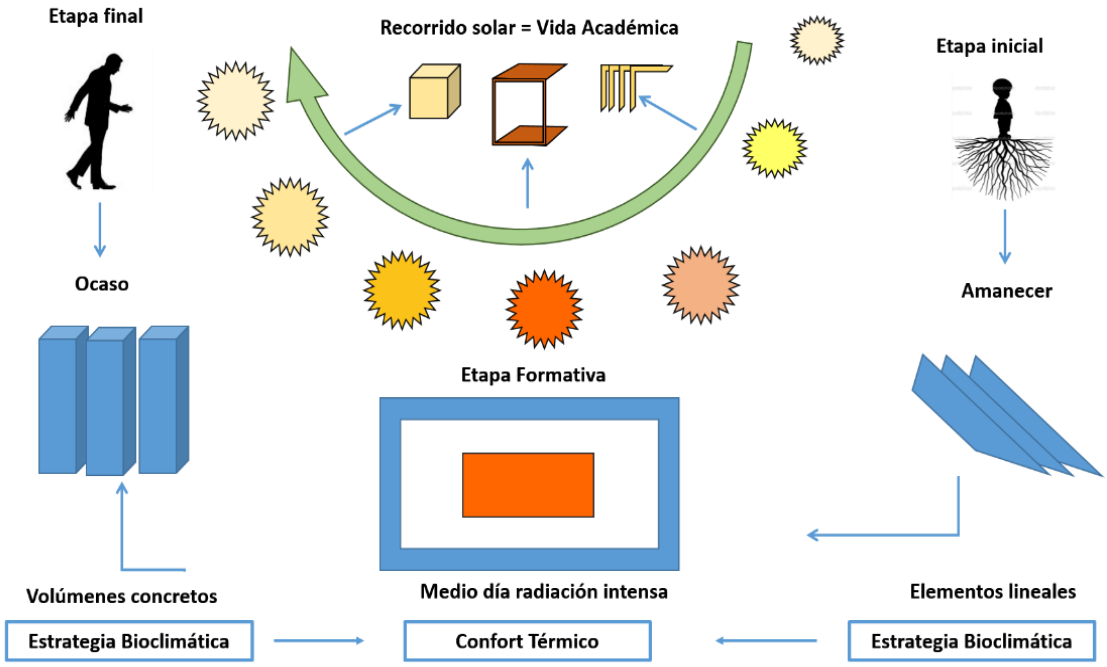
Fuente: *Elaboración propia en base al Plan de Desarrollo Urbano de Cajamarca 2016 - 2026*

3.7 Idea rectora y las variables

La idea rectora se basó en realizar una analogía de la vida académica del usuario, con el recorrido solar durante al día, Los elementos lineales y volúmenes concretos son las estrategias bioclimáticas que se deben cumplir para poder mantener el confort térmico, representado por el elemento central, el cual mantiene el equilibrio de cada uno de sus componentes:

Etapa académica Inicial = Primer horas de luz del sol
Etapa académica Formativa = Medio día radiación intensa
Etapa académica final = Atardecer (ocaso)

Figura Nº 3.42
Idea rectora

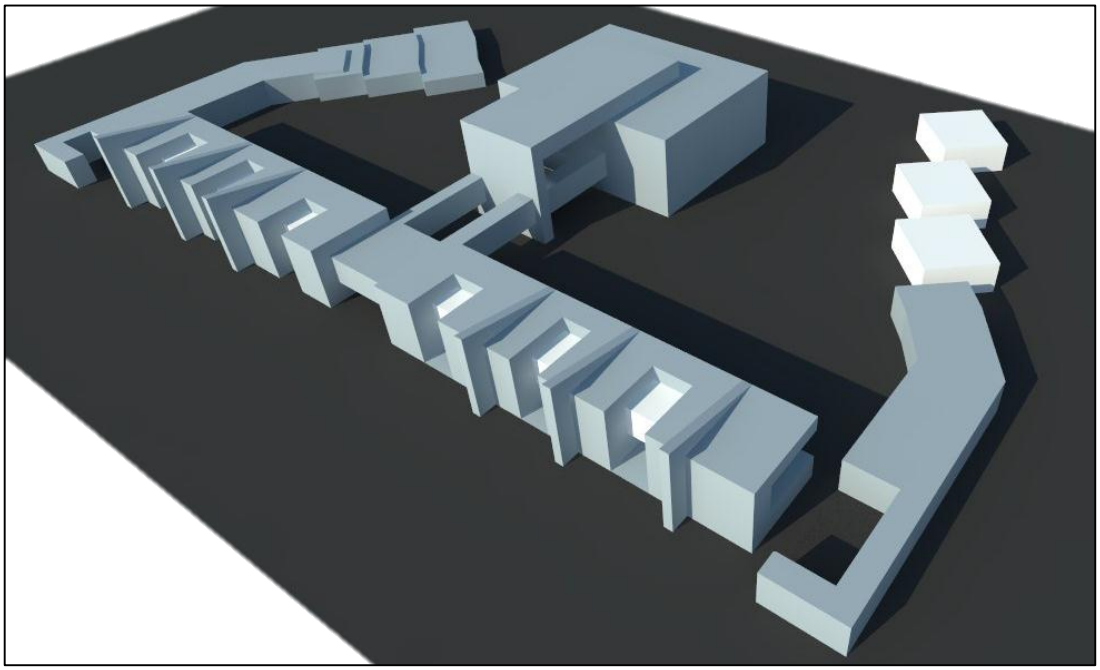


Fuente: *Elaboración propia en base a tema de investigación*

Teniendo los componentes del diseño se planteó la composición volumétrica conceptual.

Figura Nº 3.43

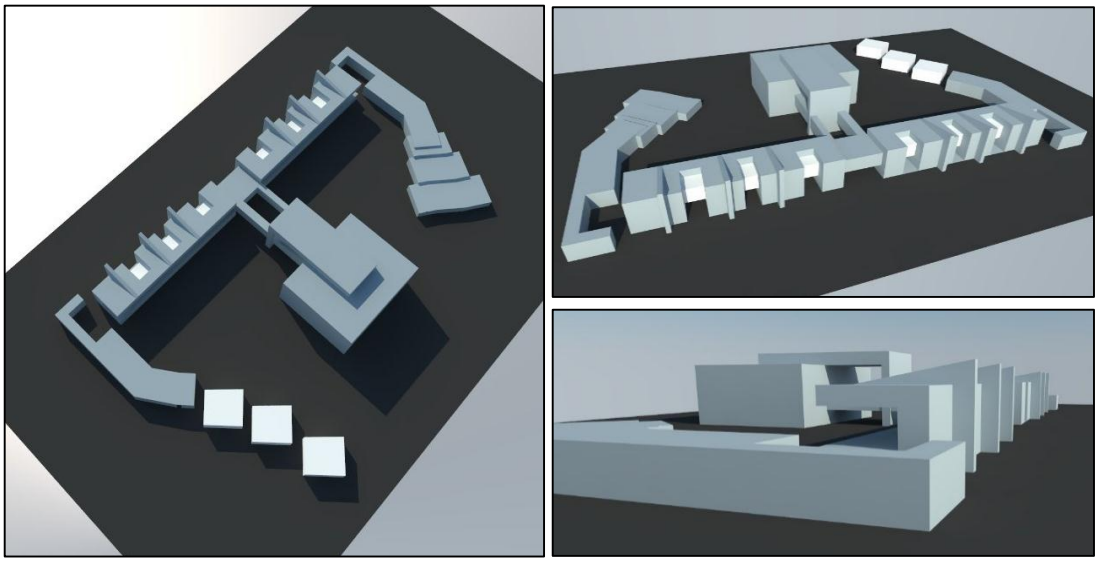
Volumetría conceptual



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 3.44

Volumetría conceptual

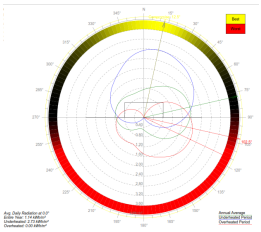


Fuente: *Elaboración propia*

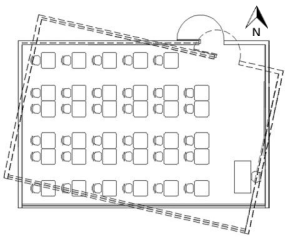
3.8 Proyecto arquitectónico

Figura 3.45

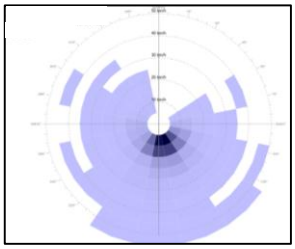
Proyecto Arquitectónico



Orientación Segú Ecotect



Orientación de Aulas Según Casos

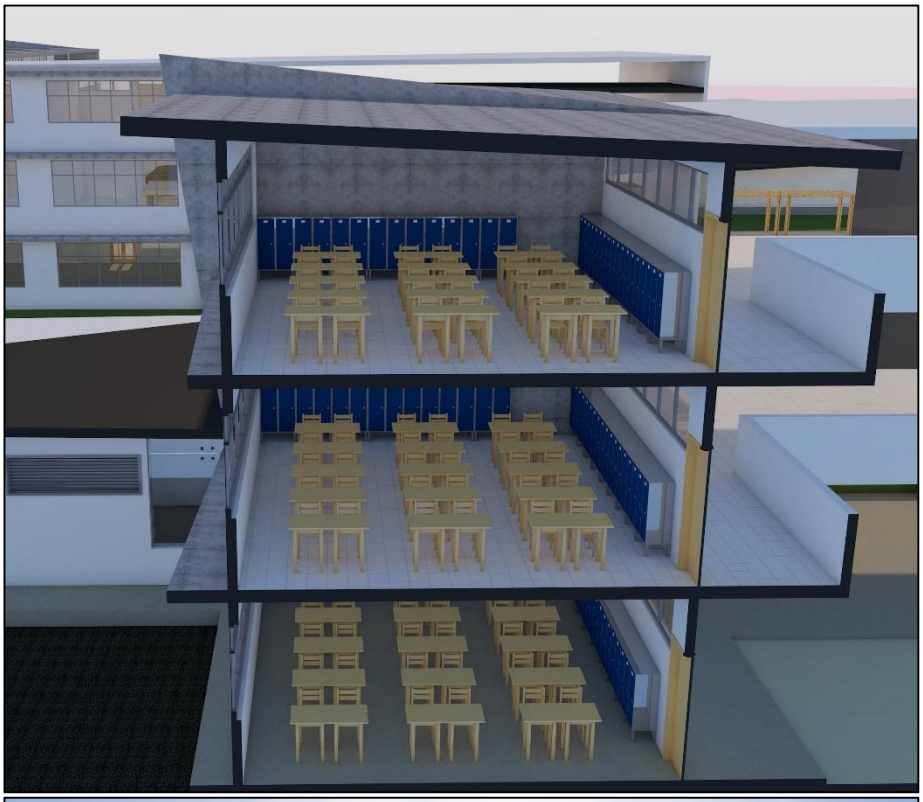


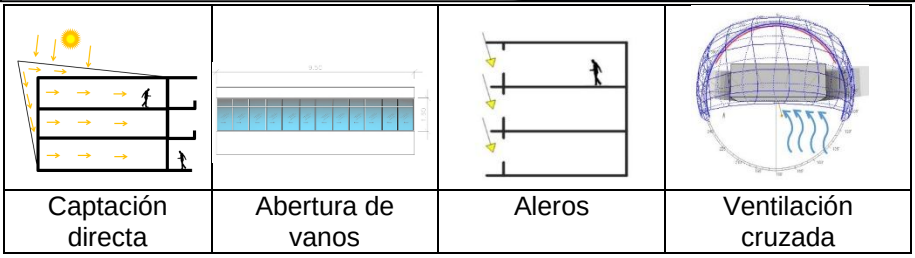
Orientación Según Ventilación

Fuente: *Elaboración propia, en base a resultados de la investigación*

Figura 3.46

Proyecto Arquitectónico





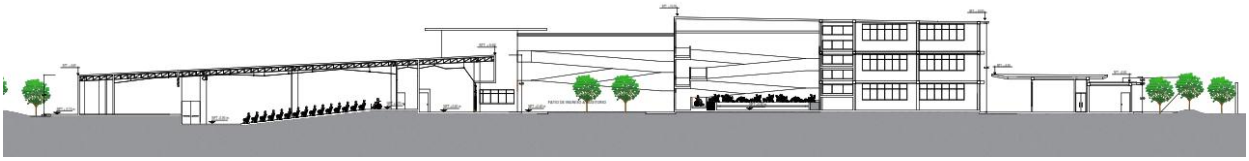
Captación directa	Abertura de vanos	Aleros	Ventilación cruzada

Fuente: *Elaboración propia, en base a resultados de la investigación*

Cortes

Figura 3.47

Cortes



Fuente: *Elaboración propia*

Elevaciones

Figura 3.48

Elevaciones

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 3.49

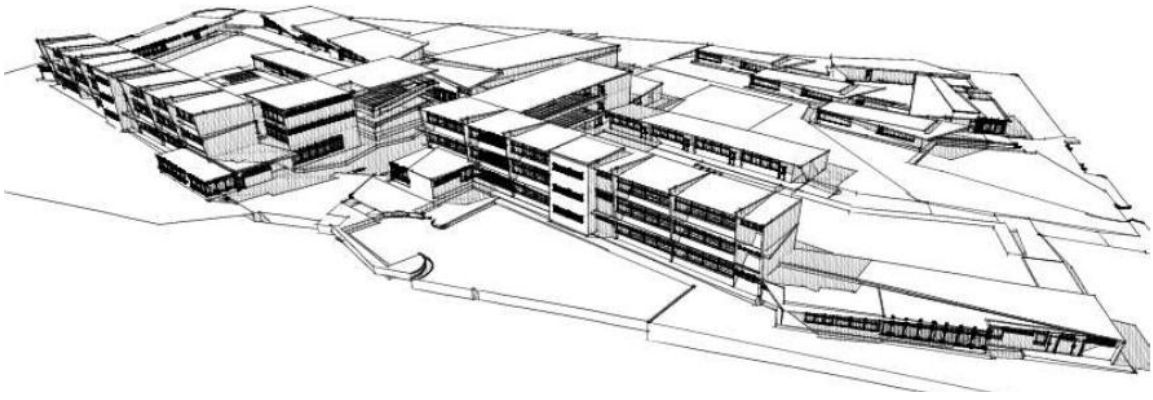
Elevaciones

Fuente: *Elaboración propia*

Perspectivas

Figura 3.50

Isométrico



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 3.51

Vistas 3D

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 3.52

Vistas 3D

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 3.53

Vistas 3D

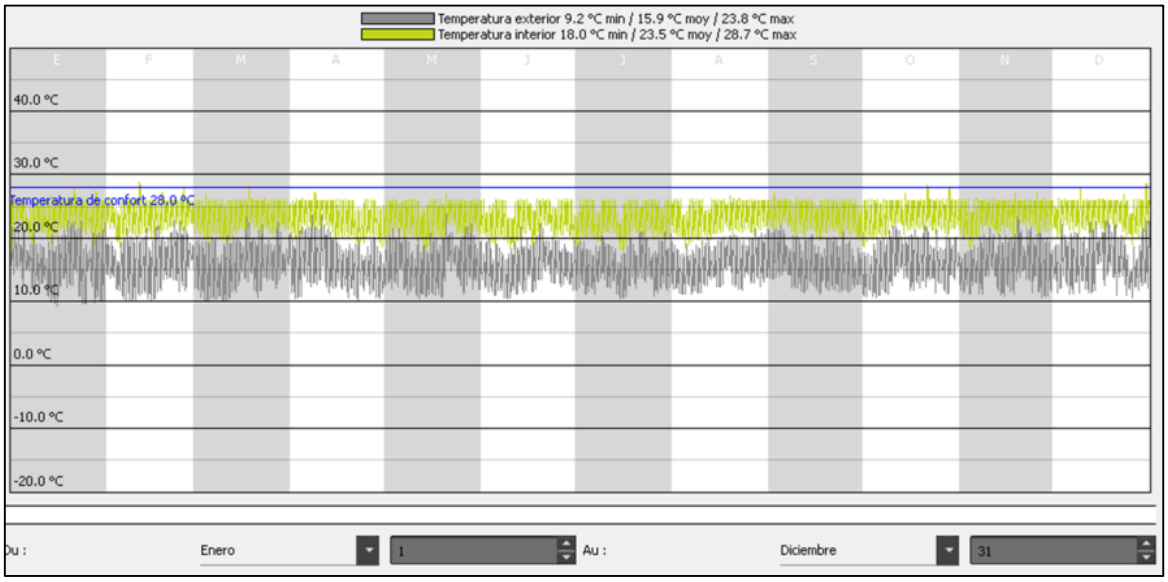
Fuente: *Elaboración propia*

Análisis con Software Archiwizard

Para poder comprobar que el proyecto cumple con las condiciones necesarias para ser térmicamente confortable, se procedió a analizar mediante el software Archiwizard, obteniendo los siguientes resultados

Figura Nº 3.54

Análisis con Software Archiwizard

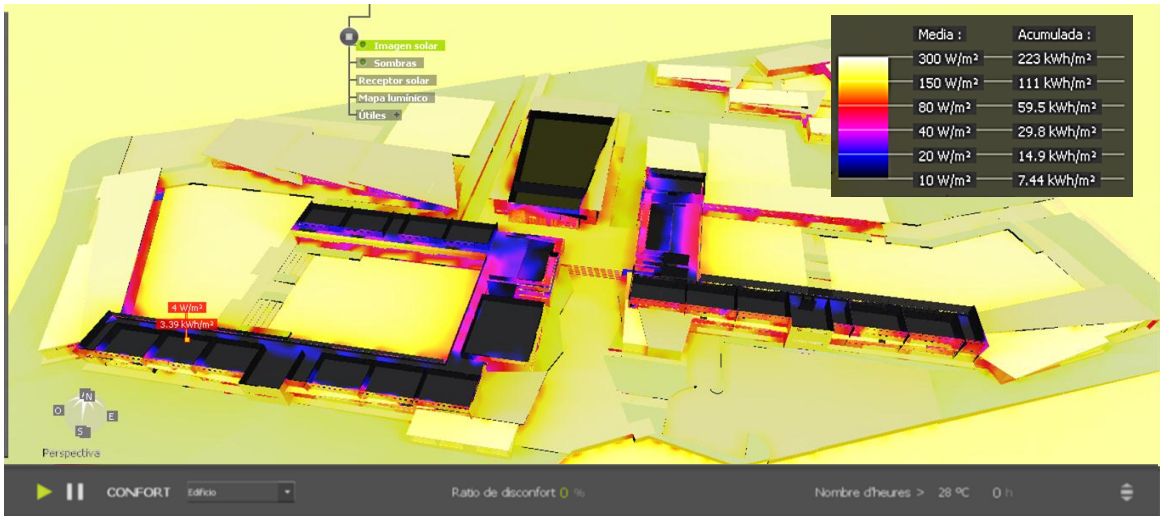


Fuente: *Software Archiwizard en base a datos climáticos del SENAMHI 1996 -2018*

La temperatura del interior de la zona educativa se mantiene entre 18 °C y 23.5 °C llegando a un máximo de 28°

Figura 3.55

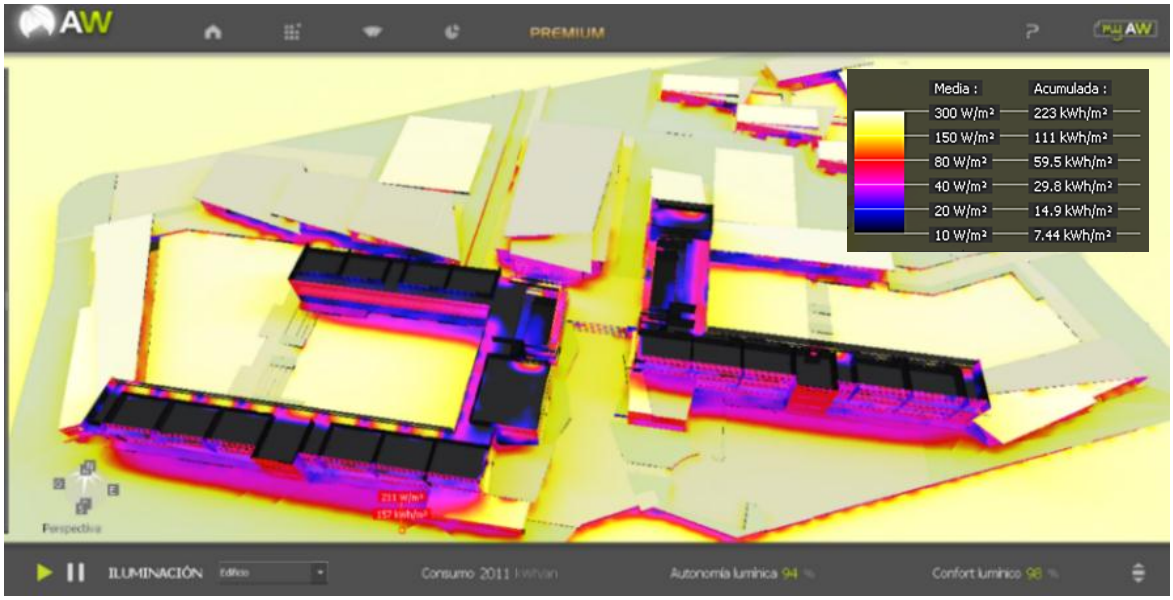
Análisis con Software Archiwizard



Fuente: *Software Archiwizard en base a datos climáticos del SENAMHI 1996 -2018*

Figura 3.56

Análisis con Software Archiwizard



Fuente: *Software Archiwizard en base a datos climáticos del SENAMHI 1996 -2018*

La edificación posee un 94% de autonomía lumínica reduciendo el consumo energético considerablemente, el confort lumínico es de 98 % y el radio de disconfort es del 0%, siendo térmicamente eficiente.

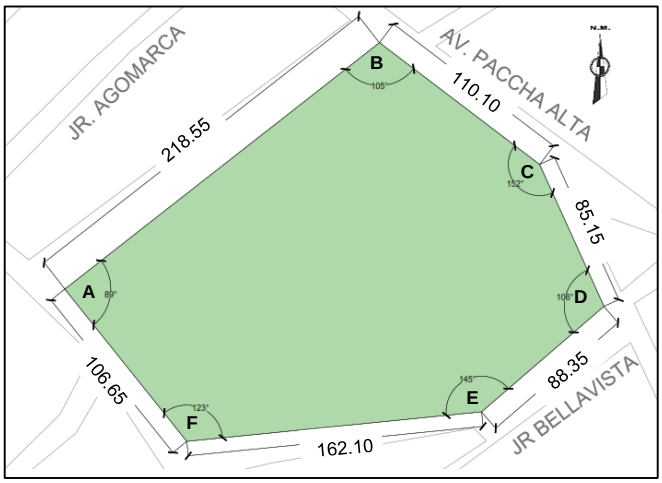
3.9 Memoria descriptiva

a. Ubicación y Características del terreno.

El Proyecto está Ubicado en el Sector 23 del Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca, el terreno posee una extensión de 30703.00 m², de morfología rectangular en proporción1:2

Figura 3.57

Terreno elegido



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla Nº 3.47

Delimitación del terreno

DELIMITACIÓN	
VÉRTICES	**COLINDANTE**
A - B	Jr. Agomarca
B - C	Av. Paccha Alta
C - D	Av. Paccha Alta
D – E	Jr. Bellavista
E - F	Jr. Bellavista
F - A	Calle S/N

Fuente: *Plano Catastral de Cajamarca*

b. Planteamiento Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es un complejo educativo de niveles, inicial, primaria, y secundaria, establecido en tres niveles y un auditorio, en el cual se aplicaron criterios de Diseño Bioclimáticos que mejoran el confort térmico de la zona educativa. Consta de 3 Niveles con un área construida de 17602.91 m² distribuida de la siguiente manera:

Tabla Nº 3.48

Cuadro de áreas

Nivel	Área (m2)
Primer Piso	14797.51
Segundo Piso	1402.70
Tercer Piso	1402.70
Área construida total	17602.91

Fuente: *Elaboración propia*

1. Primer Nivel

En el primer piso se establecen las zona administrativa, educativa, de recreación y el auditorio distribuidos de la siguiente manera.

Nivel Educativo - Incial

Ingreso: Atrio de ingreso con hito institucional, estacionamiento temporal, caseta de seguridad, estacionamiento.

Administración: Dirección, Secretaria y espera, sala de profesores, tópico, SSHH personal administrativo – docentes, depósito de materiales educativos.

Zona Pedagógica Nivel Inicial: Aulas con 7 rincones, S.S.H.H. niños y niñas / se considera un baño por cada 2 aulas, sala de psicomotricidad – SUM, SSHH niño(a)s discapacitados.

Servicio: Cocina Inicial, limpieza y mantenimiento, S.S.H.H. personal de limpieza / guardianía, depósito.

Usos Complementarios: patio para inicial + áreas verdes, área de juegos, huerto, jardines

Nivel Educativo - Primaria.

Ingreso: Atrio de ingreso, guardianía, estacionamiento para bicicletas, estacionamiento alumnos + personal.

Administración: Dirección + archivo, sub dirección, administración (secretaría + espera + archivo), APAFA, sala de profesores, SSHH para docentes y administrativos, tópico-psicología,

Zona Pedagógica: Aulas de clase, laboratorio de ciencias naturales + depósito, centro de recursos educativos.

Servicio: SSHH alumnos, duchas y vestidores, maestranza y limpieza, casa de fuerza y/o bomba, comedor, cocina + depósito + atención, depósito de material deportivo.

Usos Complementarios: Patio, cancha polideportiva, Huerto, jardines, Auditorio.

Nivel Educativo - Secundaria.

Ingreso: Atrio de ingreso, Guardianía, Estacionamiento para bicicletas, estacionamiento alumnos y personal.

Administración: Dirección, archivo, sub dirección, administración, sala de normas educativas, sala de profesores, SSHH para docentes y administrativos, tópico y psicología,

Zona Pedagógica: Aulas de clase, laboratorio, depósito, área de servicio, cuarto de gas, centro de recursos educativos (biblioteca), taller de mecánica automotriz taller de carpintería, taller de carpintería metálica y soldadura

Servicio: SSHH alumnos, duchas y vestidores, maestranza y limpieza, casa de fuerza y/o bomba, comedor, cocina, depósito, atención, depósito de material deportivo.

Usos Complementarios: Patio para secundaria, cancha deportiva, huerto, jardines

2. Segundo Nivel

En el segundo piso se establecen las zonas netamente educativas, distribuendose equitaviamente las aulas de clase, tanto en primaria y secundaria.

Nivel Educativo - Primaria.

Zona Pedagógica: Aulas de clase, centro de recursos educativos, aula de innovación pedagógica

Nivel Educativo - Secundaria.

Zona Pedagógica: Aulas de clase, centro de recursos educativos, aula de innovación pedagógica, SUM, taller multifuncional.

3. Tercer Nivel

En el tercer nivel se ubican aulas de clase para primaria y secundaria.

Nivel Educativo - Primaria.

Zona Pedagógica: Aulas de clase, centro de recursos educativos, aula de innovación pedagógica

Nivel Educativo - Secundaria.

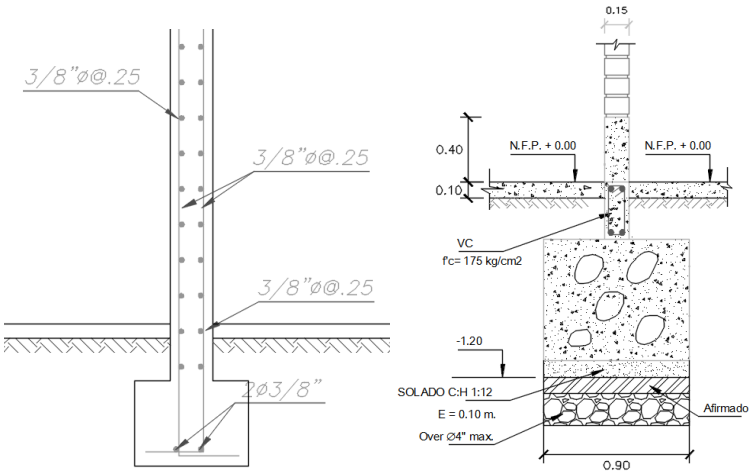
Zona Pedagógica: Aulas de clase, centro de recursos educativos, aula de innovación pedagógica, SUM, taller multifuncional.

c. Estructuras

1. Sistema estructural.

La estructura está compuesta por sistema aporticado conformada por vigas columnas y placas de concreto armado, aportando una buena resistencia sísmica. Para el techo se ha considerado una losa aligerada de 20cm de espesor. La cimentación estará conformada por zapatas y cimentación corrida, de concreto ciclópeo 1:12 cemento- hormigón + 30% de piedra grande hasta 8". Llevará un solado de 0.10 cm y van de acuerdo a ejes establecidos. Las vigas de son de 30 cm de ancho y de 75 cm de peralte.

Figura Nº 3.58
Detalle estructural



Fuente: *Elaboración propia*

Las estructuras han sido dimensionadas según los requerimientos arquitectónicos con el fin de soportar las cargas propias gravitatorias y sísmicas. La cimentación está formada por zapatas, vigas de cimentación y cimientos corridos. Para el cálculo de la cimentación se consideró una capacidad portante de 4.0 Kg/cm2.

2. Normatividad

Para el diseño de las estructuras de concreto armado y acero se han tomado en cuenta los siguientes códigos y estándares:

Tabla Nº 3.49
Normatividad para el diseño estructural

Reglamento Nacional de Edificaciones	Reglamento de Edificaciones E-020 Cargas
	Reglamento de Edificaciones E-030 Diseño Sismo resistente
	Reglamento de Edificaciones E-050 Suelos y Cimentaciones
	Reglamento de Edificaciones E-060 Concreto Armado

Fuente: *RNE*

d. Instalaciones de agua y desagüe

1. Demanda Agua Potable

Para el cálculo de la dotación y consumo por día se tomó en cuenta la norma de instalaciones sanitarias IS.010, teniendo en cuenta el área total construida, y el aforo total.

Tabla Nº 3.50

Dotación de agua

Tipo de local educativo	Dotación diaria
Alumnado y personal no residente	50L Por persona
Alumnado y personal residente	200 L por persona

Fuente: *RNE*

La presión en las redes estará por una bomba instalada a la cisterna, se instalará una electrobomba con capacidad equivalente a la máxima demanda de la edificación.

La tubería será de PVC rígida, clase 10 uniones a simple presión. Se deben instalar accesorios de PVC rígido. Las válvulas serán del tipo compuerta de bronce, unión roscada o soldada. Se debe instalar la red de agua y fría y caliente según están establecidos en los planos de instalaciones sanitarias.

Las salidas o puntos de agua que abastece a los aparatos sanitarios, deben instalarse a plomo con la tabiquería y se deben conectar mediante una unión roscada

Se deben considerar las siguientes alturas para la instalación de los aparatos sanitarios.

- Lavatorio 0.55 m del N.P.T.
- Inodoro 0.20 m del N.P.T.
- Ducha 1.90 m del N.P.T. en la primera planta y 2.00 m, del N.P.T. para los pisos superiores.

2. Desagüe

Se debe considerar la norma IS.010, del reglamento nacional de edificaciones, el sistema debe evacuar por gravedad considerando cajas de registro de 12” x 24”. El diámetro de la tubería se indicará en el plano de instalaciones sanitarias.

e. Instalaciones Eléctricas

Para las instalaciones eléctricas se tomó en cuenta la norma EM.010 correspondiente a instalaciones eléctricas y mecánicas.

Todos los conductores serán de cobre electrolítico recocido sólido, con aislamiento de compuesto termoplástico no halogenado conforme al código nacional de electricidad, El calibre del cableado para los circuitos de alumbrado y cada una de las derivaciones de energía deberá ser mínimo de 4 mm.

Las tuberías conectadas, tubos, cajas y curvas normalizadas serán PUC, tipo pesado con calibres europeos mínimos para tabiquería, establecidos en el código nacional de electricidad cuyo diámetro mínimo debe de ser de 20 mm2 (3/4").

Todas las cajas de pase serán de fierro galvanizado, de 1/32" de espesor mínimo.

-Tipo liviano: Octogonales, 100 x 40 mm

Rectangulares 100 x 55 x 40 mm

-Tipo pesado: Cuadradas 100 x 100 x 40 mm

Cajas de pases mayores o iguales a 150 x 150 x 100 mm

Los interruptores, tomacorrientes, placas telefónicas, serán empotrables se deben considerar interruptores 5 a - 220 v, los tomacorrientes para 10 a - 220 v. los tienen que ser dobles moldeados en plástico.

Los tableros de distribución serán en caja metálica provista de marco y puerta con cerradura, llaves e interruptores automáticos de tipo termo- magnéticos y una barra con bornera, con conexión a tierra.

CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los complejos educativos analizados utilizan estrategias que aprovechan el clima como eje de diseño, de manera que pueden ser catalogados como térmicamente eficientes, para poder determinar cuáles son éstos criterios se realizó un estudio de los mismos además se pudo establecer el confort térmico y lumínico mediante el software Archiwizard.

Para poder determinar las estrategias para la eficiencia térmica que orientan el diseño de un complejo educativo bioclimático se han analizado los casos anteriores, además se realizó el trabajo de campo en el sector 23 de la ciudad de Cajamarca, que permitió establecer las condiciones biofísicas del mismo. Así mismo se analizó mediante ficha documental las estrategias para que mejoran el confort térmico, y las características arquitectónicas de un complejo educativo.

Variable 1 - Estrategias Bioclimáticas

a. Emplazamiento

1. Clima

La zona de analizada se encuentra ubicada en una latitud -7.2°, longitud de 78.5° y a una altitud de 2753 msnm. Aproximadamente, ubicándose en la zona 4, correspondiente a Mesoandino, la misma que se caracteriza por poseer un clima templado con presencia de lluvias de gran intensidad.

Temperatura

La temperatura de la ciudad de Cajamarca presenta una variación, esto debido al incremento del volumen de las precipitaciones y nubosidad que impide que la radiación solar llegue de manera directa, es así que la temperatura promedio más elevada se presenta en Septiembre llegando a 22.05 °C, mientras las temperatura más bajas se dan en Julio con un promedio de 4.84 °C teniendo en cuenta que las temperaturas mal elevadas se dan en la mañana, se llega a tener confort durante las horas de mayor intensidad de radiación solar, debido a que el proyecto es destinado a un usuario de permanencia parcial, se debe asegurar el confort durante este lapso de tiempo.

Humedad

La humedad relativa promedio es de 64%, la misma que cumple, con las condiciones que de acuerdo a la investigación se debe establecer entre el 40 y el 65%.

Precipitaciones

Las precipitaciones promedio anual corresponden a 1.83, por lo cual es necesario que las cubiertas tengan una adecuada pendiente para un correcto drenaje pluvial

2. Orientación

Orientación de Aulas

Contrastando los datos climáticos obtenidos en la ficha de observación climática, con el software Ecotect Analysis 2011 se obtiene que la mejor ubicación para las Aulas es Norte – Sur, considerándose además que ésta podría variar un máximo de 15º respecto al Este, (como se muestra en la figura 46.1) concuerda con lo mencionado en la "Guía De Aplicación de Arquitectura Bioclimática En Locales Educativos", evitando así disconfort lumínico por deslumbramiento.

En invierno se presenta nubosidad mínima por lo tanto hay más horas de radiación directa del sol, en verano sucede lo contrario por eso es necesario establecer coberturas y elementos que permitan ganar calor y distribuir equitativamente en todo el proyecto arquitectónico.

Es preciso indicar que la orientación es determinante en el confort térmico, estableciéndose como una de las principales estrategias Bioclimáticas, ya que fija como elementos primordiales de diseño al recorrido solar y aprovechamiento de la ventilación natural.

b. Calefacción

1. Ganancias Solares

Captación Directa

Debido a que es un proyecto destinado a educación se debe evitar que el sol incida directamente en las aulas de clase, por lo que se debe evitar estrategias de capación indirecta, considerando solamente los vanos de iluminación y ventilación

Captación Indirecta

Se debe aprovechar al máximo la radiación solar por lo cual se deben implantar cubiertas orientadas al norte con un porcentaje de inclinación del 5%, que permitan recibir directamente las ganancias térmicas. En los bloques de 3 pisos, entre aulas, se deben implantar componentes verticales de 0.30 m de espesor, sobresalientes de la cobertura, a fin de poder aprovechas las primeras horas de intensidad solar, así mismo estos servirán como elementos distribuidores de calor en todos los niveles, manteniendo el confort térmico durante el mediodía, y las últimas horas de luz solar.

c. Refrigeración

1. Elementos de protección solar

Aleros

De acuerdo a la investigación la orientación Norte – Sur favorece la adecuada iluminación, evitando el disconfort por deslumbramiento, sin embargo, se debe considerar la cubierta como alero de protección, evitando que el sol ingrese al interior de las aulas.

Parasoles Celosía, Pérgolas

No se deberán considerar la instalación de pérgolas o celosías, en la zona educativa. Debido que no recibe el sol directamente en la fachada

2. Tipos de Ventilación

Cruzada

Los vientos predominantes en el sector se dan en dirección Sureste-Noroeste con una velocidad constante promedio anual de entre 1.80 y 1.97 m/s, registrando una mayor velocidad en las estaciones de invierno, coincide con la ubicación, permitiendo una ventilación cruzada óptima. Se debe asegurar que la ventilación sea principalmente natural cruzada en los bloques de 3 pisos ubicando las ventanas bajas hacia la fachada Sur, con un alféizar de 1.10 m, para mantener entre 6 a 8 renovaciones de aire por hora.

Cenital (efecto chimenea)

Debido a que no re requiere refrigeración forzada, no se debe aplicar la estrategia de ventilación por efecto chimenea.

Efecto patio

En los bloques de 1 piso se debe aprovechar la ventilación efecto patio, ubicando ventanas altas de 1.80 de alféizar hacia la zona sur, las ventanas bajas deben estar ubicadas al norte con una alfeizar de 1.10 m.

d. Envolvente

1. Materiales de gran inercia térmica

Concreto Armado

Dentro la materialidad predominante, se considerará el concreto armado cuyo Coeficiente de Transmisión Térmica o de Conductividad térmica W / m K (watts por metro Kelvin) es de 1.63, por su gran capacidad para almacenar y transmitir el calor producto de la radiación solar.

Ladrillo

Para la tabiquería interior divisoria se considerará solamente ladrillo, tartajeado con acabado final de pintura según especificaciones técnicas y o planos de detalles.

Vidrio Insulado

De acuerdo a la investigación es recomendable la instalación de vidrio insulado, por su capacidad de mantener la temperatura de un ambiente, sin embargo, no se aplicará al proyecto debido a que el usuario final tiene una permanencia temporal solamente diurna.

2. Materiales de gran inercia térmica

Aislamiento Exterior

Según el análisis de la investigación no se recomienda la utilización de revestimientos exteriores a fin de no saturar las ganancias térmicas, evitando excesos de temperatura.

Porcentaje de abertura de vanos

Concluyentemente se puede establecer que el porcentaje de abertura de vanos de ventilación debe ser mayor que 5 % y menor que 10%, para iluminación debe encontrase en el rango

mayor al 18% y menor al 36%, lo cual permitirá una adecuada renovación del aire, iluminación sobre los 250 lux, y adecuada temperatura interior.

Variable 2 – Confort Térmico en la Zona Pedagógica de un Complejo Educativo

a. Parámetros físicos del ambiente

1. Temperatura

De acuerdo a la investigación para que un ambiente sea térmicamente confortable la temperatura debe establecerse entre los 21ºC y los 26ºC, con un margen oscilante entre 1ºC a 2ºC como máximo. En Cajamarca se llega a una temperatura aproximada de 21 ºC durante el medio día por lo que se deben aplicar estrategias bioclimáticas que aseguren ganancias térmicas desde las primeras horas de uso de los ambientes.

Temperatura (rango máximo)

Para la zona educativa, el rango máximo se deberá ubicar entre los 26ºC y 28ºC.

Temperatura (rango mínimo)

Debido al tipo de actividad sedentaria, el rango mínimo deberá estar entre los 21ºC y los 19ºC como mínimo.

Humedad

La humedad relativa promedio en Cajamarca, es de 64%, lo que permite que los ambientes se encuentren en el rango de confort.

Humedad (porcentaje máximo)

Para que los ambientes sean confortables térmicamente, la humedad relativa se debe establecer en un porcentaje máximo de 65%. Con una oscilación entre 1 o 2 % máximo

Humedad (porcentaje mínimo)

A fin de no generar estrategias de evaporación en climas secos se debe asegurar un porcentaje mínimo de 40 % de humedad relativa.

Tabla Nº 4.1

Discusión

Variables	Dimensión	Sub dimensión	Indicadores	Teoría	Resultado	Discusión
Estrategias Bioclimáticas	Emplazamiento	Clima	Temperatura	Sánchez B. (2016), El confort térmico está relacionado con la temperatura del aire. Su valor medio recomendable oscila entre los 21 º C en invierno y los 26ºC en verano	La temperatura en Cajamarca oscila entre los 21 °C como máxima promedio, y una mínima promedio de 7.64 °C	Se debe asegurar la temperatura de confort durante el período de permanencia del usuario
			Humedad relativa	Sánchez B. (2016), deberá estar entre el 40 y el 65%.	La humedad relativa promedio es de 64%,	Se cumple con las condiciones para el confort
		Orientación	Orientación de Aulas	Para Gómez (2013),la orientación debe asegurar ganancias solares y adecuada ventilación	Los casos Analizados muestras una orientación Norte – Sur predominante	Los datos climáticos de Cajamarca, contrastados con el Software Ecotect arrojaron una ubicación óptima Norte - Sur
	Calefacción	Ganancias solares	Captación Directa	Piñeiro M. (2015), menciona que la captación directa se produce cuando la radiación solar actúa de forma inmediata como recurso de ganancia térmica	La ganancias térmicas directas generan problemas lumínicos en las aulas de clase	Debido al tipo de proyecto arquitectónico (educación) no se deben aplicar ganancias térmicas directas
			Captación indirecta	Piñeiro M. (2015). Se producen cuando la radiación solar actúa como recurso de ganancia térmica para el calentamiento de elementos intermedios entre el espacio que se desea acondicionar y el exterior.	Las ganancias indirectas se generan mediante los tabiques y cubiertas expuestos a la radiación solar	Se debe aprovechar la radiación solar para generar captación indirecta, a través de la envolvente, y elementos verticales captadores
	Refrigeración	Elementos de protección solares	Aleros	Zambrano P. (2013) El uso de elementos de control solar como solución al problema arquitectónico, que surge del exceso de radiación en los edificios, es un recurso del diseño bioclimático que impacta en forma relevante las condiciones de confort en el interior de las edificaciones	Las losas en voladizos funcionan como aleros de protección solar.	la orientación Norte – Sur favorece la adecuada iluminación, evitando el disconfort por deslumbramiento, sin embargo, se debe considerar la cubierta como alero de captación y protección
			Parasol Celosía		Se aplican parasoles tipo celosía en las fachadas orientadas al este - oeste	Nos e deben considerar la aplicación de esta estrategia, debido a que el proyecto tiene orientación norte - sur
			Pérgolas		Las aplicaciones de pérgolas en acceso principales optimizan la refrigeración.	No se deberán considerar la instalación de pérgolas o celosías, en la zona educativa. Debido que no recibe el sol directamente en la fachada

Fuente: *Elaboración propia en base a fichas documentales.*

Tabla Nº 4.2

Discusión

Variables	Dimensión	Sub dimensión	Indicadores	Teoría	Resultado	Discusión
Estrategias Bioclimáticas	Refrigeración	Tipos de Ventilación	Cruzada	Se logra a partir de la existencia de dos ventanas, una de las cuales tendrá que estar en la dirección del viento para poder captar el aire fresco, por este motivo se debe definir la dirección del viento.	Es la estrategia predominante, aprovecha la dirección del viento	Se debe asegurar que la ventilación sea natural cruzada en los bloques de 3 pisos ubicando las ventanas bajas hacia la fachada Sur, con un alféizar de 1.10 m, para mantener entre 6 a 8 renovaciones de aire por hora.
			Cenital (efecto chimenea)	En este sistema el aire más frío y de mayor densidad entra por aberturas situadas en la parte inferior de la casa, y el aire viciado es expulsado por las aberturas situadas en la parte superior de la cubierta	La aplicación de la ventilación por efecto chimenea, ayuda a refrigerar ambientes con una mayor capacidad de aforo	Debido a que no re requiere refrigeración forzada, no se debe aplicar la estrategia de ventilación por efecto chimenea.
			Efecto Patio	Al establecer un patio central se genera un mayor movimiento del aire que puede ser aprovechado ubicando vanos en dirección al viento	La estrategia de ventilación por efecto patio ayuda a ventilar entre bloques de aulas.	Se debe aplicar ésta estrategia para ventilar los bloques de 1 piso, siempre que se mantenga la orientación norte -sur
	Envolvente	Materiales de gran inercia térmica	Concreto armado	Domínguez M. y Santamaría S. (2015) Los valores altos de la inercia térmica permiten conseguir, en los climas en lo que sea necesario, uno de los objetivos más deseables en un edificio: la estabilidad térmica	Dependiendo de su dimensión y densidad tiene la propiedad de almacenar calor, y liberarlo de manera paulatina	El uso de concreto armado es primordial para mantener las ganancias terminar producto de la radiación solar
			Ladrillo		El tipo de ladrillo utilizado en la tabiquería influye en el aporte térmico de la edificación	El uso adecuado de ladrillo macizo para la tabiquería, ayuda a maximizar las ganancias térmicas debido a su buena inercia térmica.
		Materiales Aislantes	Aislamiento exterior / interior	Sánchez B. (2016), son materiales con valores de conductividad térmica muy bajos. evitar los puentes térmicos	aprovechan de mejor manera la inercia térmica de la envolvente. Los aislantes interiores funcionan bien si se tiene una fuente de calor interna	Debido a que el proyecto no requiere calefacción permanente no es recomendable la utilización de materiales aislantes
			Vidrio insulado	Funciona como aislante evitando las pérdidas de calor, e intercambio de temperatura entre el exterior y el interior de un ambiente	Se mejora el asilamiento con la utilización de vidrio insulado	es recomendable la instalación de vidrio insulado, por su capacidad de mantener la temperatura de un ambiente, sin embargo, no se aplicará al proyecto debido a que el usuario final tiene una permanencia temporal solamente diurna.
		Aberturas	Porcentaje de abertura de vanos	Es importante un adecuado planteamiento de vanos para ventilación e iluminación los cuales deben estar diferenciados por el porcentaje de aberturas, no siendo el mismo para ambos casos,	Se debe tener cuidado al plantear el porcentaje de aberturas debido que si se excede , éste podría generar disconfort por frío	El porcentaje de abertura de vanos de ventilación debe ser mayor que 5 % y menor que 10%, para iluminación debe encontrase en el rango mayor al 18% y menor al 36%

Fuente: *Elaboración propia en base a fichas documentales.*

4.2 Conclusiones

Conclusión 1. Las estrategias bioclimáticas que mejoran el confort térmico de un complejo educativo están basadas en la orientación Norte – Sur, ganancias solares indirectas, refrigeración por ventilación natural cruzada, efecto patio, y efecto chimenea, inercia térmica de la envolvente, el adecuado planteamiento de la abertura de vanos para ventilación, que debe asegurar la renovación del aire evitando pérdidas térmicas.

Conclusión 2. Mediante los análisis de casos se pudo determinar que las estrategias bioclimáticas de un complejo educativo están basadas en la orientación Norte – Sur, ganancias solares indirectas, refrigeración por ventilación natural cruzada, efecto patio, y efecto chimenea, inercia térmica de la envolvente, el adecuado planteamiento de la abertura de vanos para ventilación, que debe asegurar la renovación del aire evitando pérdidas térmicas.

Conclusión 3. La temperatura de Cajamarca en primavera oscila entre los 21.97 ºC y los 7.66ºC, en verano entre los 21.41 y los 9.12ºC, en otoño entre los 21.35 ºC y los 8.48ºC, en invierno varía entre los 21.68 ºC y los 5.32 ºC. Los vientos predominantes presentan una velocidad promedio anual de 2.52 m/s, la humedad promedio es de 64.57% y las precipitaciones alcanzan los 1.83 mm. De acuerdo al trabajo de campo realizado las condiciones climáticas que posee el sector 23, se encuentra en el límite para el confort para ambientes interiores, en promedio por este motivo es necesario aplicar estrategias que permitan obtener ganancias térmicas principalmente, esto depende también del tipo de actividad que se realiza en cada ambiente, en el caso de la investigación en las aulas de clase cuya actividad es principalmente sedentaria.

Conclusión 4. Los lineamientos de diseño bioclimático para mejorar las condiciones de confort térmico de la zona educativa de un complejo educativo son: Orientación Norte – Sur, captación solar indirecta a través de la envolvente, elementos verticales distribuidores de calor, la cubierta con inclinación al norte, ventilación natural cruzada, concreto armado en la envolvente, forma compacta, abertura para ventilación entre 5 % a 10%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baño A. (2011), *La Arquitectura >Bioclimática: Términos Nuevos, Conceptos Antiguos. Introducción al Diseño de Espacios desde la Óptica Medioambiental.*

Bustamante W. (2014*),* *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social (Serie: II Tecnología de la Construcción Colección: Monografías y Ensayos: Pontificia Universidad Católica de Chile.*

Cortes, S. (2009), *Condiciones de aplicación de las estrategias bioclimáticas. Recuperado de: http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ac-scor.html*

Duran M. (2013), *Adecuación bioclimática a viviendas en el trópico caribeño. El caso de la republica dominicana (Tesis para obtener el grado de: Master en Edificación con Especialidad en Tecnología de la Edificación) universidad politécnica de valencia, España. Febrero 2013*

García, D. (2008), *Viviendas bioclimáticas en Galicia. Recuperado de: http://abioclimatica.blogspot.com/2008/10/arquitectura-bioclimtica.html*

Hernández, A (2013.), *Manual de diseño bioclimático urbano. Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas. Redacción: José FARIÑA, Victoria FERNÁNDEZ, Miguel Ángel GÁLVEZ, Agustín HERNÁNDEZ y Nagore URRUTIA. Colaboradoras: Carolina ASTORGA e Itxaso CEBERIO. Coordinación editorial y traducción al portugués: Artur GONÇALVES, Antonio CASTRO y Manuel FELICIANO. Bragança [Portugal]: Instituto Politécnico de Bragança, 2013.*

Hornero R. (2013), *Estudio de la ventilación natural de un edificio y su efecto en el grado de confort de los ocupantes.*

Huaylla, F. Gutarra, A. Saavedra, G. (2009*),* *Arquitectura Bioclimática Con Énfasis En Viviendas Altoandinas: Centro De Energías Renovables De La UNI CER - UNI* .

López, M. (2015), *Estrategias Bioclimáticas en la Arquitectura (Diplomado internacional "Acercamiento a Criterios Arquitectónicos Ambientales para Comunidades Aisladas en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas") Universidad Autónoma de Chiapas Tuxtlan Gutiérrez, 27 de enero del 2003.*

Martín, M. (2001), *Claves del Diseño Bioclimático. Dto. de Construcción Arquitectónica, ULPGC*.

MINEDU (2008), "*Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos*".

MINEDU (2019), *"Criterios Normativos Para El Diseño De Locales De Educación Básica Regular Niveles De Inicial, Primaria, Secundaria Y Básica Especial" – Criterios de Confort*.

Morcillo A. (2012), *"Estudio de Soluciones con Energía Solar en la Edificación" Universidad de Sevilla España 2012.*

Olgyay, V. (1963), *Design with Climate. Princeton, New Yersey. Princeton University Pres. Reeditado GG 1999: Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.*

Perini R. (2009*), Rehabilitación ambiental y energética de edificios de oficinas en el clima cálido húmedo de Brasil. (Tesis Del Master "Arquitectura, Energía Y Medioambiente") Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona España 2009.*

Piñeiro M. (2015), *Arquitectura Bioclimática, consecuencias en el lenguaje Arquitectónico.*

Sánchez B. (2016), Propuesta para lograr confort térmico en aulas de la escuela primaria.

Sandó Y, (2011) *Hacia la Construcción de una Arquitectura Sostenible en Venezuela.*

Ugarte J. (2009), *Guía Bioclimática Construir Con El Clima, Instituto de Arquitectura Tropical Costa Rica 2009*.

Vidal y Vázquez (2011), *Diseño de un modelo de vivienda bioclimática y sostenible*

Wieser M. (2011), "*Consideraciones Bioclimáticas en el Diseño Arquitectónico: El caso peruano". Departamento de Arquitectura. Pontificia Universidad Católica del Perú.*

Zambrano P. (2013), *Control solar e iluminación natural en la Arquitectura: Máster en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente*

ANEXOS

ANEXO n.° 1. Matriz de consistencia

ANEXO n.° 2. Ficha de observación climática

Lámina 01: Clima

ANEXO n.° 3. Fichas Documentales

Lámina 01: Estrategias que generan confort térmico

Lámina 02: Confort térmico – Usuario

Lámina 03: Confort térmico – Usuario

ANEXO n.° 4. Fichas de Documentales (principales teorías)

Lámina 01: Orientación

Lámina 02: Ganancias solares

Lámina 03: Elementos de protección solar

Lámina 04: Tipos de ventilación

Lámina 05: Materiales de gran inercia térmica

Lámina 06: Materiales aislantes

Lámina 07: Aberturas

ANEXO n.° 5. Fichas de Análisis de Casos

Lámina 01: Generalidades

Lámina 02: Clima

Lámina 03: Ganancias solares

Lámina 04: Elementos de protección solar / aleros

Lámina 05: Elementos de protección solar / celosía

Lámina 06: Elementos de protección solar / pérgolas

Lámina 07: Tipos de ventilación / cruzada natural

Lámina 08: Tipos de ventilación / efecto chimenea

Lámina 09: Tipos de ventilación / efecto patio

Lámina 10: Materiales de gran inercia térmica / concreto armado

Lámina 11: Materiales de gran inercia térmica / ladrillo

Lámina 12: Materiales aislantes / aislamiento exterior - interior

Lámina 13: Materiales predominantes

Lámina 14: Aberturas / porcentaje de aberturas de vanos

Lámina 15: Análisis con Software Archiwizard

Lámina 16: Resumen cualitativo

ANEXO n.° 6. Programación Arquitectónica