



# FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

Carrera de Arquitectura y Urbanismo

“CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
NATURAL QUE GENERAN CONFORT LUMÍNICO PARA EL  
DISEÑO DE UNA I.E NIVEL SECUNDARIO UBICADA EN EL  
SECTOR CALISPUQUIO-CAJAMARCA AL AÑO 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

ARQUITECTO

Autor:

Jorge Alexei Amir Muñoz Becerra

Asesor:

Arq. Martha Ruiz Rodríguez

Cajamarca - Perú

2019

## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada con todo mi cariño a mis padres por todo su sacrificio, esfuerzo y apoyo que me brindaron a lo lar de los 5 años de estudio, por brindarme una carrera para mi futuro y creer ciegamente en mi capacidad de logro.

A mis docentes, que a lo largo de toda la carrera supieron brindarme su apoyo y una gran capacidad de enseñanza, por compartir sus conocimientos y corregir cada uno de mis pasos en el camino.

Y finalmente a mis compañeros y amigos que si esperar nada a cambio, compartieron cada uno de sus conocimientos conmigo, alegrías, euforias, sonrisas y tristezas.

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a mis docentes, que supieron guiarme en cada paso de la carrera, por confiar en mi trabajo y brindarme sus conocimientos alcanzados para ayudarme a llegar al punto donde estoy ahora.

Sé que el camino fue largo y a veces complicado, pero agradezco infinitamente las ganas de transmitir esos conocimientos que tienen, a la dedicación que siempre los ha destacado, he logrado importantes objetivos y uno de ellos es culminar la tesis para obtener el título profesional. Gracias.

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO .....	2
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	8
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN .....	12
1.3 Objetivos .....	32
1.3.1 Objetivo general.....	32
1.4 Hipótesis.....	33
1.4.1 Hipótesis general .....	33
CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA.....	35
2.1 Tipo de investigación .....	35
2.2 Presentación de Muestra .....	36
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	40
CAPÍTULO 3 RESULTADOS .....	42
3.1 Estudio de Casos/Muestra .....	42
3.2 Lineamientos del diseño .....	70
3.4 Programa arquitectónico .....	78
3.5 Determinación del terreno.....	80
3.6 Análisis del lugar.....	81
3.7 Proyecto arquitectónico.....	86
3.8 Memoria descriptiva.....	101
CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES.....	113
4.1 Discusión.....	113
4.2 Conclusiones .....	114

REFERENCIAS .....	111
ANEXOS .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1, Cuadro de reflexión según colores y materiales.....	8
Tabla N° 2.2, Cuadro de datos de análisis de casos 01 .....	34
Tabla N° 2.3, cuadro de datos de análisis de casos 02.....	35
Tabla N° 2.4. Cuadro de datos de análisis de casos 03.....	36
Tabla N° 3.5, Cuadro “Técnica-instrumento-fuente”.....	37
Tabla N° 3.6, Cuadro de luxes y valores referenciales en el cielo Cajamarquino .....	40
Tabla N° 3.7, Cuadro de luxes necesarios según reglamentación nacional e internacional .....	41
Tabla N° 3.8, Cuadro de valoración de luxes en espacios educativos.....	41
Tabla N° 3.9, Cuadro de puntuación de análisis .....	43
Tabla N° 3.10, Resumen características de aula teórica 01, Caso 01 .....	48
Tabla N° 3.11, Análisis de vanos del aula teórica 01 .....	49
Tabla N° 3.12, Tabla de luminancia y comparación con la reglamentación .....	49
Tabla N° 3.13, Tabla de cantidad de luxes por hora en el ambiente .....	50
Tabla N° 3.14, Tabla de distribución de luz en relación al confort.....	51
Tabla N° 3.15, Tabla de deslumbramiento por materiales .....	51
Tabla N° 3.16, Resumen características de aula teórica 01, caso 01 .....	53
Tabla N° 3.17, Porcentaje de área de vano aula teórica 01 caso 02.....	53
Tabla N° 3.18, Tabla de cantidad de luz comparada con la reglamentación caso 02 .....	53
Tabla N° 3.19, Tabla de cantidad de luxes por horas en el aula, caso 02.....	54
Tabla N° 3.20, Tabla de distribución de luz en relación al confort aula 01 caso 02.....	54
Tabla N° 3.21, Tabla de índice de deslumbramiento aula 01, caso 02 .....	55
Tabla N° 3.22, Tabla de características de Taller 02, Caso 02 .....	55
Tabla N° 3.23, Tabla de porcentaje de área de vano taller 02, Caso 02 .....	56
Tabla N° 3.24, Tabla de luminancia y comparación según reglamentación taller 02, Caso 02 .....	57
Tabla N° 3.25, Tabla de luminancia y cantidad de iluminación por horas en taller 02, caso 02 .....	57

Tabla N° 3.26, Tabla de distribución de luz en vértices del taller 02, caso 02.....	58
Tabla N° 3.27, Tabla de deslumbramiento en materiales taller 02, caso 02 .....	58
Tabla N° 3.28, Tabla de características de aula 01 caso 03 .....	59
Tabla N° 3.29, Área de vano del ambiente 01, caso 03 .....	60
Tabla N° 3.30, Tabla de luminancia y comparación según reglamentación aula 01, caso 03.....	60
Tabla N° 3.31, estudio de luminancia por horas en el ambiente 01, caso 03.....	61
Tabla N° 3.32, Estudio de distribución de luz en vértices del ambiente 01, caso 03.....	61
Tabla N° 3.33, estudio de deslumbramiento en ambientes aula 01, caso 03.....	62
Tabla N° 3.34, Tabla de características de ambiente 02, caso 03 .....	62
Tabla N° 3.35, Proporción del vano de ambiente 02, caso 03 .....	63
Tabla N° 3.36, Tabla de luminancia y comparación ambiente 02, caso 03.....	64
Tabla N° 3.37, cantidad de luminancia por horas de ambiente 02, caso 03.....	64
Tabla N° 3.38, Distribución de luz en los vértices de ambiente 02, caso 03 .....	65
Tabla N° 3.39, análisis de deslumbremiento de ambiente 02, caso 03 .....	65
Tabla N° 3.40, Matriz de valoración de los análisis de casos .....	68
Tabla N° 3.41, cuadro de linamiento de variable 01.....	69
Tabla N° 3.42, Cuadro de lineamientos de variable 02 .....	70
Tabla N° 3.43, Cuadro de alumnos matriculados en Cajamarca.....	73
Tabla N° 3.44, zona de influencia de una I.E .....	74
Tabla N° 3.45, Horas académicas establecidas por el MINEDU.....	76
Tabla N° 3.46, Malla curricular .....	77
Tabla N° 3.47, Programación de área de servicios .....	78
Tabla N° 3.48, Datos del terreno escogido.....	79
Tabla N° 3.49, Accesibilidad al terreno .....	79
Tabla N° 3.50, Tabla de clasificación climática de Koppen .....	86
Tabla N° 3.51, Tipologías de agrupación .....	88
Tabla N° 3.52, Área del proyecto .....	99
Tabla N° 3.53, Número de aparatos sanitarios .....	104

Tabla N° 3.54, Cálculo de caudal .....	105
Tabla N° 3.55, Cargas proyectadas .....	107

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 3.1, Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión captación .....	42
Figura N° 3.2, Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión Transmisión .....	44
Figura N° 3.3, Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión Distribución.....	45
Figura N° 3.4. Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión Protección .....	46
Figura N° 3.5, Planta de aula teórica 01, caso 01 .....	48
Figura N° 3.6, Estudio de luminancia aula teórica 01, caso 01 .....	49
Figura N° 3.7, Distribución de luz en vértices del aula .....	50
Figura N° 3.8, Planta de aula teórica 01, caso 02 .....	52
Figura N° 3.9, Estudio de iluminación en el aula teórica 01, caso 02.....	53
Figura N° 3.10, Distribución en luz en vértices del aula .....	54
Figura N° 3.11, Planta de aula teóricas 02, caso 02 .....	56
Figura N° 3.12, Estudio de luminancia aula 02, caso 02 .....	56
Figura N° 3.13, Estudio de distribución de luz aula 02, caso 02 .....	57
Figura N° 3.14, Planta de ambiente , aula 01, caso 03 .....	59
Figura N° 3.15, Estudio de luminancia aula 01, caso 03 .....	60
Figura N° 3.16, Estudio de distribución de luz aula 01, caso 03 .....	61
Figura N° 3.17, Planta de aula 02, caso 03.....	63
Figura N° 3.18, Estudio de luminancia de aula 02, caso 03 .....	63
Figura N° 3.19, Análisis de distribución de luz en aula 02 caso 03 .....	64
Figura N° 3.20, Luminancia en cada uno de los casos .....	66
Figura N° 3.21, Iluminancia en cada uno de los casos.....	67
Figura N° 3.22, diseño de protección solar, caso 02 .....	69
Figura N° 3.23, Plataformas usads para colegio temporal .....	72
Figura N° 3.24, Colegio temporal .....	72
Figura N° 3.25, Área de influencia del terreno escogido .....	75
Figura N° 3.26, Gráfico de precipitaciones en Cajamarca.....	80
Figura N° 3.27, Gráfico de tipo de cielos en Cajamarca.....	80

Figura N° 3.28, Gráfico de vientos en Cajamarca .....	81
Figura N° 3.29, Ubicación del terreno .....	81
Figura N° 3.30, Mapa de riesgos.....	82
Figura N° 3.31, Mapa de zonificación urbana .....	83
Figura N° 3.32, Topografía del terreno .....	84
Figura N° 3.33, Topografía del terreno, corte A-A .....	84
Figura N° 3.34, Topografía del terreno, corte B-B .....	85
Figura N° 3.35, Vistas frontales del terreno.....	85
Figura N° 3.36, Vistas laterales del terreno .....	86
Figura N° 3.37, Volumetría proyecto .....	89
Figura N° 3.38, Zonificación terreno.....	89
Figura N° 3.39, Organigrama .....	90
Figura N° 3.40, Plot plan .....	91
Figura N° 3.41, Primera planta.....	91
Figura N° 3.42, Segunda planta .....	92
Figura N° 3.43, Tercera planta .....	92
Figura N° 3.44, Sector desarrollado .....	93
Figura N° 3.45, Cortes del proyecto .....	93
Figura N° 3.46, Sector detallado .....	95
Figura N° 3.47, Cortes de sector detallado .....	95
Figura N° 3.48, Datos del terreno escogido .....	96
Figura N° 3.49, Detalle de aula de proyecto.....	96
Figura N° 3.50, Reflejo en el aula del proyecto .....	97
Figura N° 3.51, Detalle de vanos de las aulas .....	97
Figura N° 3.52, Entrada de proyecto .....	98
Figura N° 3.53, Vista lateral de entrada de proyecto.....	98
Figura N° 3.55, Fachada de aulas.....	99
Figura N° 3.56, Vista de fachada de aulas 02 .....	99

Figura N° 3.57, Vista lateral de aulas y losas deportivas .....	100
Figura N° 3.58, Vista frontal de auditorio.....	100
Figura N° 3.59, Vista de aulas y patio de formación.....	100

## RESUMEN

En el Perú existe un serio déficit en cuanto a la calidad de infraestructura que las instituciones educativas presentan, dejando de lado el confort ambiental que se les brinda a sus usuarios y generándoles problemas para que estos desarrollen de manera óptima sus actividades.

En base a esto, la presente tesis fue planteada bajo la necesidad de estudiar y determinar qué características de un sistema de iluminación natural influyen en la ganancia de confort lumínico dentro de espacios educativos, enfocándose así en crear ambientes que presenten la cantidad adecuada de luz y generen confort suficiente para sus usuarios.

En cuanto a la metodología, se estudia las variables y su aplicación en tres (03) diferentes edificaciones que hicieron uso de estas características, ubicadas en contextos similares o que presentan condiciones externas parecidas, para lo cual se empleó diferentes fichas de recojo de datos y una posterior simulación en un software llamado VELUX DAYLIGHT que nos arroja datos reales de cantidad de luz y confort presente en los ambientes.

Como resultado se determinó que es fundamental que características tales como Captación y transmisión de la luz sean aplicadas a los ambientes en donde se pretende lograr el confort, ya que estas influyen en su totalidad en la cantidad de luz que recibirá el ambiente, en el caso de que se presenten limitantes que los afecten, es necesario el uso de características de protección y distribución de luz para obtener el confort.

Así pues, En conclusión se determina que el uso de las características de un sistema de iluminación natural influye en demasía a la ganancia de confort lumínico.

**Palabras clave: Características de un sistema de iluminación, confort lumínico.**

## CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática:

La cultura y la educación son la base del desarrollo humano, y de los procesos intelectuales, tecnológicos y creativos que ha desarrollado el hombre desde el comienzo de la historia.

Por esto es vital proveer los medios necesarios (sociales y arquitectónicos) para que los espacios en donde se desarrolla la actividad de la educación puedan brindar dicho servicio de manera óptima y con una calidad adecuada.

En las últimas décadas se ha producido en el Perú un decaimiento cada vez más acentuado en cuanto a la educación estudiantil y al rendimiento académico ocasionado por diversos factores: económico-sociales, lo que ha provocado un descenso cultural alarmante en el país, ubicándonos en el penúltimo puesto en educación a nivel de América, además, agregado a los problemas ya mencionados, la arquitectura e infraestructura en donde se desarrolla la actividad de la enseñanza también son factores fundamentales que influyen en el rendimiento académico de un estudiante, siendo Cajamarca una ciudad que presenta 91 instituciones educativas entre públicas y privadas de las cuales existe un índice superior al 70% de establecimientos que laboran en infraestructuras adaptadas o que ya no cumplen con los requisitos que la educación actual demanda (Fuente: Ugel Cajamarca). En ese sentido, la arquitectura de cualquier sistema es el pilar, fundamento o contenido sustancial sobre el cual descansa el diseño y formas de implementación que se llevan a cabo. A través del adecuado diseño de los espacios, la realización de las acciones, el significado y trascendencia que estas puedan tener, adquiere un valor para cada cultura y sociedad. Aspecto que tiene un impacto evidente en el caso de la educación: la organización de los espacios arquitectónicos en la infraestructura educativa puede no solo permitir un funcionamiento pertinente de la metodología que se pretende sino el desarrollo de actitudes de libertad y creatividad. (Morales, 2014).

Sin embargo, en una ciudad como Cajamarca, la idea de la arquitectura en la educación se ha limitado solo a la creación de la cantidad de aulas dentro de los sistemas constructivos tradicionales y sus diseños están en módulos generalizados para cualquier locación adaptándose solamente al terreno mas no a las condiciones climatológicas, necesidades físicas del lugar o a enfoques pedagógicos específicos de carácter educativo, dejando obviamente de lado la calidad espacial de sus establecimientos, el confort visual y lumínico, generando así un déficit en calidad educativa de los alumnos lo cual afecta al correcto desarrollo de sus actividades dentro de las aula y genera un bajo desempeño académico.

“En la actualidad resulta incongruente que en horarios diurnos se haga uso de la iluminación artificial” (IDAE, 2005) dentro de los salones de clase, ya que actualmente se cuenta con distintos tipos de materiales y tecnologías que con una aplicación correcta se puede diseñar sistemas de iluminación natural así como también resolver con una adecuación de elementos arquitectónicos y garantizar el confort visual de los alumnos en los diferentes espacios de acuerdo a las actividades que realizaran.

La luz de día también es importante por su calidad, su composición espectral y variabilidad dentro de un espacio educativo. “En un estudio hecho a la reacción de las personas dentro de espacios interiores sugiere que la luz de día satisface dos requerimientos básicos del ser humano que son: poder ver bien el espacio además de realizar la tarea visual adecuadamente y para experimentar algún estímulo medioambiental” lo que visiblemente no se presenta en ninguna institución educativa en Cajamarca, además; “Se cree que trabajar a largo plazo bajo iluminación eléctrica es dañino para la salud y trabajando en condiciones naturales se produce menos estrés y discomfort” (Boyce, 2005), lo cual es fundamental para una institución educativa.

Entonces, en base a lo ya mencionado, la presente investigación estima que es necesario enriquecer y dar a conocer información relevante de una arquitectura orientada al diseño de sistemas de iluminación natural, específicamente en el ámbito educativo, enfocada a satisfacer los criterios del confort lumínico en alumnos ya que estas instituciones dejan de lado el aprovechamiento de la iluminación natural y el confort lumínico de estas.

Teniendo en cuenta así, el estudio de tres edificaciones, tanto locales, nacionales como internacionales para estudiar a fondo el uso de los sistemas de iluminación natural que estas aplican para lograr confort lumínico en sus espacios educativos.

En términos físicos se puede decir que “La luz no es más que una radiación en particular y las radiaciones son una forma de energía que atraviesa el espacio, yendo de uno a otro lugar de forma prácticamente instantánea”. (Serra, 1999).

Esta energía radiante que puede ser percibida por el ojo humano (espectro visible), tiene distintas longitudes de onda que generan lo que se conoce como “color”, ya que “la luz visible es una región del espectro electromagnético cuyas ondas electromagnéticas tienen una longitud de onda que va desde el rojo (780 nm), al violeta (380 nm)” (CEI & IDAE, 2005).

Por otro lado, se tiene organismos norteamericanos como la IESNA que define la luz como “energía radiante que es capaz de excitar la retina humana y crear una sensación visual” (IESNA, 2000).

Por lo tanto, podemos considerar que La luz natural es lo que se produce de toda fuente de luz de la naturaleza, ya se el sol, la luna, los rayos, insectos, etc.

Entonces, la fuente de luz diurna es el sol, pero la luz que llega a la tierra, procedente del sol se propaga parcialmente en la atmósfera y las condiciones atmosféricas del lugar determinaran la cantidad de luz que llegue al edificio ocasionando que esta pueda llegar de las siguientes maneras: (Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew y Szokolay, 1977)

Difusa o luz cenital: a través de un vano o una abertura.

Al igual que la Luz reflejada del exterior: por el suelo u otras edificaciones, la luz reflejada del interior: por paredes, techos u otras superficies y luz solar directa: según una trayectoria recta procedente del sol.

Podemos tomar en cuenta también que Existen diversos tipos de magnitudes que miden la luz natural: (ICARO, 2006)

- Intensidad luminosa: que es la energía luminosa emitida en una dirección y su unidad de medida es la candela (cd).
- Flujo luminoso: es la cantidad de energía luminosa emitida por una fuente, su unidad de medida es el lumen (lm).
- El nivel de iluminación o la iluminancia: es la cantidad de luz que recibe una superficie, su unidad de medida es el lux (lx).
- La luminancia o el brillo: es la intensidad o flujo de luz emitido en una superficie, su unidad es el stilb (cd/cm<sup>2</sup>).

Además es necesario considerar Las condiciones climáticas que influyen notablemente en la cantidad total de luz que incide en un ambiente. Existen diversos tipos de condiciones climáticas: (Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew y Szokolay, 1977)

En los climas moderados, donde el cielo está normalmente cubierto, toda la bóveda celeste actúa como una fuente de luz, por lo que puede darse la luz solar directa ya que el propio cielo tiene una luminosidad suficiente para proveer de luz a las habitaciones normales, pero no hay que contar con ello como constante.

Los climas desérticos o cálido-secos, se caracterizan por una fuerte luz solar directa procedente de cielos despejados. La luz solar directa se evita normalmente en los edificios por razones de índole térmica. El cielo tiene un color azul intenso y su luminosidad puede ser tan baja como para no asegurar una iluminación adecuada. Este cielo claro tiene normalmente, su más alta iluminación próxima al horizonte y la más baja en ángulos rectos con el sol. El suelo desnudo, seco y soleado y las paredes claras de otros edificios reflejaran mucha luz, que será la fuente principal de iluminación interior. Sin embargo, puede ser también causa de deslumbramiento, cuando estas superficies fuertemente soleadas caigan dentro del campo visual. El polvo tenue suspendido en el aire puede dar lugar a brumas e incrementar la luminosidad aparente

del cielo, pero la existencia frecuente de polvo más grueso y tormentas de arena puede reducirlo.

En los climas compuestos, se producen amplias variaciones en la iluminación natural por pasar los cielos de claros a cubiertos por lo que, debido a la variabilidad de los niveles exteriores de iluminación, es difícil y quizá carezca de significado calcular la iluminación interior en función de la iluminación fotométrica. Sin embargo, en cierto punto de un edificio dado, se puede considerar constante la relación entre la iluminación interior y la exterior simultánea.

Además, se debe tener en cuenta que para poder lograr la calidad lumínica y posterior confort lumínico de los alumnos dentro de una institución educativa, ya sea en las aulas o los diversos espacios de la edificación, se debe tomar en cuenta el desarrollo de las correctas características de un sistema de iluminación natural aplicada para favorecer el ingreso adecuado de luz a dichos ambientes.

Gabriela Casabianca, María Snoj, 2012, en su artículo de investigación “Estudio de incorporación de variables subjetivas en el desarrollo de un método gráfico para optimizar confort visual con luz natural en el diseño de aberturas para aulas en escuelas, de la Universidad de Buenos Aires, Argentina” afirman que el confort térmico y luminoso de los espacios donde desarrolla sus actividades el ser humano es fundamental para su bienestar físico y mental, además de promover un adecuado rendimiento en las actividades que lleva a cabo, en base a esto, las investigadoras desarrollan un método gráfico sencillo para evaluar las condiciones de confort visual vinculadas a la iluminación natural en espacios interiores en edificios destinados al uso educativo, permitiendo así obtener un diseño de edificio que brinde la satisfacción de las necesidades visuales de sus ocupantes. Concluyendo que un adecuado diseño de la iluminación natural tiene un efecto positivo en el diseño de edificios educativos, quizás mayor al de otras estrategias de diseño teniendo en cuenta el mayor periodo de ocupación del edificio se da durante las horas diurnas. Para mejorar las condiciones de confort visual es importante contemplar y comprender cómo la luz natural puede ayudar a mejorar el rendimiento, la atención y el confort psico-fisiológico de los estudiantes, creando un ambiente interior saludable y al mismo tiempo permiten reducir la demanda de energía destinada a la iluminación artificial.

Además, teniendo en cuenta el medio geográfico en donde vivimos, Diego Morales, 2014, en su tesis “Propuesta de una escuela de artes visuales basada en el diseño de un sistema de iluminación natural que permita el confort visual de los usuarios, de la Universidad Privada del Norte, Perú.” Realizó su investigación con el fin de poder dotar de espacios de calidad para permitir el óptimo proceso de la enseñanza de las artes visuales, enfocados principalmente en lograr aprovechar la iluminación natural logrando rangos de iluminación óptimos para las diferentes actividades que se desarrollaran logrando un confort visual en los usuarios, para esto, el autor referenció y estudió tres

casos arquitectónicos en donde identifica ciertos aspectos necesarios para lograr este confort, tales como aspecto constructivo, aspecto formal, aspecto espacial y estrategias de diseño. Finalmente, el autor diseña un sistema de iluminación natural adecuado para la climatología del lugar, los niveles de luminancia y estrategias de diseño.

Y Karla Aliaga , 2016, en su tesis “Confort lumínico en las aulas de las escuelas de nivel primario del barrio de Chorrillos de Huancayo Metropolitano en el 2016, de la Universidad Peruana de los Andes, Perú” estudia la problemática de las aulas de las escuelas de nivel primario de Barrio Chorrillos de Huancayo – Junín, Perú- desde el punto de vista lumínico, nivel de iluminación y rangos de la misma en las escuelas para lograr el confort lumínico de los alumnos. En donde el investigador determina el porcentaje de aulas en Chorrillos de Huancayo Metropolitano que brinden confort visual y lumínico a la vez que calcula los niveles de iluminación natural en el interior de las aulas. El investigador también pudo determinar el porcentaje de confort lumínico según en RNE en donde en términos generales, las aulas son confortables alcanzando un promedio de 75% de iluminación de espacio según lo establecido en la norma EM110, este estándar está muy por debajo de los estándares mínimos de otros países como argentina, Brasil, Austria y Bélgica, además la norma peruana no establece un rango máximo ya que demasiada luz también genera molestia.

Se sabe que el hombre ha buscado por construir un mundo artificial en donde este pueda adaptarse a estos entornos de manera que le requiera un mínimo de energía, logrando así lo que se conoce como “zona de confort”. Sin embargo “no existe un criterio único para poder realizar una evaluación precisa del confort. Quizás podría definirse en negativo, es decir, como la zona en la cual no se produce un sentimiento de incomodidad” (Olgay, 1998). Entonces nos estamos refiriendo a confort ambiental a la falta de molestias en un espacio determinado, lo cual influye en todos los sentidos del ser humano. Muy a pesar de ello, el confort se puede analizar de una forma independiente por cada tipo de sentido, como por ejemplo la vista con el confort visual y/o lumínico, el oído con el confort acústico, etc.

Entonces para poder analizar el confort se debe tener en cuenta que los parámetros ambientales de Bienestar son manifestaciones energéticas, que expresan las características físicas y ambientales de un espacio habitable, independientemente del uso del espacio y de sus ocupantes” (Serra y Coch, 1995) los cuales representan características del ambiente y pueden ser calculados por diversos tipos de magnitudes como luxes, centígrados, decibeles, etc.

Por otro lado, los “factores de confort” representan las características propias del individuo o habitante dentro del espacio. Las cuales pueden ser de distinto índole ya sean de tipo “biológicas-fisiológicas” como (edad y sexo, etc.), “sociológicas” como (tipo de actividad, educación, ambiente familiar, moda, costumbres, etc.), así como las de

tipo “psicológico” como la (personalidad, estado de ánimo, etc.). Todas estas características son condiciones ajenas al ambiente, pero influyen en la forma en como este se percibe, por lo que se debe tener conocimiento de su incidencia en el momento del diseño ambiental de un espacio construido. (Robles, 2014)

Entonces el confort lumínico se refiere a la percepción de la luz a través del sentido de la vista. Se hace notar que el confort lumínico difiere del confort visual, ya que primero se refiere de manera preponderante a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el segundo principalmente a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo. (Atencio, 2010).

Para TAREB (2004) el confort lumínico y visual se refiere a la capacidad de realizar actividades con un grado adecuado de luz, donde el ojo humano no presente un agotamiento por exceso o falta de iluminación. la evaluación del confort lumínico debe hacerse por medio de la comprobación de la iluminancia, que representa la densidad del flujo luminoso que tienen incidencia sobre una superficie, donde la unidad de medida de esta es el lux(lx).

Para otro autor como Serra (1996) se pueden definir los factores que describen el confort lumínico visual en determinado espacio y estos radican en la iluminancia, el deslumbramiento y el color de la luz, mientras que Anon (2000) dice que los principales factores que determinan el confort lumínico serían el nivel de iluminancia del espacio, el índice de deslumbramiento, y la distribución espacial de la luz natural que sería la luminancia.

Así mismo podemos considerar que Llamamos sistema de iluminación natural al conjunto de componentes que en un edificio o construcción se utilizan para iluminar con luz natural. La cantidad, calidad y distribución de la luz interior depende del funcionamiento conjunto de los sistemas de iluminación.

Los sistemas pertenecen a dos categorías generales, los sistemas de iluminación cenital y los sistemas de iluminación lateral. Los sistemas iluminación cenital distribuyen la luz natural disponible dentro de la sala desde el techo de las habitaciones, y los sistemas de iluminación lateral distribuyen la luz natural disponible de los lados de la sala, es decir qué; “los sistemas de iluminación se clasifican según la distribución del flujo luminoso por encima o por debajo de la horizontal identificando la cantidad del flujo proyectada directamente a la superficie iluminada” (Vázquez, 2005).

Existen distintas clasificaciones para los sistemas de iluminación natural tanto lateral como cenital las cuales pueden distinguirse en 6 subcategorías:

Laterales: unilateral y bilateral y además de cenitales: Monitor, Claristorio, Dientes de sierra y claraboyas (Ver anexo N°9)

Sistemas Laterales tales como el unilateral que es un sistema que se caracteriza por un vano o una ventana continua con acristalamiento en un solo lado o pared de la habitación, generalmente se encuentra cerca del techo y es el sistema más usado en edificaciones locales ya sean viviendas o edificios públicos, además el Bilateral que es un sistema que se utiliza en edificaciones que puedan permitir tener aberturas en dos paredes opuestas hacia el exterior para aprovechar la luz natural, consiste en tener dos vanos o ventanas en paredes opuestas para generar un mayor ingreso de la luz solar.

Sistemas cenitales tales como el monitor que es una parte de la cubierta que se encuentra más alto que el resto del techo y cuenta con aberturas en cualquiera de los cuatro lados para permitir el ingreso de la luz natural desde el techo, también existe el clerestorio que es en si aquella parte de un edificio claramente elevada de los techos, cuyas paredes contienen ventanas para la iluminación del interior, en donde la abertura en la techo mira en la misma dirección que las principales ventanas laterales y que ayuda en la superación las limitaciones de ingreso de luz natural en la habitación respecto a sus elementos laterales (IESNA, 1984).

Dientes de sierra (sawtooth): Este diseño es una variación del tipo claristorio. Las ventanas del claristorio son dispuestos en filas para formar un diseño en dientes de sierra. Esta abertura se utiliza principalmente en techo bajo, y áreas de grandes edificios industriales. Las ventanas por lo general se direccionan al norte, en latitudes del norte o septentrionales; por lo tanto los controles de brillo, no son requeridos (IES, Cap. 8, daylighting systems, 1984).

Claraboya (skylight): El diseño claraboya se utiliza de diferentes formas en todo tipo de edificios. Los principales tipos son las abovedadas, piramidales y paneles planos. Materiales para acristalamiento de loas claraboyas varían de paneles de vidrio y acrílico a los plásticos reforzados con fibra de vidrio y tragaluces especialmente diseñados con telas semi-transparentes y translúcidos. El calor y el control del deslumbramiento son los dos problemas principales asociados con claraboyas. El diseño de claraboyas debe ser cuidadosamente diseñado para proporcionar a los sellos eficaces contra la entrada de humedad y posible goteo de la condensación. También pueden ser utilizados para proporcionar un control de calor y ventilación (IESNA, Cap. 8, daylighting systems, 1984).

Entonces, teniendo en cuenta el desarrollo de ambas variables, el confort lumínico y los sistemas de iluminación natural, se debe de tomar extremo cuidado en la influencia que una tendrá sobre la otra, es decir, gracias a los sistemas de iluminación natural y las características que esta presenta, se puede manejar de manera apropiada la luz dentro de un espacio determinado logrando así un correcta distribución y protección de la iluminación natural para lograr confort lumínico, en lo que en la presente investigación se deberán tomar en cuenta ciertos indicadores de cada una de

las variables para poder desglosar y analizar de una manera correcta la influencia de estas en el desarrollo de espacios educativos.

Teniendo, entonces, que tomar en cuenta que para lograr un confort lumínico dentro de espacios educativos como aulas y demás, se tiene que estudiar a manera detallada los indicadores de dicha variable: el nivel de luminancia, la cantidad de iluminación.

La Luminancia describe la luz reflejada de una superficie y está directamente relacionada con la percepción de "brillo" de una superficie en una dirección dada. Es no sólo depende de la iluminancia en un objeto y sus propiedades de reflexión, pero también de su área proyectada en un plano perpendicular al plano de vista. Así luminancia es lo que vemos, no la iluminancia. Sin embargo, el brillo percibido de objetos depende, aparte de su luminancia, también en el estado de adaptación del ojo.

Además otro aspecto importante en el diseño de un espacio es el control sobre los brillos que tengan las superficies que lo conforman, ya sean muros, techos, pisos etc., ya que se debe evitar que estas generen contrastes muy elevados, así como contrastes muy bajos.

Y considerar también que se produce otro fenómeno relacionado a la luz en cuanto a la cantidad de iluminación se refiere, deslumbramiento es el "efecto molesto para la visión debido a un excesivo contraste de luminancias" (Serra, Coch 1995), lo cual se da por una superficie que posee mucho brillo por efecto de la luminancia. Entonces "el deslumbramiento es la sensación producida por áreas brillantes dentro del campo de visión, y puede ser experimentado bien como deslumbramiento molesto o como perturbador" Guía Técnica "(CEI & IDEA, 2005). Otro autor define que el deslumbramiento como la "sensación producida por luminancias dentro del campo visual suficientemente mayores a la luminancia a la que el sistema visual está adaptado como para causar molestia, incomodidad o pérdida en el funcionamiento visual y la visibilidad". (IESNA, 2000).

Además, cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación. En varias publicaciones se ofrecen directrices de niveles mínimos de iluminación asociados a diferentes tareas. En concreto, los recogidos en la Figura se han tomado de las normas europeas CEN 169 y se basan más en la experiencia que en el conocimiento científico. (Morales, 2014)

El nivel de iluminación se mide con un luxómetro que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada. Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo determinado, deberán estudiarse los siguientes puntos:

La naturaleza del trabajo, la reflectancia del objeto y de su entorno inmediato, las diferencias con la luz natural y la necesidad de iluminación diurna, la edad del trabajador. (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, 2012).

Una vez ya descubierta la realidad problemática de los centros educativos de Cajamarca, se revisa diversos tipos de reglamentación tanto internacional como nacional, en donde ya se realizó un estudio en cuanto a la iluminación requerida dentro de determinados espacios educativos, teniendo entonces como base la reglamentación internacional de la Organización Panamericana de salud y en cuanto reglamentaciones nacionales a la guía de diseño del MINEDU y las normas A040 y EM110 del RNE.

Cabe resaltar que la normatividad peruana presenta serias carencias en cuanto a estudio de iluminación, solo brindando valores indicados como estándares mínimos para un espacio, más no valores óptimos ni máximos, por lo que se priorizará el uso de los estándares estudiados por el reglamento de la Organización Panamericana de Salud (OPS) .

Dentro del reglamento nacional de edificaciones se estima valores mínimos de iluminación para diferentes espacios tales como aulas, talleres y circulaciones, por lo que se tomará como referencia este reglamento que determinará el estándar mínimo de iluminación a satisfacer en espacios educativos. (Ver anexo N° 2)

Además, se toma el reglamento internacional de la Organización Panamericana de Salud, el cual estima cuales son los valores óptimos en cuanto a cantidad de iluminación para diferentes espacios educativos, por lo cual se tomará estos valores para establecer un rango óptimo y máximo de luz dentro de dichos ambientes. (Ver anexo N°2)

Además de la variable de confort lumínico, tenemos que tener en cuenta el sistema de iluminación natural, cabe recalcar que existe una serie de factores que son determinantes para el mejor aprovechamiento de la luz natural; aquellos que dependen de la geografía y el clima, y aquellos que dependen más del diseño arquitectónico y de las decisiones por parte del arquitecto, como por ejemplo la geometría del edificio, las formas y dimensión de los vanos o aberturas. Para un buen proyecto de iluminación se aconseja basarse en cinco estrategias básicas: Estrategias de captar, transmitir, distribuir y proteger (CITECUBB, 2012).

Factores de captación aplicados a las edificaciones educativas: Para utilizar de manera efectiva los diferentes elementos de captación de la luz natural (como por ejemplo ventanas, claraboyas y otros) es preciso conocer tanto los factores del edificio tales como el emplazamiento y factores externos tales como el tipo de cielo y los limitantes de luz que la infraestructura pueda llegar a tener.

Emplazamiento: "Emplazar" no sólo significa colocar un objeto en un lugar, también supone dar razón de ese encuentro. Porque emplazar es simultáneamente en-plaza y

en-plazo. El plano de emplazamiento sería, pues, el documento capaz de describir las principales relaciones del proyecto con un lugar y un tiempo preciso (De Molina, 2011).

**Tipos de cielos:** Si bien la fuente primaria de luz natural es el sol, desde el punto de vista de la iluminación diurna de edificios, la fuente de luz considerada para el cálculo es la bóveda celeste, excluyendo siempre la luz solar directa sobre los planos de trabajo por su gran capacidad lumínica, que genera contrastes excesivos y causa deslumbramiento.

La intensidad luminosa del cielo depende de factores climáticos, que se traducen en el caso de la iluminación en las variaciones del cielo, como por ejemplo cuando el cielo está despejado (sin nubes), cuando está nublado o parcialmente nublado. (Ver anexo N° 1)

Para comprender los distintos tipos de cielo es importante entender que la iluminación global recibida de la bóveda celeste está conformada por dos componentes: la luz solar directa propia de un día despejado y la luz solar difusa propia de un día cubierto. (Morales, 2014)

Para el CIBSE y el IESNA se presenta la siguiente clasificación de cielos:

**Cielo cubierto:** definido para climas fríos por la CIBSE -Estandarización Británica- como un cielo cubierto en un 90% por nubes con sol no visible y **cielo parcialmente despejado** con presencia estacional del sol alternada por períodos de nubosidad variable (climas templados húmedos y cálidos húmedos), la iluminancia en una superficie horizontal exterior no obstruida bajo este tipo de cielos, puede variar entre 100.000 lux (sin nubes) y 10.000 lux (con nubes interceptando el sol) y también un **cielo claro** definido por la CIBSE -Estandarización Británica- como un cielo no obstruido por nubes y por la IESNA -Estandarización Norteamericana- como un cielo obstruido en un porcentaje menor al 30%. En todos los casos se trata de una bóveda celeste donde el sol no está obstruido por las nubes.

Entonces se debe de tener en cuenta que el tipo de cielo es importante para lograr la correcta captación de luz que tendrán los edificios, ya que depende mucho del cielo que se presente en determinado momento o sea predominante durante el año, para así medir la cantidad de luxes que se presentan al exterior de la infraestructura y analizar si es necesario el uso de elementos de distribución de luz para tener mayor iluminación o aplicar elementos de protección solar para evitar el exceso de la misma.

**Entorno del edificio y limitantes:** La luz que incide en un edificio depende mucho del entorno de este, es decir, una edificación que tenga como colindante a una casa de 7 pisos no tendrá la misma incidencia de luz que una que tiene como colindante una casa de 2 pisos. Muy aparte de la altura de las edificaciones colindantes, existen otros factores como la topografía, el coeficiente de reflexión de los suelos circundantes y la

presencia de vegetación en el entorno inmediato como árboles de gran tamaño. Estos tienen un gran impacto en la cantidad de luz que llega a los vanos de la edificación.

Elementos de captación: Para captar al máximo la radiación solar directa, los elementos captadores (aberturas) deben estar dispuestos lo más perpendiculares posible a los rayos solares. En el caso de la captación de la luz solar difusa (cielo cubierto), una abertura horizontal alta (luz cenital) cubren una gran porción del cielo lo que proporcionando una mejor captación de luz difusa en el espacio. Del mismo modo, una ventana inclinada hacia el cielo proporciona un flujo luminoso mayor que la ventana lateral de fachada. La iluminación cenital es una excelente estrategia para lograr una mejor penetración de la luz en edificios de plantas profundas, mediante la introducción de más luz por medio de claraboyas, lucernarios, cúpulas u otros tipos de elementos. Los estudios demuestran que la iluminación cenital proporciona un excelente rendimiento de la luz del día, ya que, por lo general evita la luz directa del sol y los posibles focos asociados al deslumbramiento de las ventanas laterales, más aún si se combina con algún tipo de protección solar. Las aberturas de fachada lateral y las aberturas cenitales tienen un comportamiento radicalmente opuesto en cuanto a la penetración de la luz en los distintos momentos del año. (CITECUBB, 2012).

Complementado a las ya mencionadas estrategias de diseño y estrategias de captación, se suman estrategias de transmisión.

Transmitir consiste en favorecer la penetración de la luz al interior del espacio, a través de los elementos arquitectónicos, la geometría y las estrategias de iluminación. (CITECUBB, 2012).

Para poder transmitir la luz natural dentro de un edificio se debe considerar las diversas características de las aberturas (vanos) tales como posición, tamaño, forma, y materiales.

Teniendo en cuenta que uno de los principales elementos de transmisión de luz en las edificaciones actuales es la ventana, la cual permite, iluminar, ventilar, y obviamente obtener ganancias de energía solar, logrando así las condiciones para poder lograr el confort lumínico deseado en los espacios a utilizar. (Ver anexo N° 2)

Diseño de aberturas: Para el diseño de la ventana también se tomará en cuenta el diseño del marco que esta poseerá, siendo un factor fundamental en la incidencia que poseerá el vano con respecto a la iluminación natural.

Por lo general los marcos reducen el área de superficie vidriada y pueden alterar la visión al exterior, y como consecuencia pueden disminuir la cantidad de luz recibida en el interior del recinto (Morales, 2014).

Orientación de vanos o aberturas: El diseño debe procurar optimizar la orientación de las plantas de los edificios para permitir, dentro de las posibilidades de los terrenos, el acceso de la luz natural a la mayoría de los espacios (Pattini, 2000).

En general, si consideramos las orientaciones debemos saber que la luz natural es máxima sobre la fachada Norte especialmente en invierno y las estaciones intermedias. Durante el verano es más fácil protegerse del sol ya que el sol tiene una mayor altura. Los espacios orientados al Este tienen el beneficio del sol de mañana, pero la radiación solar es difícil de dominar, los rayos son bajos en el horizonte. La orientación Oeste asegura una insolación directa en la tarde, las ventanas con esta orientación generan ganancias solares en los momentos en que el edificio ha sido utilizado durante gran parte de la jornada. (Morales,2014).

Por lo que generalmente, para instituciones educativas, se recomienda lograr una orientación de vanos de norte a sur, para evitar una insolación directa en los espacios utilizados por los alumnos, permitiendo así brindar un sentido de comodidad y conformidad al usuario en mención.

Se tiene que considerar además sistemas de distribución para lograr tener una iluminación adecuada dentro de la edificación.

La repartición de la luz representa un factor clave para asegurar una buena calidad de iluminación. Una distribución armónica de la luz en el interior de un edificio puede ser promovida a través de diferentes factores tales como: los elementos de distribución de luz, la repartición de las aberturas, las características de las superficies interiores y finalmente la organización del espacio interior. (CITECUBB, 2012).

Elementos de distribución de la luz: En la distribución interior de un edificio es importante considerar zonas de distribución luminosa que permitan repartir la luz natural hacia otros lugares del edificio. Existen elementos arquitectónicos que pueden ser incorporados desde el inicio del proyecto, algunos de ellos se describen a continuación: (Morales, 2014). (Ver anexo n° 4)

Repisas de luz: Las repisas son elementos generalmente colocadas horizontalmente en la ventana por encima del nivel de los ojos, las cuales se dividen en una sección superior y otra inferior. Estas permiten aumentar la iluminación en el fondo del recinto. Su función es reflejar la luz que incide sobre ella hacia la superficie del techo interior logrando una mayor penetración de la luz y una distribución más uniforme. Al mismo tiempo protegen las zonas inferiores próximas a la ventana contra la radiación solar directa proporcionando sombra en verano. (Morales, 2014).

Túneles solares: Son elementos que transportan la luz difusa del cielo desde la techumbre o fachada hacia un recinto profundo para incrementar los niveles de iluminación. Se producen múltiples reflexiones sobre las superficies reflejantes de su interior con la finalidad de intensificar la radiación solar incidente. (Morales, 2014).

Atrios: Permiten la distribución de la luz natural a otros espacios interiores contiguos a él que no tiene acceso a luz natural. Sus acabados interiores deben tener

un coeficiente de reflexión elevado para lograr una mayor distribución de la luz. Además, permiten evitar el deslumbramiento de los recintos adyacentes.

Es una configuración interesante para los edificios muy grandes ubicados en zonas de alta densidad urbana. Estos pueden organizarse de manera central, integrada o lineal. (Morales, 2014).

Características de las superficies: La característica de las superficies interiores, su material, color y textura, influyen directamente en la reflexión y distribución de la luz.

Hay tres parámetros para describir los grados de reflexión de la luz de las superficies más comunes.

**Reflexión especular:** Permite ver la imagen exacta de la fuente. Las superficies brillantes reflejan una dispersión próxima al máximo en la dirección de reflexión especular, en aquellos materiales es interesante la manera en que estos ayudan a redirigir la luz y a transportarla a lugares donde se requieren importantes aportes de luz natural. Los espejos pueden caracterizarse mediante su coeficiente de reflexión especular.

**Reflexión difusa:** Permite difundir la luz de manera homogénea, más uniforme. Estos materiales son ideales para lugares de trabajo donde es importante mantener una iluminación constante, sin focos de deslumbramiento. Las superficies mate, tales como pinturas mate pueden ser descritas mediante su coeficiente de reflexión difusa.

**Reflexión difusora o dispersa:** Tenemos las superficies de baja y de alta dispersión. Las superficies de baja dispersión reflejan la luz de un modo más suave que los espejos; las superficies de alta dispersión permiten poco control de la reflexión de la luz, pero pueden proporcionar protección contra el deslumbramiento.

Además, se debe tener presente el índice de reflectancia de luz en los materiales y colores utilizados dentro de dichos espacios educativos, para así poder tener un control total de la cantidad de luz que puede existir y posteriormente distribuirse dentro del ambiente y evitar deslumbramientos por exceso de luz o la falta de iluminación.

A continuación se presenta un cuadro con índices estudiados por el IESNA en donde se describe el valor aplicado a cada material y color, teniendo como el valor máximo 1,00 ( el cual si sobrepasa genera deslumbramiento, como espejos ) y un valor mínimo de 0,07 el ya indica una casi nula distribución de la luz.

Tabla N°1.1.

Colores	Reflectancia	Materiales	Reflectancia
Blanco	0,70 - 0,85	Pintura blanca	0,65 - 0,75
Amarillo	0,50 - 0,75	Hormigón	0,25 - 0,50
Azul	0,40 - 0,55	Ladrillo claro	0,45 - 0,50
Verde	0,45 - 0,65	Ladrillo oscuro	0,30 - 0,40
Rojo	0,30 - 0,50	Mármol blanco	0,60 - 0,70
Granito	0,15 - 0,25	Madera	0,25 - 0,50
Marrón	0,30 - 0,40	Espejos	0,80 - 0,90
Gris oscuro	0,10 - 0,20	Acero pulido	0,50 - 0,65
Negro	0,03 - 0,07	Vidrio reflectante	0,20 - 0,30
		Vidrio transparente	0,07 - 0,08

*Cuadro de reflexión según colores y materiales*

Fuente: Manual de eficiencia energética *CITECUBB*

Además de las estrategias ya mencionadas, se tiene que procurar proteger el ambiente del exceso de luz para evitar problemas en los registros visuales de los usuarios y que no presenten problemas en las actividades que realizan en dicho espacio.

Protegerse de la luz natural consiste en detener parcial o totalmente la radiación solar cuando ésta presenta características negativas para la utilización del espacio, evitando así el deslumbramiento y el sobrecalentamiento de los espacios interiores.

Una estrategia de protección solar pensada desde el inicio del proyecto puede ser fundamental para la formalización de la arquitectura, donde se puede utilizar elementos estáticos simples (voladizos o marquesinas), elementos móviles (celosías, persianas, cortinas) o dispositivos que combinan ambos elementos. (Morales, 2014).

Para poder generar estas protecciones solares debemos considerar la posición del sol, la incidencia que este tiene, la posición de la protección en relación con los vanos de la edificación y las longitudes que puede poseer para evitar un ingreso directo del sol y generar molestias en los usuarios.

Para esto tenemos dos tipos de protecciones solares para lograr generar el confort adecuado dentro de los espacios requeridos:

**Protección solar fija como aleros** Los Aleros horizontales exteriores fijos consisten en un plano horizontal sobre la ventana que permite en verano detener la radiación solar directa (cuando el sol está alto) y obtener las ganancias solares en invierno (cuando el sol está bajo). Estos tienen la ventaja de no bloquear la visión al exterior y la desventaja de generar una disminución permanente de la iluminación natural.

**Celosías:** Estos quebravista o celosías son enrejados de pequeños listones, generalmente de madera o hierro, que se colocan en las ventanas y otros huecos análogos para poder ver a través de ellos sin ser vistos. Su eficacia y efecto final

depende del tamaño, distanciamiento y orientación de las láminas que conforman el elemento de protección. Con ellos es posible limitar la penetración solar directa; desde el punto de vista térmico detienen la radiación solar antes de que alcance el vidrio, sin embargo, las ganancias solares son limitadas incluso en invierno. Hay que considerar además que reducen las vistas al exterior permanentemente.

Protección solar móvil, estas protecciones pueden ser adaptadas en función de la posición del sol y de las necesidades de los ocupantes. Su principal inconveniente es en relación con la manipulación y uso por parte de los ocupantes. Este tipo de protecciones, al estar cerradas, tienen una baja transmisión luminosa, sin embargo, al tenerlas inclinadas favorecen la distribución luminosa en el recinto. Éstas permiten disminuir el deslumbramiento cerca de la ventana y difunden la luz al interior del recinto, dentro de las protecciones más comunes tenemos el uso de persianas y/o cortinas.

Además, la presente investigación centra su estudio en tres (03) edificaciones, una de ellas ubicada en el ámbito local (Cajamarca), la cual es la institución educativa San Ramón, esta se estudió para analizar la correcta aplicación de las características de un sistema de iluminación natural y la reglamentación en una edificación Pública en nuestro medio, mientras que las otras dos edificaciones, están ubicadas en Lima (Escuela de artes visuales), la cual se escogió específicamente por estar ubicada dentro del ámbito local, cumpliendo así la normatividad nacional obligatoria y presentar el tipo de cielo nublado, el cual es común en el área geográfica en donde se implantará los resultados a un nuevo proyecto arquitectónico, además se analizará una edificación ubicada en Toronto (Branksome hall) la cual presenta similitudes considerables con las otras dos edificaciones en cuando a los tipos de cielo existentes y la cantidad de luz exterior que estos proveen a las edificaciones, además esta edificación hace uso de la reglamentación de la OPS para lograr un confort lumínico dentro de sus ambientes. Para poder medir de una manera efectiva el nivel de confort e iluminación que cada una de las edificaciones recibe a lo largo del horario escolar, se tuvo que utilizar el VELUX DAYLIGHT, el cual es un software especializado en Luminancia e iluminancia, arrojando valores precisos de cantidad y distribución de luz en ambientes y ubicaciones determinadas.

La investigación hecha se justificará en base a la amplia necesidad de espacios educativos confortables que presenta el medio local y nacional y al déficit de estudio de los temas de iluminación natural y confort lumínico en dichos ambientes, por lo que la presente tesis busca satisfacer esa necesidad y plantear un diseño de espacios educativos que logren el confort lumínico y permitan a los estudiantes el desarrollo adecuado de sus actividades.

Además la investigación se basa ampliamente en buscar e investigar las características de la iluminación natural en instituciones educativas logrando así brindar confort

lumínico en los espacios educativos para que los alumnos puedan desarrollar de una manera adecuada sus actividades dentro de los salones de clase, además se logrará reducir costos en energía eléctrica como un resultado en segundo plano.

Posteriormente esta tesis será usada y tomada como antecedente para futuras personas que busquen indagar temas de aprovechamiento de iluminación natural, de la misma forma servirá como base para arquitectos e ingenieros que deseen implantar, desarrollar y generar confort lumínico en distintos proyectos.

## **1.2 Formulación del problema:**

¿Cuáles son las características de un sistema de iluminación natural en espacios educativos de nivel secundario que generen confort lumínico para el diseño de una institución educativa en el sector Calispuquio-Cajamarca al año 2019?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general:**

Determinar las características de un sistema de iluminación natural en espacios educativos de nivel secundario que generan confort lumínico para el diseño de una institución educativa en el sector Calispuquio-Cajamarca al año 2019.

### **1.3.2 Objetivos Específicos:**

**O.1:** Conocer cuáles son las características de un sistema de iluminación natural que puedan ser aplicadas en edificaciones educativas.

**O.2:** Establecer cómo se logra el confort lumínico dentro de espacios educativos de tal manera que los alumnos realicen sus actividades sin inconvenientes.

**O.3:** Identificar, según el reglamento de la Organización Panamericana de la salud (OPS) y el Reglamento Nacional de edificaciones (Norma EM 110), el rango de luxes que generan confort lumínico en los espacios educativos.

**O.4:** Determinar cuáles de las características de iluminación natural favorecen en mejor medida la ganancia de confort lumínico dentro de las aulas de la institución educativa

**Objetivo de proyecto:** Desarrollar un sistema de iluminación natural que genere confort lumínico en el diseño de aulas y laboratorios de nivel secundario de una Institución Educativa Ubicada en el sector Calispuquio-Cajamarca.

## 1.4 Hipótesis

### 1.4.1 Hipótesis general

Los espacios educativos de nivel secundario, como aulas, laboratorios o espacios polifuncionales que presenten características de un sistema de iluminación natural tales como distribución, captación, transmisión y protección, generan confort lumínico.

### 1.4.2 Hipótesis específicas

**H.e 1:** Las características de un sistema de iluminación natural que pueden ser aplicadas en una institución educativa son Captación, Transmisión, distribución y protección.

**H.e 2:** El confort lumínico dentro de espacios educativos se logra mediante la aplicación de cada una de las características de iluminación natural en los sistemas empleados en la edificación.

**H.e 3:** El rango de luxes que permite el confort lumínico dentro de ambientes educativos es de 500 a 800 luxes.

**H.e 4:** Las Características de Captación y transmisión, son fundamentales para lograr confort lumínico, si está presentan limitantes se hará uso de distribución y protección de luz.

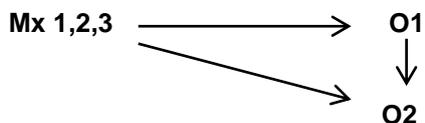
**H. De proyecto:** En base a las características de iluminación natural se logrará desarrollar un diseño de espacios educativos que logren brindar confort lumínico para que los alumnos puedan desarrollar de manera adecuada sus actividades.

## CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

a. **Transversal:** diseño de investigación transversal de carácter causal, no experimental.

Se formaliza de la siguiente manera:



Dónde:

Mx = El objeto de estudio arquitectónico.

X1 = Análisis de caso 1

X2 = Análisis de caso 2

X3= Análisis de caso 3

O1 = Observación de la variable 1: sistemas de iluminación natural.

O2 = Observación de la variable 2: Confort lumínico en espacios educativos.

#### 2.1.1.1 Valorización de la variable: sistemas de iluminación natural:

Una vez estudiadas las fichas documentales y las fichas de análisis de casos enfocados a la variable de las características de un sistema de iluminación natural, se puede generar una calificación para poder identificar cuáles son las correctas características y de qué manera aplicarlas. (Ver anexo nº 15)

#### 2.1.1.2 Valorización de la variable Dependiente: confort lumínico

Analizadas las fichas documentales relacionadas con el confort lumínico, se pudo llegar a desarrollar una matriz de valoración para poder definir estándares entre los valores correctos para lograr dicho confort y lo que no. (Ver anexo nº 16)

Debido al déficit de información relacionada a la iluminación natural en espacios educativos en el reglamento nacional de edificaciones, se tomará como valores a cumplir, los estándares dados por la reglamentación de la organización panamericana de salud, la cual hizo un estudio detallado de la influencia de iluminación natural en espacios educativos y la cantidad de iluminación que estos necesitarán.

Así mismo cabe resaltar que igual se tomarán los datos referidos por el RNE, como la cantidad mínima de iluminación a cumplir dentro de dichos espacios.

Se pudo contrastar las tablas de requerimientos lumínicos con la programación arquitectónica a estudiarse la cual nos dará la información de las actividades que se realizan en el ambiente e identificar las exigencias visuales en cada área de estudio.

Tabla N° 2.2:

*Cuadro de luxes necesarios según reglamentación nacional e internacional.*

Actividades	Según RNE	Según OPS	Exigencia visual
	Luxes	Luxes	
Dibujo y Pintura	500	1000	Muy alta
Dibujo en tablero	500	500/1000	Muy alta
Lab. De Cómputo	500		Alta
Aulas teóricas	250	850	Alta
Salas de lectura	500	700	Alta

Fuente: *Elaboración propia en base al Rne y el reglamento de la Ops*

Teniendo en cuenta los valores ya explicados y analizados de las dos reglamentaciones, se realizó una tabla de estándares lumínicos para establecer que cantidades de luz son buenas, regulares y malas dentro de los espacios educativos.

Tabla N° 2.3:

*Cuadro de valoración de luxes en espacios educativos*

Confort	Nulo 1	Medio 2	Alto 3
Luz	Menor a 250 luxes	Entre 251 y 699 luxes	700 luxes a 850 luxes /1000 luxes en talleres

Fuente: *Elaboración propia en base a reglamentos*

### 2.1.1.3 Contraste de variables:

Posteriormente se procederá a la comparación entre los dos resultados mediante una matriz, teniendo en cuenta las valorizaciones, para así, luego, aplicarlas a modo de lineamientos en una nueva propuesta arquitectónica.

## 2.2 Presentación de Muestra

A continuación, se detallará el análisis de las tres edificaciones que aplican de forma adecuada y óptima las características y los correctos principios de una iluminación natural, las cuales servirán en demasía para llegar a conclusiones determinantes para aplicar a la posterior propuesta de proyecto arquitectónico.

Se escogió las edificaciones en base a un criterio de similitud entre ellas, tomando en cuenta emplazamientos, orientaciones y uso de reglamentaciones.

Se estudió un caso internacional que presenta similitud en cuanto al tipo de cielo que se presenta en el ámbito local, además se adapta a la normativa de la OPS, lo cual favorece al estudio completo del confort logrado en dicha edificación, además se tomó como casos a dos edificaciones peruanas, una ubicada en Lima y la otra en Cajamarca

(Lugar donde se presentará el nuevo proyecto de la presente tesis), la cuales comparten el uso de reglamentaciones y presentan variedades de cielos (Propios del medio geográfico en donde se encuentran) que ayudarán al investigador a tener datos más concisos de cada uno de los tres tipos de cielos existentes.

Tabla N°2.4:

*Cuadro de datos de análisis de casos 01: Branksome Hall*

Datos de análisis de casos	
Edificación	Branksome Hall
Diseño	
Arquitectos	MacLennan Millers
Área	6689 m2
Área Libre	45%
Años de construcción	2015
Número de pisos	3
Emplazamiento	
Ubicación	Toronto - Canadá
Clima	Caluroso
Tipo de cielo dominante	Despejado - Semi despejado
Orientación	Norte - Sur
Latitud	43.675.078
Longitud	-79.379.920
Espacios para analizar	
Espacio	Aulas teóricas
Descripción	
Edificación ubicada en Toronto Canadá, la cual fue seleccionada debido al tipo de cielo que se presenta geográficamente, ya que permite un estudio más detallado del comportamiento de la luz exterior a la edificación, además de estudiar las características usadas para la captación de la luz que tiene el edificio.	
	

Fuente: *Elaboración propia en base a datos de Brank Some Hall.*

Tabla N° 2.5:

Tabla de datos de análisis de casos02: Escuela de artes visuales.

Datos de análisis de casos	
Edificación	Escuela de artes visuales
Diseño	
Arquitectos	Barclays & Crousse
Área	2280 m2
Área Libre	45%
Años de construcción	2012
Número de pisos	3
Emplazamiento	
Ubicación	Lima - Perú
Clima	Caluroso
Tipo de cielo dominante	Nublado
Orientación	Este - Oeste
Latitud	-12.122.487
Longitud	-77.039.810
Espacios para analizar	
Espacio	Talleres
Descripción	
<p>El proyecto ubicado en Lima Perú, escogido debido al cielo nublado que posee, ya que presenta un comportamiento diferente a las otras edificación en cuanto al recojo de luz y supone un reto para el proyectista el poder captar la luz hacia los interiores de dicho proyecto, además de presentar un sistema de protección solar innovador en todas sus fachadas.</p>	
	

Fuente: *Elaboración propia en base a datos de la Escuela de Artes visuales.*

Tabla N° 2.6:

*Tabla de datos de análisis de casos*

Datos de análisis de casos	
Edificación	San Ramón
Diseño	
Arquitectos	MINEDU
Área	6256 m <sup>2</sup>
Área Libre	45%
Años de construcción	2010
Número de pisos	3
Emplazamiento	
Ubicación	Cajamarca - Perú
Clima	Templado
Tipo de cielo dominante	Semi despejado
Orientación	Norte - Sur
Latitud	-7.153.308
Longitud	-78.523.315
Espacios para analizar	
Espacio	Aulas - Laboratorios
Descripción	
Edificación escogida ya que se ubica en la misma ciudad donde se planteará el nuevo proyecto, teniendo así las mismas condicionantes de captación de luz, además se plantea el estudio de esta edificación ya que es una construcción relativamente nueva, edificada bajo los estándares de las reglamentaciones nacionales actuales.	
	

Fuente: *Elaborción propia en base a datos de San Ramón.*

## 2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.3.1 Para recolectar datos:

Se realizó un análisis de casos a edificaciones educativas con el fin de obtener información general como ubicación y geografía y algunas características de la infraestructura de ambos colegios.

Posteriormente, el autor diseñó y utilizó fichas de análisis de casos con el objeto de recolectar datos como:

Características de las aulas, ubicación y orientación, distribución de la luz dentro del ambiente, nivel de iluminación del ambiente por horas, deslumbramiento, tipos de cielo, estación del año, elementos de captación, transmisión, distribución, protección y comparación con los parámetros establecidos por reglamentos nacionales y extranjeros para generar confort visual en instituciones educativas.

Tabla N° 2.7:

*Cuadro “Técnica-instrumento-fuente”*

Técnica	Instrumento	Fuente de información
Recojo de datos de casos exitosos mediante fichas de análisis de casos.	Fichas de análisis de casos	OPS, MINEDU, manuales e investigaciones referentes a iluminación natural.

Fuente: *Elaboración propia.*

Mediante las fichas ya mencionadas se logró analizar el sistema de iluminación natural y los factores que influyen en estos en ambas instituciones educativas, teniendo resultados que ayudarán a plantear un nuevo proyecto enfocado al aprovechamiento de la iluminación natural para brindar un confort visual a los alumnos.

## 2.4 Método y procedimiento para analizar datos:

### 2.4.1 Definición de parámetros:

#### A. Parámetros de confort lumínico a analizar:

En base al análisis realizado en el marco teórico y las recomendaciones de Pattini y Serra se han tomado como parámetros y características a analizar dentro del confort visual los siguientes puntos:

- Iluminancia: cantidad de luz medida en luxes
- Luminancia: calidad de luz medida en la distribución de la misma en el ambiente, para esta medición se tomaron 4 puntos referenciales en donde se realizó la medición de luxes para obtener la calidad de distribución de la misma.
- Deslumbramiento: índice de probabilidad de deslumbramiento según materiales que posee el aula.

Para estos parámetros se tomaron mediciones realizadas tanto en campo como en aplicaciones digitales.

#### **2.4.2 Metodología de recolección de datos:**

Se analizó espacios educativos de las tres edificaciones tomando en cuenta distintos factores ya mencionados, una vez terminada la recolección de información se generó una matriz donde se introdujeron los datos de las fichas de análisis de casos y un cuadro estadístico en donde se obtuvo un porcentaje de confort de cada una de las edificaciones, posteriormente se realizó un cuadro comparativo entre las tres edificaciones para obtener los resultados y verificación.

#### **2.4.3 Condiciones Lumínicas en aulas:**

Se realizaron las mediciones de luminancia e iluminancia para determinar el confort que presentan las aulas de ambas edificaciones, además se realizó una comparación con los parámetros y limitaciones establecidas por la OPS.

#### **2.4.4 Mediciones digitales:**

Obtenido el análisis de datos de las características de iluminación natural (Primera variable), se pasará dicha información al programa llamado "VELUX DAYLIGHT", el cual hace uso de dicha investigación para lograr una simulación 3D precisa del ambiente estudiado y arroja datos más exactos en cuanto a la calidad y cantidad de iluminación que presenta el lugar, los cuales se compararán con los estándares requeridos por el reglamento de la OPS para verificar si logra o no el confort lumínico.

## CAPÍTULO 3 RESULTADOS

### 3.1 Estudio de Casos/Muestra

Se obtuvo valores en cuanto a iluminación en cada uno de los tipos de cielos presentados en las tres edificación estudiadas y se logró hacer un cuadro referencial de la cantidad de luxes.

Como se mencionó en la realidad problemática, se tiene que tener especial consideración en analizar el tipo de cielo que presenta cada edificación o que presenta el lugar donde se planteará un nuevo proyecto, ya que debido al tipo de cielo dominante podemos tener con exactitud la cantidad de luxes que se presentará en el exterior de la edificación, esto no da un primer paso para tener en cuenta si es necesario el uso de elementos de distribución para lograr una mayor iluminación o elementos de protección para controlar la luz.

Para la ciudad de Cajamarca se presentaron los siguientes valores, cabe mencionar también que el tipo de cielo predominante en la ciudad es en semi nublado o semi despejado:

Tabla N° 3.8:

*Cuadro de luxes y valores referenciales en el cielo Cajamarquino.*

Tipo de cielo	Luxes	
	Mínimo	Máximo
Nublado	899	130000
Semi nublado	60000	Sin datos
Despejado	80000	Sin datos

Fuente: *Elaboración propia en base a lo requerido por el reglamento de la OPS*

#### 3.1.1 Resultados de variable independiente: Características de un sistema de iluminación natural

##### 3.1.1.1 Resultados de análisis de casos

Se mostrarán las características de un sistema de iluminación natural aplicadas para lograr el confort lumínico en espacios educativos mediante el análisis de fichas de casos.

#### **Fichas de análisis de casos de características de un sistema de iluminación natural:**

Las fichas se aplicaron a tres (03) casos arquitectónicos en diferentes locaciones, tanto locales, nacionales e internacionales, en donde se evalúan las diversas características de un sistema de iluminación natural como la captación, la

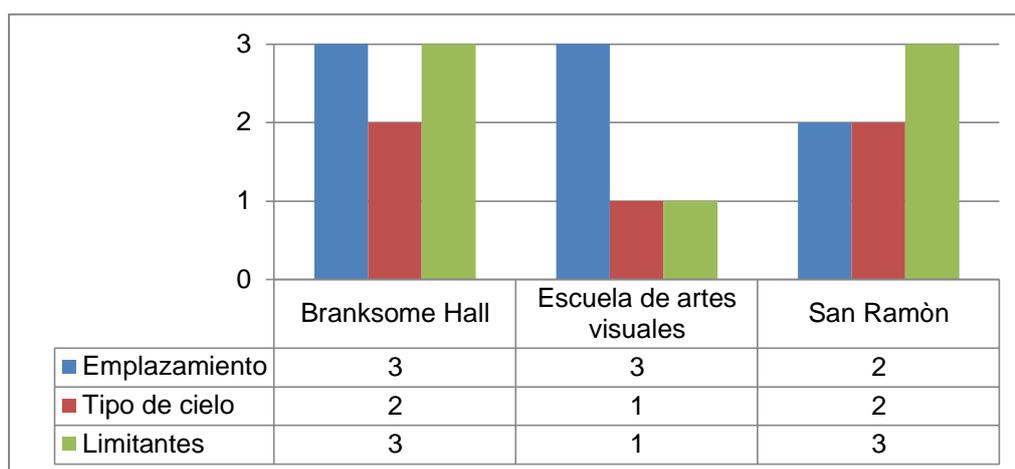
transmisión, la distribución y la protección en los espacios educativos de dichas edificaciones y arrojaron los siguientes resultados:

### A). Captación:

Los resultados de los análisis correspondientes para dicha característica indican que la edificación Branksome Hall obtiene el mayor puntaje debido a que presenta correctas características de Captación, Además de encontrarse con un tipo de cielo que beneficia a obtener la mayor cantidad de luz natural, la edificación se plantea un emplazamiento tal que permite un correcto asoleamiento Norte-Sur, lo que genera que los espacios obtengan gran cantidad de iluminación natural y la luz solar ingrese de manera indirecta a las aulas evitando así el deslumbramiento dentro de ellas, así mismo, la edificación logra generar retiros hacia los lotes colindantes, y ubicando las aulas hacia el centro de la edificación acompañados de grandes patios, lo que supone que la edificación no presenta limitantes de luz ni edificios que generan demasiada sombra. Los resultados se organizan en el siguiente gráfico. (Ver anexo N° 5)

Figura N° 3.1

*Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión captación.*



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

Dónde se aplica la siguiente valoración para calificar, comparar y analizar cuál es la edificación que mejor uso de las características del sistema de iluminación natural hace:

Tabla N°3.9.

*Cuadro de puntuación en análisis.*

Valoración	Puntaje
Bueno	3 Puntos
Regular	2 Puntos
Malo	1 Punto

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

## **b). Transmisión:**

### **b.1. Branksome Hall:**

La edificación ubicada en Toronto Presenta ambos tipos de iluminación utilizados en sus instalaciones (Cenital y lateral) Logrado la combinación de ambas por medio de ventanas laterales para las aulas teóricas y combinando ventanas y atrios para pasillos y laboratorios, de esta forma la edificación logra una mejor transmisión de luz.

### **b.2. Escuela de artes visuales:**

La edificación que se ubica en Lima, hace el uso predominante de vanos laterales con altura piso techo para lograr una mejor captación y distribución de la luz a los talleres y aulas de la institución, además, hacia los patios (zonas de servicio y pasillos) utiliza lozas y balcones de acero con malla metálica a modo de losa, lo que permite el paso de la luz natural hacia los interiores de los mismos, lo que no afecta a las aulas pero permite una mejor calidad de iluminación en espacios de servicio.

### **b.3. Colegio San Ramón:**

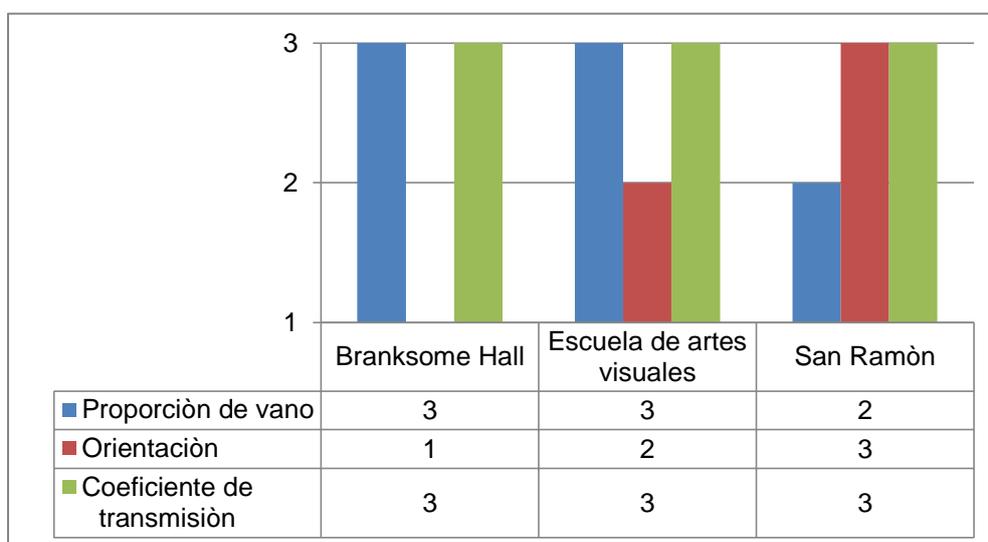
El colegio san Ramón solo hace uso de un tipo de sistema de iluminación, El lateral, el cual está representado por ventanas laterales que varían en cantidad de acuerdo al espacio en donde es utilizado.

Entonces en base al análisis de los tipos de iluminación que perciben cada una de las instituciones se pudo hacer un análisis detallado de la transmisión de luz que cada uno de estos edificios tiene, llegando a resultados como que las edificaciones de la Escuela de artes visuales y el Colegio San ramón obtienen el puntaje más alto debido a que a escuela de artes llega a tener la mejor proporción y tamaño de vanos para realizar la trasmisión de la luz natural y el

coeficiente de transmisión luminosa llega a ser el más alto debido al tipo de vidrio que utiliza y al diseño de sus vanos, pero la orientación con la que cuentan sus vanos es de sureste a noroeste, la cual no es la orientación correcta de vanos porque en horas entre las 11 a.m y 12 del mediodía, puede generar el ingreso directo de luz solar , por lo que era necesario el uso de parasoles, mientras que el colegio San Ramón obtiene el puntaje debido a que la orientación de sus vanos es la correcta, de norte a sur, evitando así el ingreso directo de la luz solar a las aulas, aunque el tamaño y la proporción de sus vanos se acopla al tamaño mínimo requerido por el RNE, el coeficiente de transmisión luminosa es el suficiente para brindar cantidades apropiadas de luz a los espacios en mención, a continuación se muestra un gráfico resumen con los puntajes por edificaciones. (Ver anexo N° 6 Y 7)

Figura N° 3.2

Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión Transmisión.



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

Tabla N° 3.9:

Cuadro de puntuación en análisis.

Valoración	Puntaje
Bueno	3 Puntos
Regular	2 Puntos
Malo	1 Punto

Fuente: *Elaboración propia*

### c). Distribución:

#### c.1. Branksome Hall:

La edificación presenta un elemento de distribución de luz clasificado por el organismo norteamericano IESNA como un atrio solar, el cual permite la distribución de luz a ambientes donde se presenten dobles alturas y zonas de servicio y algunos laboratorios, permitiendo así la correcta distribución de la luz a lo largo de todo el ambiente estudiado.

Mientras que las otras dos edificaciones estudiadas no presentan elementos de distribución de luz, por lo que no aplica este criterio al análisis de las mismas.

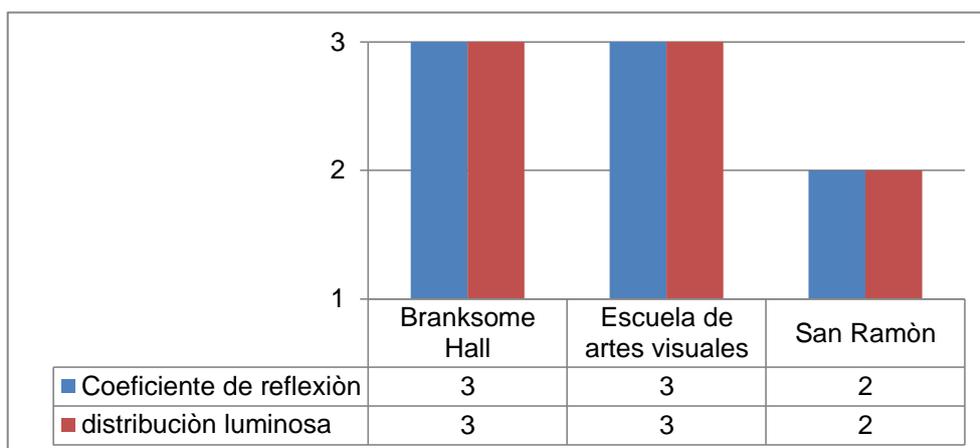
Los resultados obtenidos después de revisar los análisis de casos muestran que tanto la edificación Branksome hall como la escuela de artes visuales obtiene el puntaje más alto, debido a que ambas instituciones están construidos con materiales como acero, concreto y madera, y pintadas con colores dominantes como el blanco, lo que arroja un promedio de coeficiente de reflexión de 0.80, además presentan superficies lisas y uniformes lo que les arroja una reflexión especular, evitando el deslumbramiento y la incomodidad en el registro visual de los alumnos,

Además, ambos edificios presentan una distribución luminosa tal que superan o igualan los 800 luxes, lo cual está dentro del promedio recomendado por la organización Panamericana de salud para lograr el confort lumínico dentro de los espacios educativos.

En el siguiente gráfico se muestra la distribución de puntajes obtenidos por cada una de las instituciones.

Figura N° 3.3

*Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión Distribución.*



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N°3.9:

*Cuadro de puntuación en análisis.*

Valoración	Puntaje
Bueno	3 Puntos
Regular	2 Puntos
Malo	1 Punto

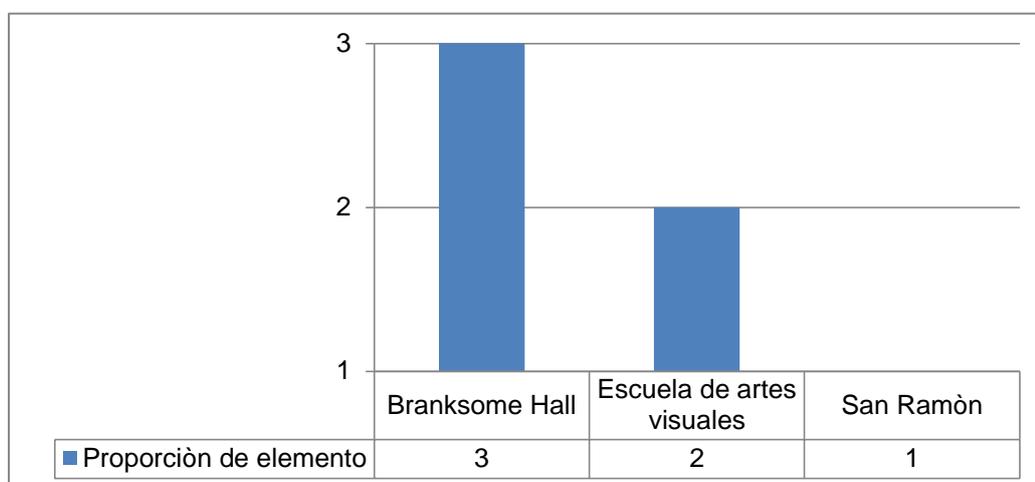
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

- **Protección:**

En cuanto al elemento de protección, la edificación de la escuela de artes visuales lleva el mayor puntaje debido a que presenta un sistema de protección de celosías, teniendo un tamaño y una proporción del 50% del área del espacio a proteger, además dichas celosías son móviles, lo cual permite una protección adecuada para diversas horas del día, principalmente las horas pasado el mediodía, en donde el sol empieza a descender a su punto más bajo y genera el ángulo más directo de luz solar, además se combina con los vanos piso-techo que tiene la edificación, evitando además el deslumbramiento dentro del aula y logrando confort lumínico en ella para realizar las actividades correspondientes a los espacios educativos. En el siguiente gráfico se muestra la distribución de puntajes para la característica de protección de la luz. (Ver anexo N° 8)

Figura N° 3.4.

*Gráficos de barras de puntuaciones para la dimensión Protección.*



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Dónde:

Tabla N° 3.9:

*Cuadro de puntuación en análisis.*

Valoración	Puntaje
Bueno	3 Puntos
Regular	2 Puntos
Malo	1 Punto

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### 3.1.2 Resultados de variable confort

A continuación se muestran los resultados de la variable de confort lumínico en base a las características de un sistema de iluminación natural en cada una de las 3 edificaciones estudiadas.

#### 3.1.2.1 Resultados de variable dependiente: Análisis de casos:

Fichas de análisis de casos para confort lumínico dentro de los espacios educativos:

Las fichas de análisis de casos fueron aplicadas a los 03 casos arquitectónicos analizados en la cual se dividirá por edificación: (Ver anexos N° 9, 10 Y 11)

#### **Caso 01: Branksome Hall**

En la edificación se hizo el análisis correspondiente de la cantidad de luz y distribución de la misma para verificar si el aula cuenta con las condiciones lumínicas para lograr el confort lumínico en sus espacios educativos, por esto se tomó como muestra un aula típica de la edificación, la cual cuenta con una orientación de vanos norte, y oeste, para el cual utiliza aleros a modo de protección solar, evitando así el deslumbramiento y la reflexión excesiva dentro de las aulas de la edificación.

### a). Aula teórica 01 – Tipología 01

#### Características de un sistema de iluminación natural:

El espacio cuenta con un solo tipo de sistema de iluminación natural: el sistema de iluminación bilateral, presentando así ventanas tipo piso techo en dos uros del ambiente.

Tabla N° 3.10:

*Resumen características de aula teórica 01, Caso 01*

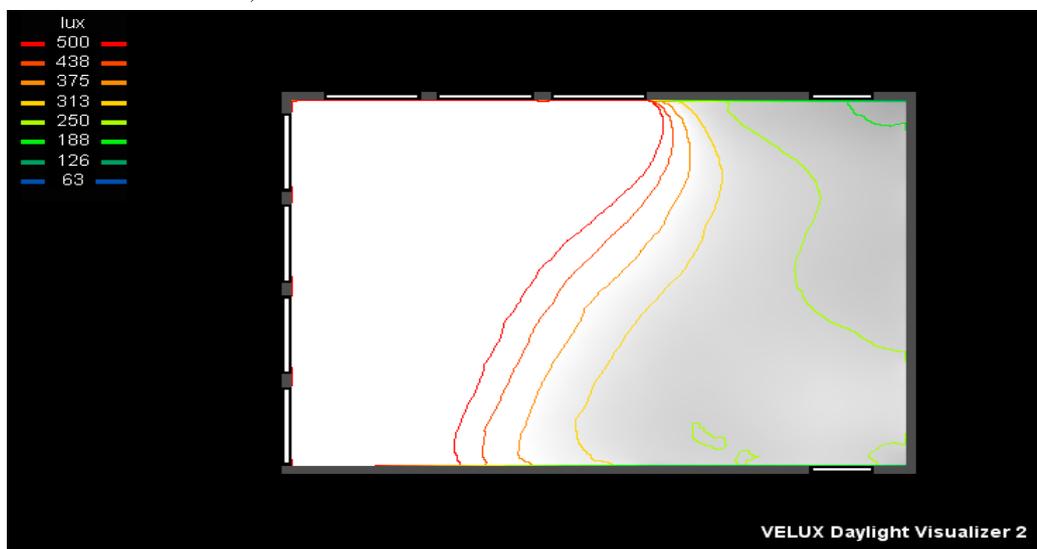
Tipo de aula	Taller de arte
Sistema lateral	Sistema Bilateral
Orientación	Norte - Oeste
Tipo de cielo	Semidespejado - Claro
Limitantes	No presenta
Material de vano	Vidrio y acero
Elementos de distribución	No presenta
Elementos de protección	Aleros

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta a continuación la planta del espacio a analizar mediante el programa VELUX Daylight, para el cual se tomaron los datos ya mencionados en la tabla n°2 (Cuadro de datos de análisis de casos), y el análisis exhaustivo de los vanos de dicho ambiente, para corroborar y medir la penetración de la luz y posteriormente tener un cálculo acertado del número de luxes y la cantidad de luxes/m2 que presenta dicha aula.

Figura N° 3.5.

*Planta de aula teórica 01, Caso 01.*



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°3.11.

*Análisis de vanos de la aula teórica 01.*

Número de vanos	Porcentaje de área de vano con respecto al ambiente
7	42 %
Penetración de luz en el ambiente	
Vanos Norte	5.25 ml
Vanos Oeste	5.25 ml

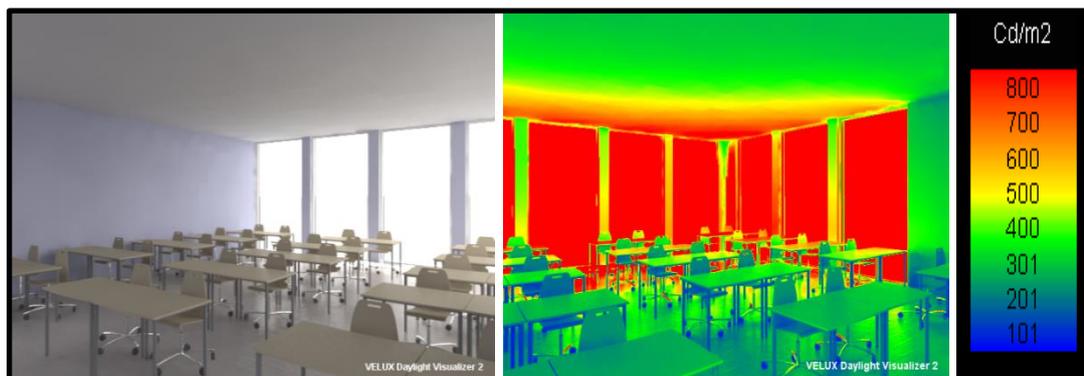
Fuente: *Elaboración propia. en base a los análisis de caso.*

Terminado el análisis de los vanos de la edificación, se puede obtener el resultado de que el ambiente cuenta con un porcentaje de vanos del 42% con respecto al área que iluminará, lo cual cumple con el requerimiento del IESNA, brindando así la cantidad de luz adecuada para brindar confort lumínico en el ambiente, además los vanos presentan un promedio de penetración de luz de 5.25 ml dentro del ambiente.

### Luminancia:

Figura N° 3.6

*Estudio de luminancia aula teórica 01, caso 01.*



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.12:

*Tabla de luminancia y comparación con la reglamentación.*

Naturaleza del trabajo	Luxes actuales	Luxes mínimos según OPS	Luxes mínimos según RNE	Exigencia visual	Requiera más iluminación	Aula 01 cumple luxes mínimos según OPS
Leer, estudiar, dibujar.	760	800 -500	250	Alta	SI	SI

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.13.

*Tabla de cantidad de luxes por hora en el ambiente.*

- **Cantidad de luxes en el aula en el horario escolar:**

Número de Luxes	Hora
459	7:00 am
514	8:00 am
583	9:00 am
626	10:00 am
672	11:00 am
737	12:00 pm
760	1:00 pm
739	2:00 pm

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

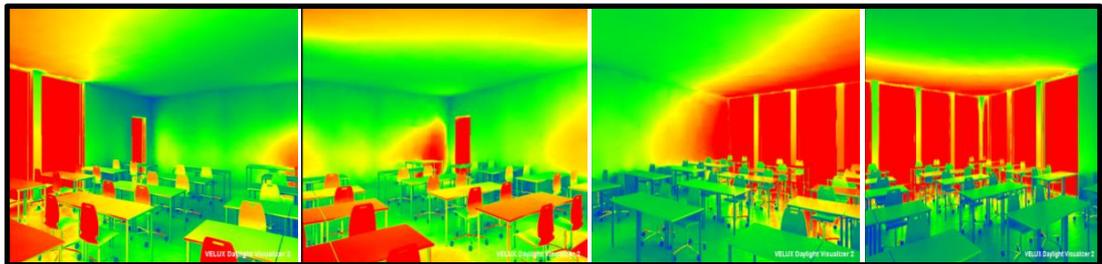
Luego del análisis del ambiente, se pudo determinar que el aula presenta un promedio de 760 luxes durante el horario diurno, o cual cumple con las especificaciones requeridas por los reglamentos internacionales para lograr el confort del ambiente.

**Iluminancia:**

Se realizó un análisis detallado del ambiente para calcular la cantidad de luxes/m<sup>2</sup> en promedio y se decidió, de igual manera, analizar los 4 vértices del aula para poder medir la cantidad de luz en cada uno de los puntos más distantes del espacio, logrando una mejor calidad de verificación y obteniendo, así, los siguientes resultados:

Figura N° 3.7.

*Distribución en luz en vértices del aula.*



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

Tabla N°3.14.

*Tabla de distribución de luz en relación al confort.*

Punto de distribución	Luxes	Adecuado	confort
Punto 1	672	SI	SI
Punto 2	625	SI	
Punto 3	747	SI	
Punto 4	793	SI	

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

#### **Deslumbramiento:**

Se obtuvo el coeficiente de deslumbramiento de los materiales mediante el cuadro del coeficiente de reflexión establecido por el IESNA, para así verificar si existe confort o deslumbramiento dentro del aula.

Tabla N° 3.15.

*Tabla de deslumbramiento por materiales.*

Aula 1	Materiales	Coeficiente de reflexión	Confort	
			SI	NO
Material	Concreto	0,50	X	
	Madera	0,50	X	
Color	Blanco	0,85	X	
	Azul	0,55	X	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

#### **Caso 02: Escuela de artes visuales**

El análisis corresponde a la edificación de la Escuela de artes visuales en Lima. Cabe resaltar que las aulas de la edificación muestran dos tipologías de orientación, tamaño y cantidad de vanos, teniendo la tipología 01 con orientación Noreste suroeste, con vanos laterales ubicados en dos paredes, teniendo un tipo de iluminación bilateral, mientras que la tipología 02 presenta una orientación Norte sur, presentando vanos en solo uno de sus muros teniendo un tipo de iluminación lateral unilateral, por lo que se modelará ambas tipologías de aulas y se simulará la iluminación que estas presentan para lograr un confort lumínico.

##### **a). Taller 01 – Tipología 01**

#### **Características de un sistema de iluminación natural:**

El espacio cuenta con un solo tipo de sistema de iluminación natural: el sistema de iluminación unilateral, el cual presenta una ventana acristalada en una de las paredes del aula.

Tabla N°3.16.

*Resumen características de aula teórica 01, Caso 01*

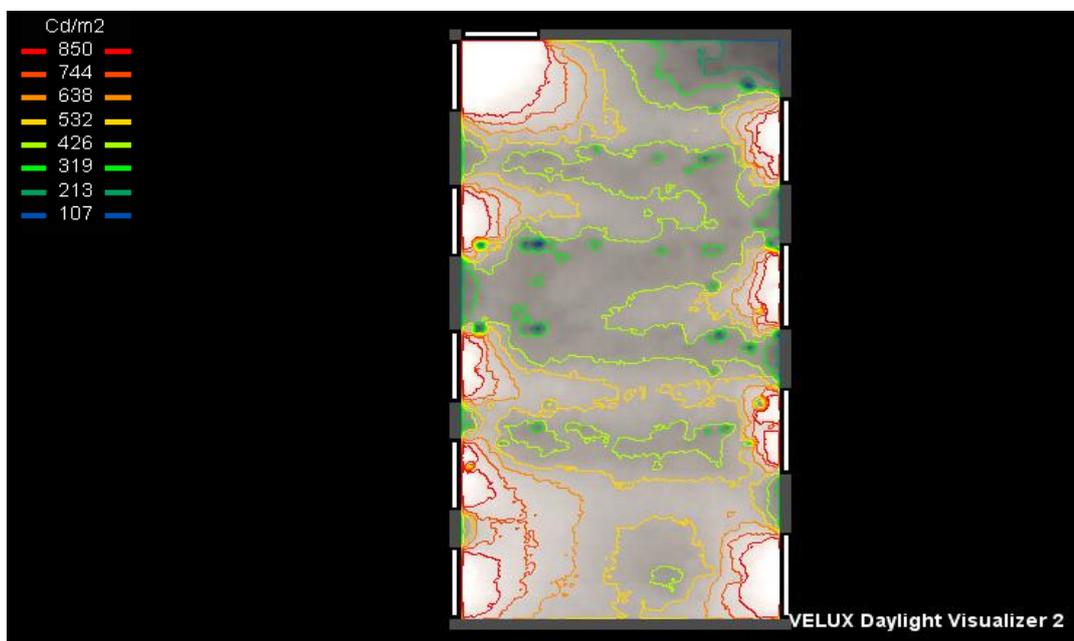
Tipo de aula	Taller de arte
Sistema lateral	Sistema Bilateral
Orientación	Noreste - Suroeste
Tipo de cielo	Nublado o cubierto
Limitantes	El ambiente no presenta debido a la orientación
Material de vano	Vidrio y acero
Elementos de distribución	No presenta
Elementos de protección	Parasoles móviles

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Al igual que en el anterior caso, se procedió a analizar los vanos del aula y la penetración de la luz para poder obtener un cálculo preciso de la cantidad de luxes que presenta el ambiente y verificar si existe confort lumínico dentro del mismo.

Figura N° 3.8

*Planta de aula teórica 01, Caso 02.*



Fuente: *Elaboración propia*

Tabla N° 3.17.

Porcentaje de área de vano aula teórica 01 caso 02.

Número de vanos	Porcentaje de área de vano con respecto al ambiente
8	56 %
Penetración de luz en el ambiente	
Vanos Noroeste	5.25 ml
Vanos Sureste	5.25 ml

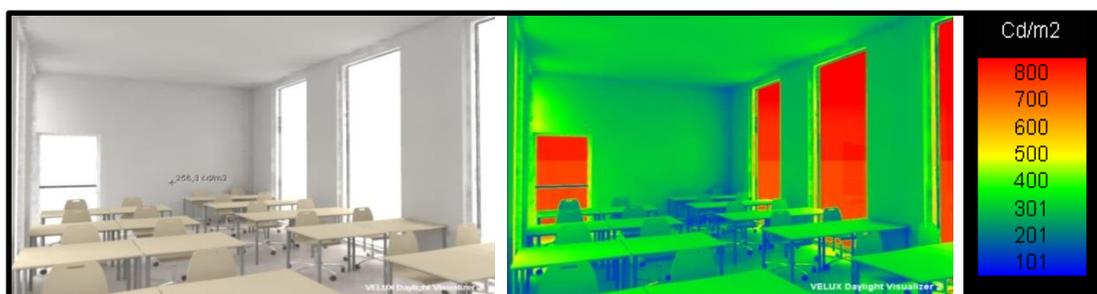
Fuente: *Elaboración propia*

Terminado el análisis de los vanos de las aulas de la edificación se pudo obtener el resultado de que las ventanas ocupan un total de un 56% del área del ambiente a iluminar y obteniendo un promedio de penetración de luz de 5.25 ml, lo cual está en el rango del porcentaje optimo requerido por el IESNA.

### Luminancia:

Figura N° 3.9

Estudio de iluminación en el aula teórica 01 , Caso 02.



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.18.

Tabla de cantidad de luz comparada con la reglamentación. Caso 02.

Naturaleza del trabajo	Luxes actuales	Luxes mínimos según OPS	Luxes mínimos según RNE	Exigencia visual	Requiera más iluminación	Taller 01 cumple luxes mínimos según OPS
Esculpir, dibujar.	744	800 -500	250	Alta	SI	SI

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

- **Cantidad de luxes en el aula en el horario escolar:**

Tabla N° 3.19.

*Tabla de cantidad de luxes por horas en el aula. Caso 02*

Número de Luxes	Hora
435	7:00 am
498	8:00 am
539	9:00 am
590	10:00 am
641	11:00 am
724	12:00 pm
763	1:00 pm
729	2:00 pm

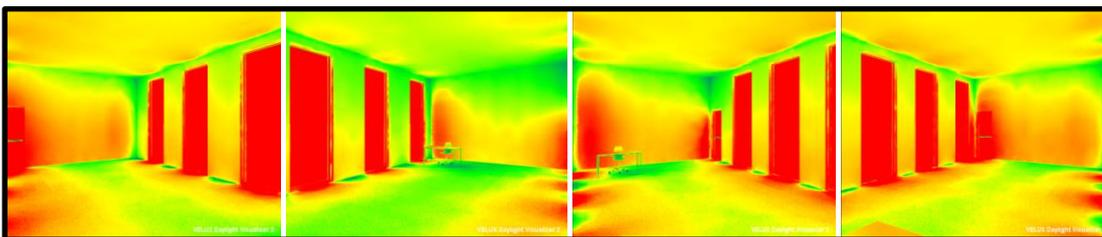
Fuente: *Elaboración propia. en base a los análisis de casos.*

**Iluminancia:**

Realizado el análisis de la luminancia, se prosiguió a trabajar el análisis de la distribución de luz en cada uno de los vértices de los ambientes para poder tener cual es la cantidad de luxes/m<sup>2</sup> que posee el aula y si este cumple con los requisitos de las reglamentaciones.

Figura N° 3.10

*Distribución en luz en vértices del aula..*



Fuente: *Elaboración propia. en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.20.

*Tabla de distribución de luz en relación a confort. Aula 01 Caso 02*

Punto de distribución	Luxes	Adecuado	confort
Punto 1	692	SI	SI
Punto 2	703	SI	
Punto 3	746	SI	
Punto 4	753	SI	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### Deslumbramiento:

Tabla N° 3.21.

Tabla de índice de deslumbramiento Taller 01. Caso 02

Aula 1	Materiales	Coeficiente de reflexion	Confort	
			Si	No
Material	Concreto	0,50	X	
	Madera	0,50	X	
Color	Blanco	0,85	X	
	Azul	0,55	X	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

#### a). Taller 02 – Tipología 02

##### Características de un sistema de iluminación natural:

El aula en mención se presenta con una orientación de Norte a Sur, presentando ventanas solo e uno de sus muros, haciendo que el tipo de iluminación sea de un tipo unilateral, además las medidas del taller son menores que las de la tipología 01, teniendo así un área de 50 m2 aprox.

Tabla N° 3.22.

Tabla de características de Taller 02. Caso 02

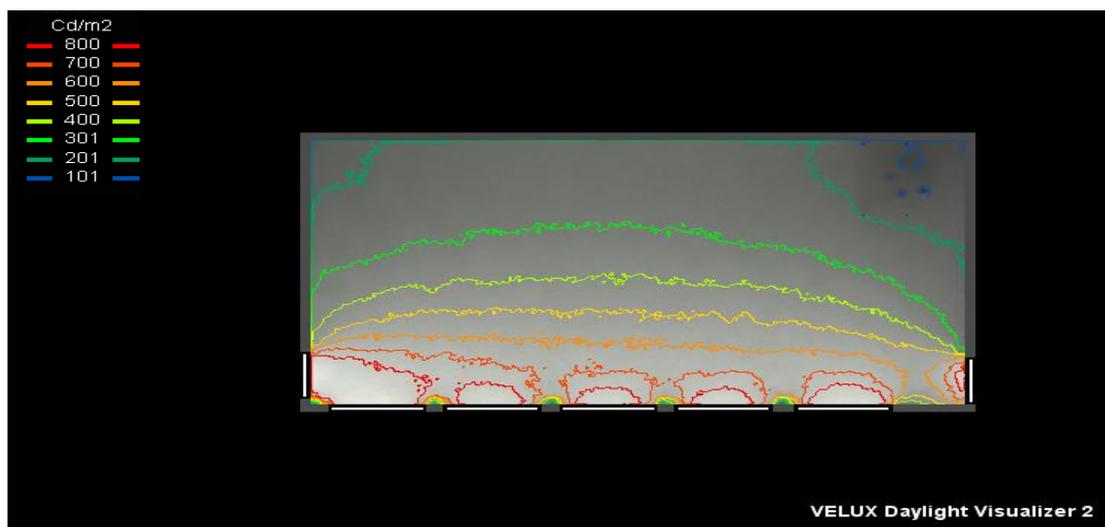
Tipo de aula	Taller de arte
Sistema lateral	Sistema Bilateral
Orientación	Norte-Sur
Tipo de cielo	Nublado o cubierto
Limitantes	Presenta sombras debido al limitante ubicado en la fachada sur, un edificio
Material de vano	Vidrio y acero
Elementos de distribución	No presenta
Elementos de protección	Parasoles móviles

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Realizados los datos, se hizo la simulación del ambiente con el software ya mencionado para obtener los datos relevantes para la investigación, por lo que se procedió a analizar tanto la planta como los vanos del ambiente, obteniendo los siguientes resultados:

Figura N° 3.11

Planta de aula teórica 02, Caso 02.



Fuente: Elaboración propia. en base a los análisis de casos

Tabla N° 3.23.

Tabla de porcentaje de área de vano aula 02. Caso 02.

Número de vanos	Porcentaje de área de vano con respecto al ambiente
5	45%
Penetración de luz en el ambiente	
5.25 ml	

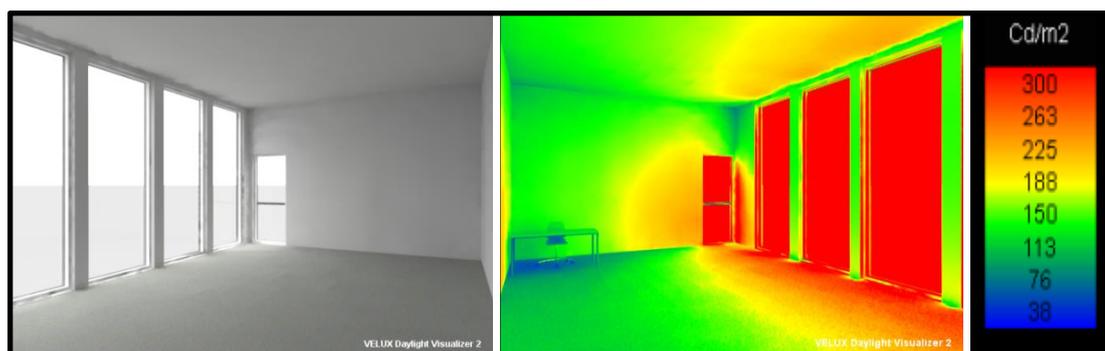
Fuente: Elaboración propia en base a los análisis de casos.

Terminado el análisis de los vanos de las aulas de la edificación se pudo obtener el resultado de que las ventanas ocupan un total de un 45% del área del ambiente a iluminar, lo cual está en el rango del porcentaje optimo requerido por el IESNA.

### Luminancia:

Figura N° 3.12

Estudio de luminancia aula 02, Caso 02.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 3.24.

Tabla de luminancia y comparación según reglamentación aula 02. Caso 02

Naturaleza del trabajo	Luxes actuales	Luxes mínimos según OPS	Luxes mínimos según RNE	Exigencia visual	Requiera más iluminación	Taller 02 cumple luxes mínimos según OPS
Esculpir, dibujar.	648	800 - 500	250	Alta	SI	SI

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### Cantidad de luxes en el aula en el horario escolar:

Tabla N°3.25.

Tabla de luminancia y cantidad de iluminación por horas aula 02. Caso 02

Número de Luxes	Hora
428	7:00 am
457	8:00 am
520	9:00 am
584	10:00 am
625	11:00 am
683	12:00 pm
692	1:00 pm
662	2:00 pm

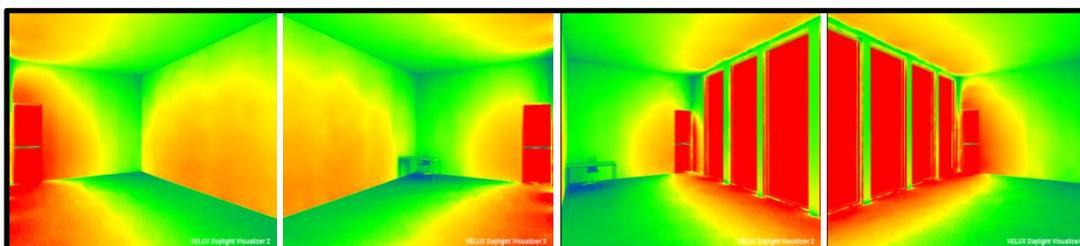
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### Iluminancia:

Luego de realizar el análisis completo de la distribución de luz en el ambiente, se obtiene el resultado de que esta aula presenta una distribución de luz mucho menor a la otra aula del mismo recinto logrando un rango aproximado de 640 luxes/m<sup>2</sup>, pero aun así, logra superar con creces el requisito mínimo impuesto por la reglamentación peruana.

Figura N° 3.13

Estudio de distribución de luz aula 02, Caso 02.



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

Tabla N° 3.26.

*Tabla de distribución de luz en vértices del aula 02. Caso 02*

Punto de distribución	Luxes	Adecuado	confort
Punto 1	593	SI	SI
Punto 2	586	SI	
Punto 3	673	SI	
Punto 4	687	SI	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### Deslumbramiento:

Tabla N° 3.27.

*Tabla de deslumbramiento en materiales del aula 02. Caso 02*

Aula 1	Materiales	Coeficiente de reflexion	Confort	
			Si	No
Material	Concreto	0,50	X	
	Madera	0,50	X	
Color	Blanco	0,85	X	
	Azul	0,55	X	

Fuente: *Elaboración Propia en base a los análisis de casos*

### Caso 03: San Ramón

El análisis se hizo en la edificación San Ramón de Cajamarca, tomando como muestra 2 aulas con diferentes orientaciones, las cuales servirán para medir el nivel de confort lumínico en dichas espacios con un sistema de iluminación con diferentes orientaciones.

La institución presenta un prototipo de aulas, las cuales cuentan con medidas y características iguales, la única diferencia es la orientación, debido a que se encuentran en bloques diferentes.

La importancia del diseño de cada una de las aulas se verá presenta mediante las simulaciones realizadas por software.

Las presentes simulaciones están basadas en una iluminación exterior de 65000 luxes, lo que representa un cielo semi despejado, el cual es el tipo de cielo predominante en la región de Cajamarca.

**a). Aula teórica n°1**

**Características de un sistema de iluminación natural:**

El aula cuenta con un solo tipo de sistema de iluminación natural: el sistema de iluminación bilateral, el cual presenta una ventana acristalada en una de las paredes del aula.

Tabla N° 3.28.

*Tabla de características de aula 01 caso 03*

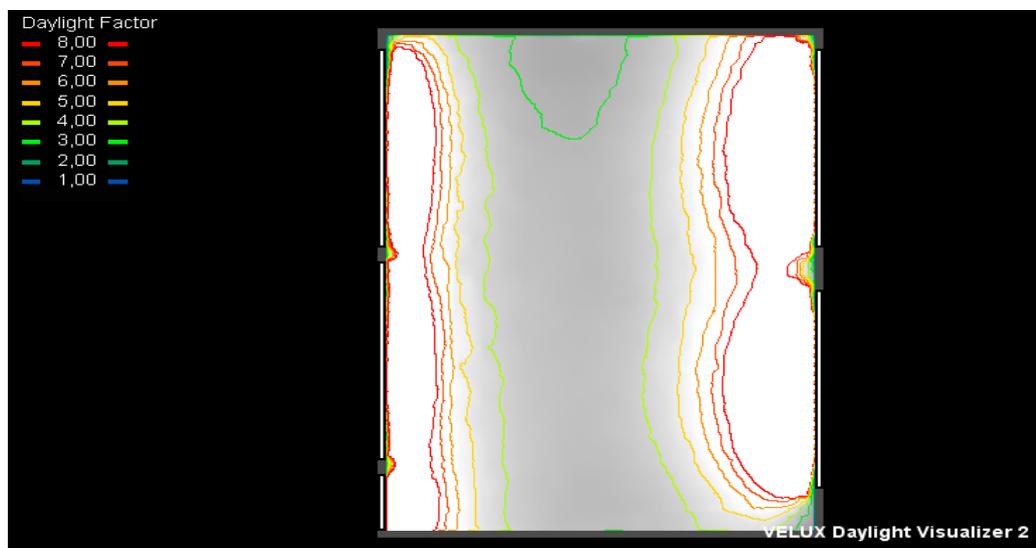
Tipo de aula	Aula teórica
Sistema lateral	Sistema Bilateral
Orientación	Norte-Sur
Tipo de cielo	Parcialmente despejado
Limitantes	No presenta
Material de vano	Vidrio y acero
Elementos de distribución	No presenta
Elementos de protección	No presenta

Fuente: *Elaboración propia. en base a los análisis de casos.*

El aula presenta la orientación apropiada para lograr el mejor tipo de iluminación, además presenta un sistema de vanos bilateral lo cual ayuda a la mejor distribución de la luz, a continuación se presenta los resultados del análisis de los vanos para verificar la cantidad de luz que ingresa en el ambiente.

Figura N 3.14.

*Planta de ambiente, aula 01 , Caso 03.*



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.29.

Área de vano del ambiente 01, caso 03

Número de vanos	Porcentaje de área de vano con respecto al ambiente
4	27%
<b>Penetración de luz en el ambiente</b>	
4.35 ml	

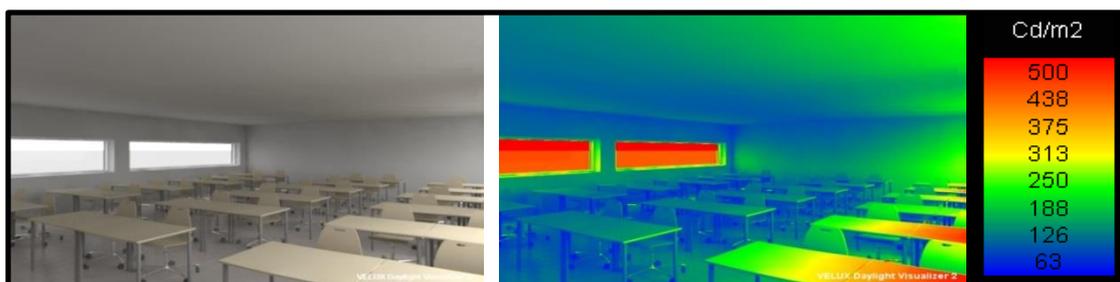
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Terminado el análisis de los vanos del aula, se concluyó que las cuatro ventanas laterales ocupan en total un porcentaje del 27% del área del ambiente a iluminar, lo que supera el 20% pedido por el reglamento nacional de edificaciones pero no cumple con los 40% requeridos por el reglamento internacional.

### Luminancia:

Figura N° 3.15

Estudio de luminancia, aula 01, Caso 03.



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.30.

Área de vano del ambiente 01, caso 03

Naturaleza del trabajo	Luxes actuales	Luxes mínimos según OPS	Luxes mínimos según RNE	Exigencia visual	Requiera más iluminación	Aula 01 cumple luxes mínimos según RNE
Leer, escribir, dibujar.	552	800	250	Alta	SI	SI

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Cantidad de luxes en el aula en el horario escolar:**

Tabla N° 3.31.

*Estudio de luminancia por horas en el ambiente .caso03*

Número de Luxes	Hora
433	7:00 am
458	8:00 am
495	9:00 am
538	10:00 am
548	11:00 am
562	12:00 pm
558	1:00 pm
532	2:00 pm

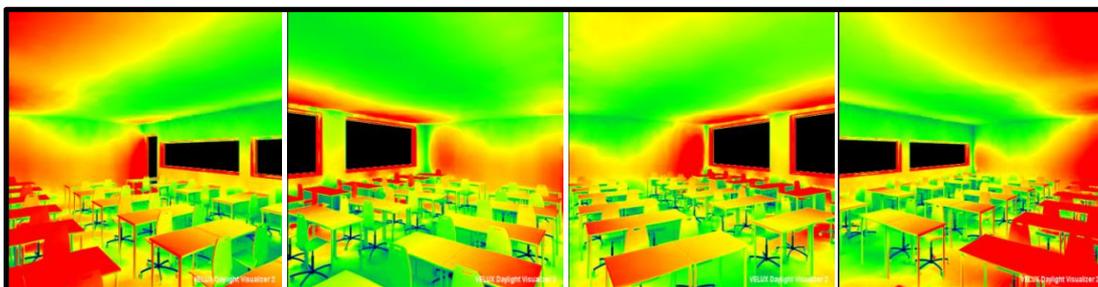
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

**Iluminancia:**

En cuanto a la distribución de luz, el aula presenta valores superiores a los 250 luxes requeridos por el reglamento nacional de edificaciones pero aún así, dista mucho de cumplir los 800 luxes requeridos por el reglamento internacional, lo que supone, que cumple la normativa pero no con la cantidad de luz óptima.

Figura N° 3.16

*Estudio de distribución de luz, aula 01 , Caso 03.*



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 3.32.

*Estudio de distribución de luz en vértices del ambiente .caso03*

Punto de distribución	Luxes	Adecuado	confort
Punto 1	575	SI	SI
Punto 2	520	SI	
Punto 3	539	SI	
Punto 4	573	SI	

Fuente: *Elaboración propia.*

### Deslumbramiento:

Tabla N° 3.33.

*Estudio de deslumbramiento en ambiente aula 01, caso 03*

Aula 1	Materiales	Coeficiente de reflexion	Confort	
			Si	No
Material	Concreto	0,50	X	
	Madera	0,50	X	
Color	Blanco	0,85	X	
	Azul	0,55	X	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

#### a). Aula teórica n°2

##### Características de un sistema de iluminación natural:

A continuación se presenta el análisis del aula teórica N° dos (02), la cual se diferencia del aula teórica N° 1 en la orientación que esta recibe, ya que está emplazada de sureste a noroeste, generando el ingreso directo del sol promediando 10:00 am y las 12:00.

Tabla N° 3.34.

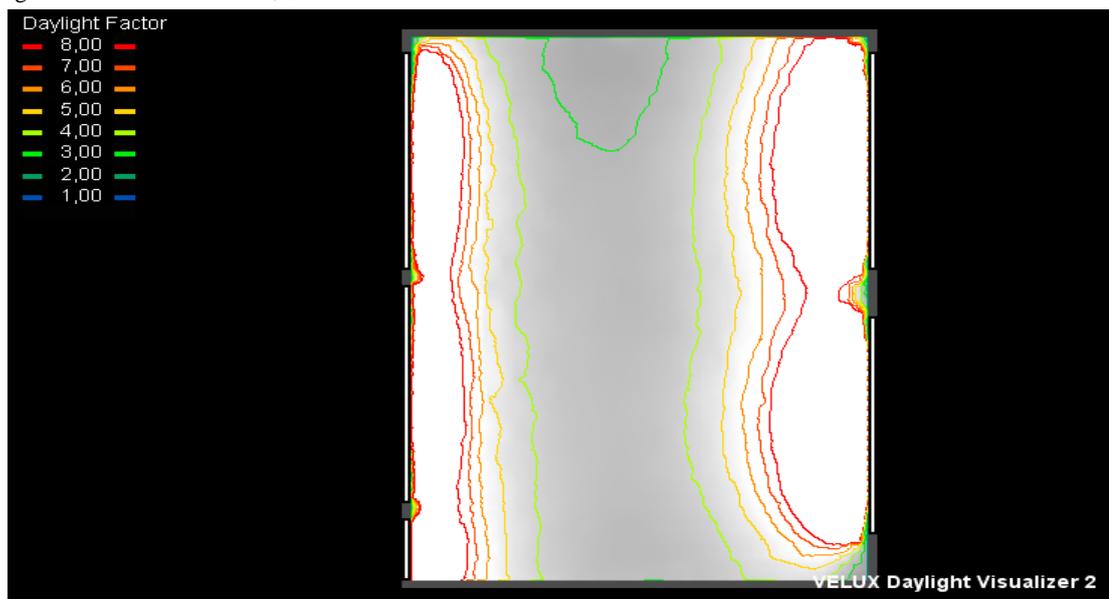
Tabla de *Características de ambiente 02, caso 03*

Tipo de aula	Aula teórica
Sistema lateral	Sistema Bilateral
Orientación	Sureste - Noroeste
Tipo de cielo	Parcialmente despejado
Limitantes	No presenta
Material de vano	Vidrio y acero
Elementos de distribución	No presenta
Elementos de protección	No presenta

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Al igual que con el aula anterior, se analizó cada vértice del aula para verificar la cantidad de luxes/m<sup>2</sup> que esta presenta y calcular si presenta la iluminación necesaria para lograr el confort lumínico dentro del espacio.

Figura 17. Plante de aula 02 , Caso 03.



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.35.

Proporción del vano de ambiente 02, caso 03

Número de vanos	Porcentaje de área de vano con respecto al ambiente
4	27%
<b>Penetración de luz en el ambiente</b>	
4.35 ml	

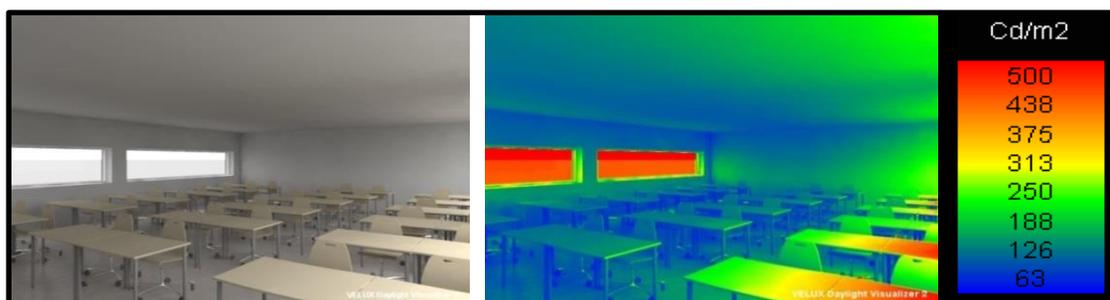
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Al igual que en la aula teórica N° 01, el ambiente presenta un porcentaje del 27% del área a iluminar, lo que cumple con lo mínimo requerido por el RNE, pero no cumple los estándares internacionales.

### Luminancia:

Figura N° 3.18

Estudio de luminancia de aula 02 , Caso 03.



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.36.

Tabla de luminancia y comparación con reglamentación de ambiente 02, caso 03

Naturaleza del trabajo	Luxes actuales	Luxes mínimos según ops	Luxes mínimos según RNE	Exigencia visual	Requiera más iluminación	Aula 02 cumple luxes mínimos según RNE
Leer, escribir.	732	800	250	Alta	SI	SI

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### Cantidad de luxes en el aula en el horario escolar:

Tabla N° 3.37.

Cantidad de luminancia por horas de ambiente 02, caso 03

Número de Luxes	Hora
537	7:00 am
583	8:00 am
626	9:00 am
685	10:00 am
723	11:00 am
744	12:00 pm
736	1:00 pm
694	2:00 pm

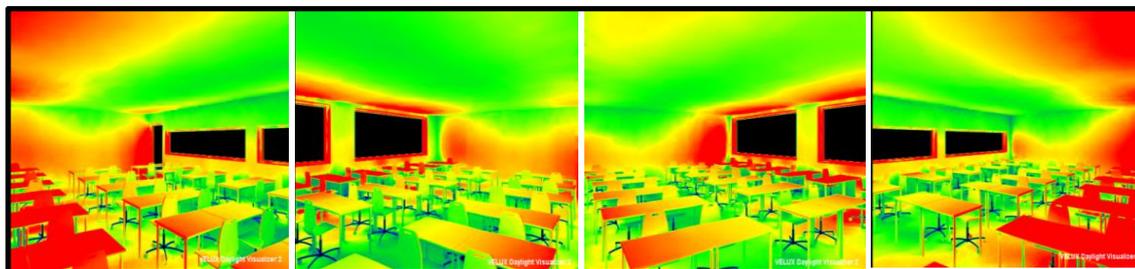
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### Iluminancia:

En cuanto a la distribución de luz, el aula presenta valores superiores a los 250 luxes requeridos por el reglamento nacional, incluso estando por encima del aula número 01, lo que se debe a la orientación de los vanos que permite un mayor ingreso de luz.

Figura N°3.19

Análisis de distribución de luz en el aula 02 caso 03.



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 3.38.

*Distribución de luz en los vértices de ambiente 02, caso 03*

Punto de distribución	Luxes	Adecuado	confort
Punto 1	757	SI	SI
Punto 2	637	SI	
Punto 3	696	SI	
Punto 4	716	SI	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

### **Deslumbramiento:**

Tabla N° 3.39.

*Análisis de deslumbramiento de ambiente 02, caso 03*

Aula 1	Materiales	Coeficiente de reflexion	Confort	
			Si	No
Material	Concreto	0,50	X	
	Madera	0,50	X	
Color	Blanco	0,85	X	
	Azul	0,55	X	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Terminados los análisis de los espacios educativos de cada una de las edificaciones estudiadas, se pudo obtener los siguientes resultados en cuanto a cada uno de los indicadores de confort:

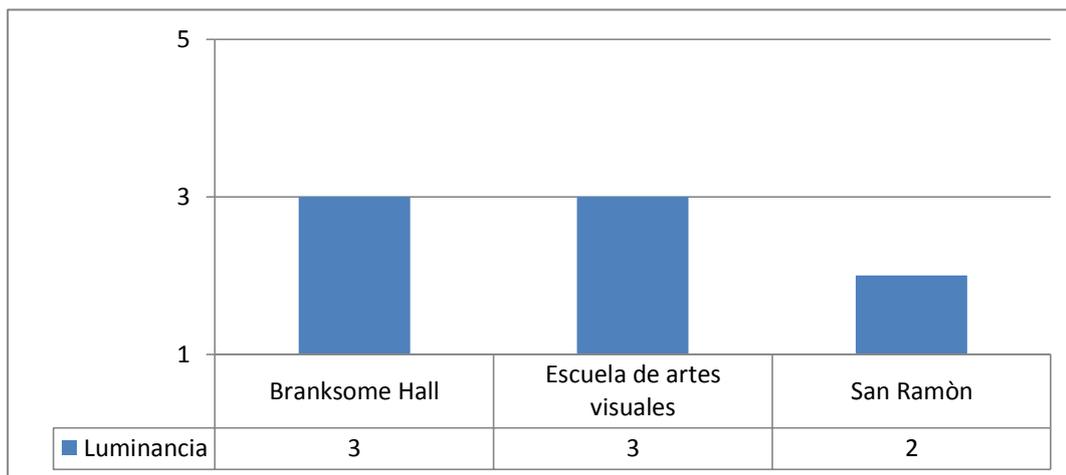
### **Luminancia:**

Dentro del indicador de luminancia, las edificaciones que resaltan son la Branksome Hall y la escuela de artes visuales, ya que ambas cuentan con un promedio superior los 750 luxes en sus aulas y ambientes académicos, lo que cumple con los parámetros óptimos de iluminación establecido por el reglamento de la Organización Panamericana de Salud logrando confort en dichos ambientes, mientras que la edificación San Ramón, cuenta con un promedio de 600 luxes, lo cual está por debajo del parámetro internacional pero cumple en demasía con el parámetro nacional.

En el siguiente gráfico se resume la puntuación de cada una de las edificaciones en referencia a la luminancia.

Figura N° 3.20

*Luminancia en cada uno de los casos*



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Dónde:

Tabla N° 3.9.

*Cuadro de puntuación en análisis.*

Valoración	Puntaje
Bueno	3 Puntos
Regular	2 Puntos
Malo	1 Punto

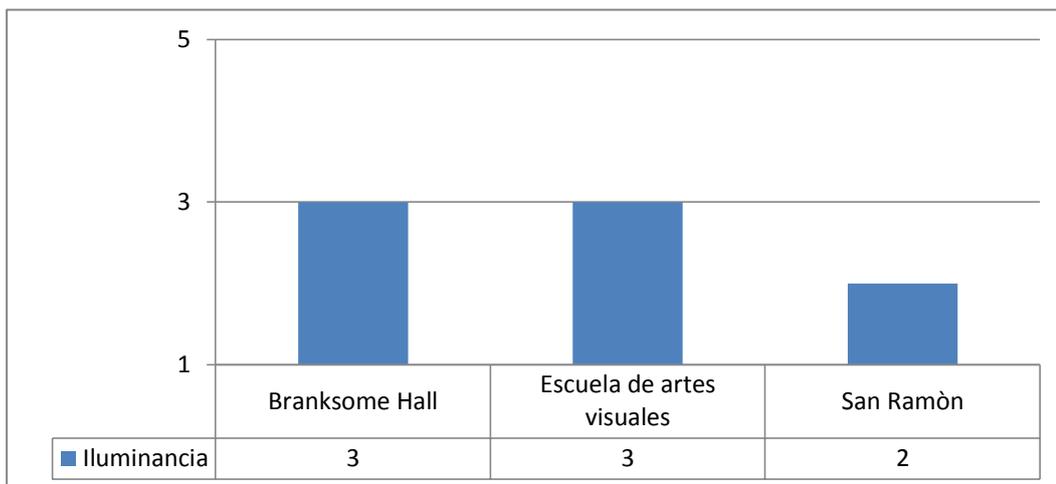
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos*

### **Iluminancia:**

Dentro del análisis de la iluminancia en los espacios educativos de las instituciones estudiadas, se pudo observar que tanto la edificación Branksome Hall como la Escuela de artes visuales, presentan una distribución que garantiza el confort lumínico dentro del ambiente, ya que los vanos son suficientemente amplios y orientados de una manera correcta logrando así que el caso 01 (Branksome Hall) cuente con un promedio de 720 luxes/m<sup>2</sup> mientras que el caso 02 (Escuela de artes visuales) cuente con un promedio de 700 luxes/m<sup>2</sup>. En el siguiente cuadro se expresan los puntajes adquiridos por cada una de estas edificaciones.

Figura N° 3.21

Iluminancia en cada uno de los casos



Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Dónde:

Tabla N° 3.9.

*Cuadro de puntuación en análisis.*

Valoración	Puntaje
Bueno	5 Puntos
Regular	3 Puntos
Malo	1 Punto

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

#### **Deslumbramiento:**

Partiendo de la premisa de que el deslumbramiento es el exceso de reflexión en un material o en colores, se tomó en cuenta el análisis de los coeficientes de reflexión de las aulas ya analizadas en la variable independiente, dando como la edificación que mejor refleja la luz es la Branksome Hall.

#### **3.1.3 Matriz de resumen de resumen de las dos (02) variables:**

Terminados los análisis de ambas variables, se lleva a cabo la comparación en una matriz de ambas variables y a la vez una calificación para poder identificar cuál de los tres (03) análisis de casos cumple con la mayoría de criterios al momento de emplear las características de un sistema de iluminación natural para llegar al confort lumínico dentro de las aulas, contando estos criterios, la edificación Branksome Hall es la que presenta mayor puntaje, destacando de los otros casos analizados.

Tabla N° 3.40.

*Matriz de valoración de los análisis de casos*

Matriz de resultados de variables			Análisis de casos		
			Caso N° 1	Caso N° 2	Caso N° 3
Dimensión	Subdimensión	Indicador	Branksome Hall	Escuela de A.V	San Ramón
Confort lumínico	Luminancia	Nº de luxes	3	3	2
	Iluminancia	Luxes /m2	3	3	2
	Deslumbramiento	coeficiente de reflexión	3	3	2
Carac. de un sistema de iluminación natural	Captación	Emplazamiento	3	3	2
		Tipo de cielo	2	1	2
		Limitantes	3	1	3
	Transmisión	Proporción de vano	3	3	2
		Orientación de vanos	2	2	3
		Coeficiente de trans.	3	3	3
	Distribución	Coeficiente de reflexión	3	3	2
		Distribución luminosa	3	3	2
	Protección	Proporción	2	3	1
	Puntaje total			33	31

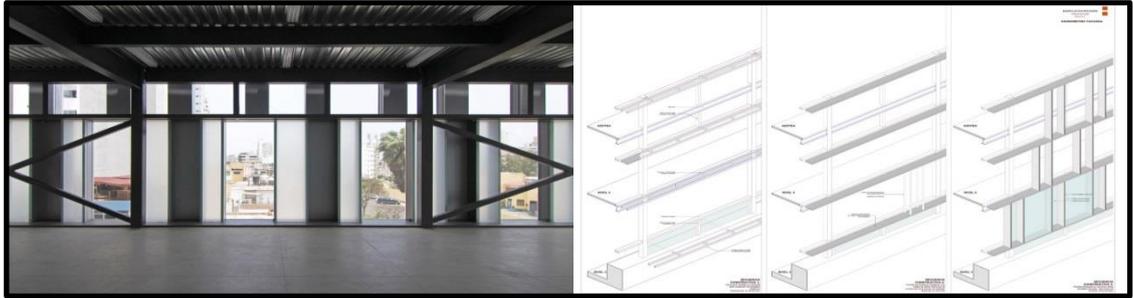
Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Teniendo la matriz de puntaje desarrollada, se puede observar que la edificación Branksome Hall presenta el mayor puntaje en cada una de las dimensiones exceptuando la protección, donde la edificación Escuela de artes visuales presenta el mayor puntaje debido al uso de parasoles móviles que este presenta, para evitar el ingreso excesivo de luz solar en la edificación.

A continuación se muestra el gráfico y el desarrollo de los parasoles utilizados en la edificación Escuela de artes visuales:

Figura N° 3.22

Sistema de protección aplicado en el caso 02



Fuente: *Barclays y Crousee Archdayli Perú*. Recuperado de: <https://www.archdaily.pe/pe/02-350143/escuela-de-artes-visuales-barclay-and-crousse>

#### 3.1.4 Contraste entre dos variables:

Cabe resaltar que para poder analizar de manera adecuada la cantidad de iluminación y el confort lumínico que posee un ambiente, se utilizó un software llamado “Velux Daylight” en el cual se introdujeron todos los datos obtenidos de las fichas de análisis de casos de las características de sistemas de iluminación natural, dando como resultado mediciones reales en cuanto a la cantidad de iluminación que posee cada ambiente estudiado. (VER ANEXOS N° 12, 13 Y 14)

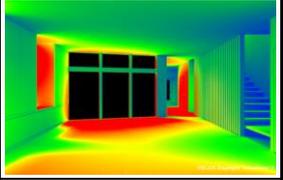
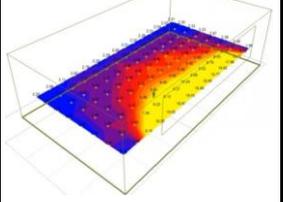
En cuanto a los resultados concluyentes se pudo observar que las características captación y transmisión de luz son sumamente importantes en la obtención de confort, ya que estas características posibilitan el ingreso de luz a determinados ambientes, por lo que su relación en cuanto con el confort lumínico es alto, mientras que las características distribución y protección son usadas siempre y cuando las propiedades anteriormente mencionadas presentan limitantes que obstruyan el correcto paso de la luz hacia los ambientes.

#### 3.2 Lineamientos del diseño

Una vez obtenidos los resultados y analizados adecuadamente, se pudo obtener la redacción de los lineamientos de diseño y los criterios de estos para poder aplicarlos en el nuevo diseño arquitectónico, logrando así plantear una nueva institución educativa enfocada a lograr el confort visual de los alumnos en base a las características de los sistemas de iluminación natural.

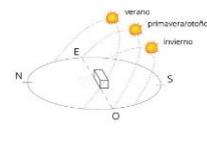
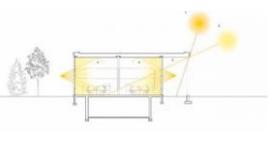
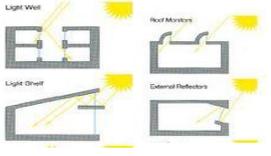
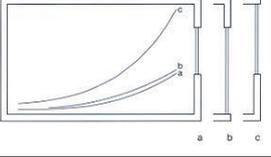
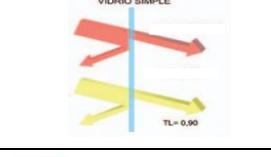
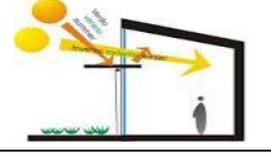
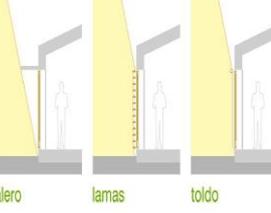
Tabla N° 3.41.

Cuadro de lineamiento de variable 01

Variable 01: Confort lumínico en espacios educativos				
DIMENSIÓN	SUB DIMENSIÓN	INDICADOR	LINEAMIENTO	ESQUEMA
CONFORT LUMÍNICO	LUMINANCIA	CANTIDAD DE LUXES	Se tomarán los estándares del reglamento de la OPS, estableciendo que los espacios educativos deberán contar con un rango entre 250 y 800 luxes en aulas y 250 a 1000 en talleres	
	ILUMINANCIA	DISTRIBUCIÓN DE LUZ - LUXES/m2	Según la reglamentación de la OPS, el ambiente debe presentar entre 250 y 850 luxes/m2	
	DESLUMBRAMIENTO	ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO	Según el CITECUBB , el ambiente debe presentar un indice de reflexión de materiales y colores debe ser menor al 1,0	

Fuente: *Elaboración propia en base a los análisis de casos.*

Tabla N° 3.42. Cuadro de lineamiento de variable 01

Variable 01: Características de un sistema de iluminación natural				
DIMENSIÓN	SUB DIMENSIÓN	INDICADOR	LINEAMIENTO	ESQUEMA
CAPTACIÓN	EMPLAZAMIENTO	ASOLEAMIENTO	Para lograr un asoleamiento correcto de una edificación educativa, se tiene que procurar que el sol llegue de norte a sur hacia la edificación y los vanos no estén alineados con el movimiento solar, para evitar el ingreso directo del sol	
	CONDICIONANTE EXTERNOS	TIPO DE CIELO	Cajamarca presenta un tipo de cielo predominante semidespejado presentando un promedio de 100 000 a 10 000 luxes exteriores, por lo que es necesario el uso de elementos que transmitan mejor la luz a los ambientes	
TRANSMITIR	TIPOS DE ILUMINACIÓN	SISTEMA LATERAL	Se recomienda que el sistema que abastezca de luz natural a un aula sea el lateral en todos sus tipos, ya que este sistema presenta menos incidencia directa del sol en las aulas y genera menos deslumbramiento en los materiales	
		SISTEMA CENTRAL	Se prioriza el uso del sistema en los pasillos de la edificación, logrando así aprovechar la luz en lugares frecuentemente transitados además se reduce el uso de luz artificial	
	ABERTURAS	PROPORCIÓN DEL VANO	Se establece como valor mínimo de área de vano el 20% del área a iluminar pero el IESNA recomienda que sea 40% a más, por lo que se tomará como estándar ambos valores	
		COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN	Se hará uso de vidrios transparentes entre 4mm y 6mm, sin tintado ni vinilos que limiten el paso de la luz, presentando así un coeficiente de transmisión entre 0,9 y el 0,7 y permitiendo el paso de mayor luz	
DISTRIBUIR		ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN	se hará uso de elementos tales como atrios solares, repisas solares y túneles solares, siempre y cuando no se logre una buena captación ni transmisión de luz natural	
		COEFICIENTE DE REFLEXIÓN	Se prioriza el uso de materiales tales como vidrios, concretos, superficies lisas y colores como blancos y amarillos, lo que proporciona un coeficiente de reflexión entre el 0,85 y 0,65	
CONTROL SOLAR	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	PROPORCIÓN DE ELEMENTO	De la misma forma que con el lineamiento de distribución, se hará uso de dichos elementos siempre y cuando exista un exceso de luz que genere índices de reflexión en materiales, además se prioriza que dichos elementos tengan una proporción de entre el 30 y 60% de área del vano.	

Fuente: *Elaboración propia.*

### 3.3 Dimensionamiento y envergadura:

Para lograr desarrollar de una manera correcta el dimensionamiento del nuevo proyecto que se planteará en Cajamarca, se ha tomado la metodología del manual de Invierte Perú, teniendo así el sustento necesario para determinar la necesidad del proyecto dentro de la zona de intervención, dividiendo así el análisis en 4 etapas o módulos:

- Módulo 1: aspectos generales
- Módulo 2: Identificación
- Módulo 3: Formulación

#### 3.3.1 Módulo 1: Aspectos generales.

Para lograr el nombre exacto del proyecto se toma los siguientes puntos.

a. Naturaleza de la intervención: creación

Lo que se pretende es realizar un nuevo proyecto teniendo en cuenta las consideraciones ya estudiadas en la investigación, tomando así los puntos y características de un correcto sistema de iluminación natural para emplearlo en la creación de una nueva institución educativa.

b. Objeto de la intervención: Colegio enfocado a la iluminación natural.

Como se menciona a lo largo de la investigación, la intención es lograr un proyecto que aproveche de la mejor manera la iluminación natural para brindar un confort visual a los alumnos de la misma identificación.

c. Localización: Sector Calispuquio de Cajamarca

El terreno escogido para el emplazamiento del proyecto se encuentra en el sector Calispuquio, debido a la alta demanda de servicios que este sector tiene y porque el terreno donado para esta investigación se encuentra en esta zona de Cajamarca.

d. Nombre del proyecto:

A+B+C: Creación de una institución educativa “San Ramón” enfocada a la iluminación natural anexo Calispuquio.

#### Institucionalidad:

En cuanto a la institucionalidad, el proyecto se realizaría en baso a la inversión de instituciones relacionadas con el sistema de educación en Perú.

Teniendo en cuenta la pre inversión, estará a cargo del ministerio de educación y en cuanto a la inversión del proyecto mismo quedaría bajo responsabilidad de la Municipalidad de Cajamarca y la institución educativa San Ramón.

#### 3.3.2 Identificación:

##### Problemática:

Actualmente la institución educativa San Ramón consiguió un apoyo de financiamiento privado que permitió improvisar aulas pre fabricadas para brindar educación en el sector Calispuquio de Cajamarca.

Pese a esto, esta infraestructura no brinda ni calidad ni un espacio adecuado para que los alumnos desarrollen sus actividades de una forma adecuada, dejando así a muchos alumnos sin una correcta educación.

Antes:

Figura N° 3.23

*Plataformas usadas para colegio temporal.*



Fuente: *Trabajo en campo.*

Después:

Figura N° 3.24

*Colegio temporal.*



Fuente: *Trabajo en campo.*

**Objetivo del proyecto:** El objetivo principal del proyecto conjunto con la investigación es lograr fomentar y potenciar el desarrollo de la educación en el sector Calispuquio de Cajamarca, implantando una edificación enfocada a la ayuda de la comunidad y sobre todo, tomando en cuenta el uso de sistemas de iluminación natural para lograr el confort a los alumnos y reducir en gran manera el uso de energía eléctrica en este tipo de edificios.

**Fines:**

Los fines de la investigación y del proyecto es la de fomentar y participar de la educación de los pobladores del sector Calispuquio en Cajamarca, a la vez que se renueva la infraestructura actual e implementa nueva enfocada totalmente a la educación del sector.

**3.3.3 Módulo 3: formulación**

**Determinación de la demanda:**

Como ya se ha mencionado, el proyecto está enfocado a desarrollar y mejorar la calidad de la educación que se brinda en el Sector Calispuquio, con la prestación de espacios enfocados al desarrollo escolar y cognitivo de los alumnos, orientados principalmente al uso de la iluminación natural como principal elemento, ya que actualmente, en Cajamarca, ninguna institución educativa está en condiciones de brindar un servicio eficiente logrando un confort visual en sus usuarios.

Para saber cuánta población puede ser afectada en Cajamarca, se tomaron los datos de la INEI, realizando una proyección con la tasa de crecimiento enfocada al 2028.

Tabla N° 3.43.

*Cuadro de alumnos matriculados en Cajamarca por grado.*

<b>Alumnos matriculados en la provincia de Cajamarca 2008</b>	
Total	92275
Tasa de crecimiento	0.90%
Básica regular	
Inicial	15063
Escolarizada	11244
No escolarizada	3819
Primaria	48177
Polidocente com.	31927
Multigrado	14672
Unidocente	1578
Secundaria	25991
Presencial	25991
Distancia	0
Básica alter.	1255

Fuente: INEI

Ahora tomando como referencia exclusivamente el sector Calispuquio, se tiene una población efectiva de 1528 estudiantes que en su mayoría recorren grandes distancias para poder llegar a un colegio de la zona urbana de Cajamarca.

Teniendo en cuenta que la demanda efectiva es de 1528 estudiantes con una tasa de crecimiento del 0.9 que a 10 años sería de 4382 estudiantes.

En conclusión, se presenta una demanda insatisfecha de más de 1000 alumnos, los cuales tienen que asistir a instituciones educativas fuera de la zona de influencia del sector Calispuquio, lo que representa un grave problema y el déficit de edificios educativos que provean una educación adecuada a varios sectores de la población.

Entonces a crear una institución educativa en el sector de Calispuquio, satisficéramos la demanda de educación en el lugar, además de brindar un centro de estudios las comunidades campesinas aledañas a la zona de Calispuquio.

En cuanto al radio de influencia, el sector no cuenta con un equipamiento adecuado de educación, y la institución más cercana es el colegio Dos de mayo que esta fuera de la zona de influencia.

Tabla N° 3.44.

*Zona de influencia de una I.E*

Zona de influencia del terreno		
Nivel educativo	Distancia máxima	Tiempo máximo en transporte
Primaria	1500 ml	30'
Secundaria	3000 ml	45'

Fuente: *Ministerio de educación.*

#### **Oferta:**

La oferta actual que se relaciona directamente con la educación para el sector ya mencionado es el Colegio San Ramón Anexo Calispuquio, que como ya se mencionó anteriormente, es una institución prefabricada con el fin de brindar educación a una población máxima de 50 alumnos, teniendo sus instalaciones adaptadas y emplazadas en parques y losas deportivas de la comunidad incumpliendo totalmente las normas de seguridad e infraestructura que este tipo de edificaciones debería tener, actualmente, el anexo brinda el servicio de educación a un aproximado de 300 alumnos, generando un superávit de lo que esta edificación puede soportar. (Fuente: Presidente junta vecinal Calispuquio).

#### **Demanda:**

Según los datos proporcionados por el presidente de la junta vecinal de Calispuquio, se tiene en promedio una demanda de 1528 alumnos, residentes del sector Calispuquio y Caseríos aledaños, los cuales, 300 hacen uso de la escuela improvisada ubicada en el mismo sector, mientras que los demás recorren grandes distancias para llegar a escuelas más cercanas, que en este caso sería la I.E.E DOS DE MAYO.

### Brecha:

La población que obtendrá en mayor beneficio del proyecto será la del sector Calispuquio principalmente y la de los centros poblados cercanos a este.

Determinación de la brecha:

$$Pd - Of = \text{Brecha}$$

Dónde:

Pd: Población demandante

Of: Oferta

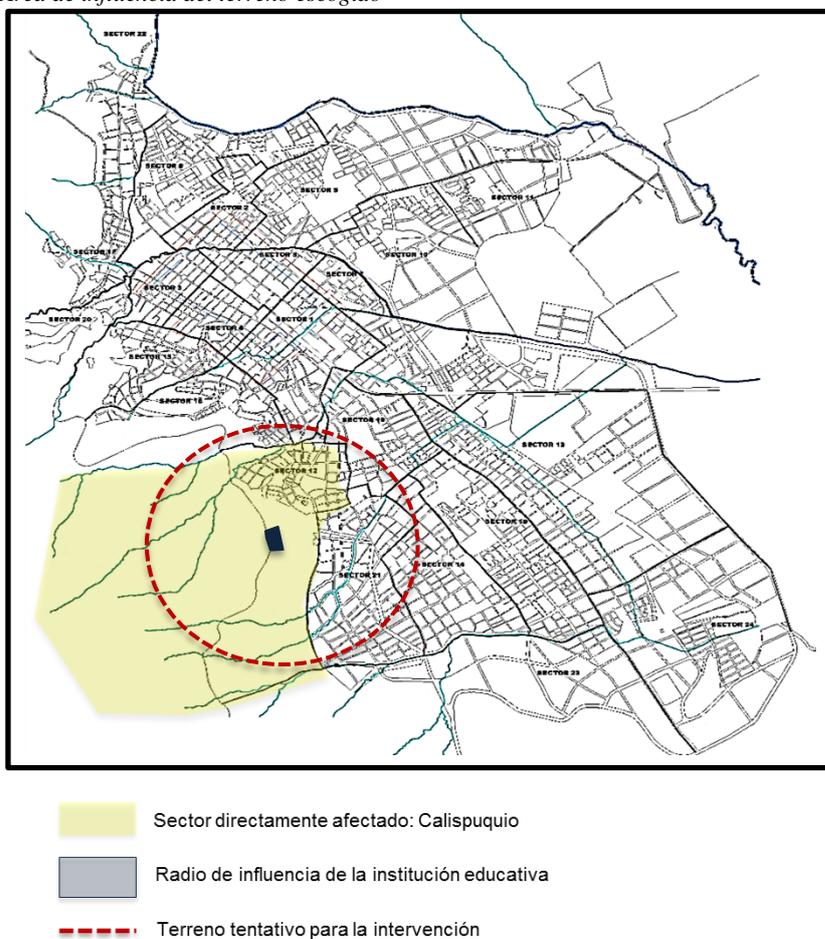
$$1528 - 300 = 1228$$

Entonces, se puede concluir que la brecha de la población desabastecida es de 1228.

Por lo que, en el sector Calispuquio, el proyecto abastecerá a un aproximado de 5121 alumnos del lugar y las cacerías colindantes, sin dejar de lado que también podrá abastecer a cierta población del sector urbano de Cajamarca.

Figura N° 3.25

*Área de influencia del terreno escogido*



Fuente: *Elaboración propia en base al PDU.*

### 3.3.4 Factibilidad:

#### **Beneficio directo:**

El excedente del consumidor que se genera por un mayor consumo del bien o el servicio, debido a su menor precio y mayor disponibilidad.

Ejemplo:

Se cuenta con un desabastecimiento en cuanto a educación en la zona de Calispuquio, teniendo una demanda considerable, al implementar el colegio, se satisface la demanda y la necesidad de un centro educativo cercano para las comunidades campesinas.

#### **Beneficio indirecto:**

Son aquellos que se producen en otros mercados relacionados con el bien o el servicio que se provee.

Ejemplo:

Al contar con un nuevo centro educativo en una zona desabastecida, se reduce el número de personas analfabetas en la ciudad de Cajamarca y se brindaría una educación de calidad a las comunidades campesinas descentralizando la ciudad misma.

#### **Externalidades positivas:**

Se generan sobre terceros quienes no están vinculados con el servicio, ni directa ni indirectamente.

Ejemplo:

Se brinda un centro educativo cercano para los estudiantes de las comunidades campesinas cercanas al sector de Calispuquio de Cajamarca

### 3.4 Programa arquitectónico

Para plantear una propuesta de programación arquitectónica primero se tiene que tomar en cuenta la cantidad de horas en las que se dictarán clases dentro del centro educativo y tener en cuenta las horas libres para poder tener la disponibilidad de desarrollar talleres extracurriculares.

Tabla N° 3.45.

*Horas académica establecidas por el MINEDU*

Niveles	Primaria	Secundaria
Horas obligatorias	20	24
	Incluye una hora de dedicación exclusiva a tutoría y orientación educacional.	
Horas de libre disponibilidad	10	10
Total de horas establecidas	30	35

Fuente: MINEDU

Además, se tiene en cuenta las áreas curriculares que se llevará según el nivel de estudio, para posteriormente tener en cuenta un número mínimo de aulas y/o talleres necesarios para cada actividad en específico.

Tabla N° 3.46.

*Malla curricular*

Niveles	Primaria						Secundaria				
Ciclos	III		IV		V		VI	VII			
Grados	1º	2º	3º	4º	5º	6º	1º	2º	3º	4º	5º
Áreas curriculares	Lógico - Matemática						Matemática				
	Comunicación integral						Comunicación				
							Idioma extranjero				
	Educación por el arte						Arte				
	Personal social						Ciencias sociales				
							P.F.R.H				
	Educación física						Educación Física				
Educación religiosa						Educación religiosa					
Ciencia y ambiente						C.T.A					
						Educación para el trabajo					
Dedicación	30 Horas						33 a 35 Horas				

Fuente: *MINEDU*

Además, el ministerio de educación establece criterios de desarrollo de aulas, formas de actividades y los índices mínimos de ocupación en m2 según los cursos que se van a dictar dentro de la institución educativa.

Tabla N° 3.47.

*Programación de área de servicios*

Programación arquitectónica del área de servicios				
Ambientes	Nº	Área/m2	Índice	Observaciones
SH primaria	2	18.00		2 inod, 4 urin, 4 lav, 1 ducha
SH secundaria	2	18.00		5 inod. 4 lav. 1 ducha
SH docentes	2	8.00		1 lav. Y 1 inod
SH administ.	1	3.5.00		1lav. 1inod. Y 1 ducha
SH Discap.	1	4.5.00		1lav. Y 1inodoro
Vestuarios	2	35.00	1m2/al.	bancas
Dep. limpieza	1	6.00		Instr. Limp
Maestranza	1	6.00		Herramientas para alum.
Mantenimiento	1	6.00		Herr. Para reparaciones
Cocina	1	6.00		
Portería	1	4.00		
Sala máquinas	1	6.00		grupo electrógeno
Comedor		70.00		Sala multiusos
Viv. Docente		40.00		4docentes
Viv. Guardián		10.00		
Tópico	1	10.00		
Estacionam.		40.00	0.8m2/bici	50 bicicletas
Atrio	1	25.00		

Fuente: *MINEDU*

### 3.5 Determinación del terreno

En cuanto a la determinación del terreno para el proyecto, la Institución educativa San Ramón y la junta vecinal del Sector Calispuquio, destinaron un terreno para la proyección de una expansión o para la propuesta de un nuevo anexo del colegio mismo, teniendo ya un terreno destinado al proyecto y la investigación de la presente tesis.

Tabla N° 3.48.

*Datos de terreno escogido*

Terreno	
Ubicación	Sector Calispuquio, AV. Vía de evitamiento oeste SN
Área	13747 m2
Latitud	7° 10' 54.55" S
Longitud	78° 51' 58.96" O
Relieve	Menor a 5%
Zona de riesgos	Riesgo Bajo
Vía principal	Av. Vía de evitamiento oeste

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.6 Análisis del lugar

Para realizar el análisis del terreno o del lugar, se toma en cuenta los parámetros que revisan el ministerio de educación, tales como la topografía, el clima, la vulnerabilidad del lugar y algunos criterios más.

#### 3.6.1 Ubicación:

El terreno escogido se encuentra ubicado en la zona de expansión oeste de la ciudad de Cajamarca, Exactamente en el Sector Calispuquio.

Figura N° 3.26.

*Ubicación del terreno*



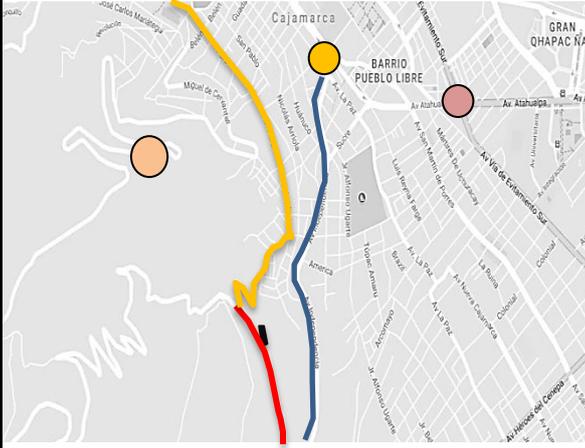
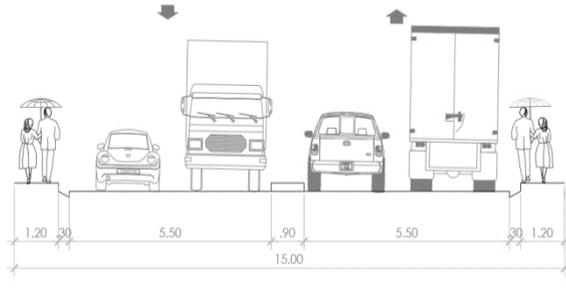
Fuente: *Elaboración propia en base a PDU Cajamarca 2016.*

#### 3.6.2 Accesibilidad:

La accesibilidad del terreno se da directo por la vía de evitamiento oeste, la cual ya está proyectada y se encuentra actualmente en proyecto para lograr la pavimentación de esta, tal y como lo indica el PDU de Cajamarca. Además cuenta con una vía secundaria que aún no presenta nombre, pero que su proyección es lo suficientemente ancha para lograr un ingreso apropiado a la edificación.

El terreno presenta una accesibilidad rápida y sin ningún nodo de congestión vehicular, teniendo como principales puntos de referencia la Carretera a Cumbe Mayo, el óvalo Musical o la Plazuela Bolognesi.

Tabla N° 3.49. Accesibilidad al terreno.

Mada		Vías principales		
			Av. independencia	
			Prol. Vía de evitamiento oeste	
	<b>Referencias</b>			
			Plazuela Bolognesi	
Vía principal: Vía de evitamiento oeste				Óvalo musical
				Carretera a Cumbe Mayo

Fuente: Propia/Google maps.

### 3.6.3 Clima:

Según la clasificación climática de koppen, Cajamarca se encuentra en el grupo C, ya que presenta un clima que varía desde el templado con verano seco, soleado por las mañanas y Frio por las noches.

En un promedio anual, la temperatura varía entre 25° (temperatura máxima) y 4° (temperatura mínima); teniendo además un clima templado con precipitaciones en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

Tabla N°3.50.

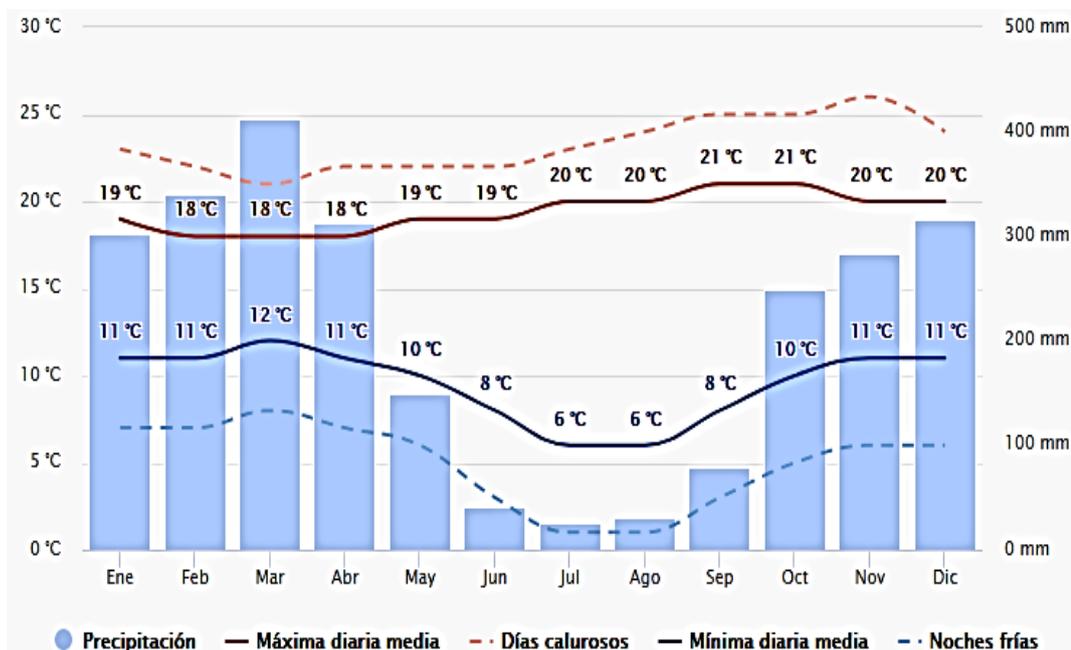
Tabla clasificación climática de koppen.

Clasificación Climática de Koppen										
Clima	f	m	w	s	h	k	a	b	c	
A	Tropical	Ecuatorial	Monzónico	Sabana						
B	Clima seco			Desértico	Estepario	Cálido	Frío			
C	Clima templado	Húmedo		Invierno	Verano			Subtropical	Templado	Frío

Fuente: Clasificación de climática de KOPPEN

Figura N° 3.27

Gráfico de precipitaciones en Cajamarca



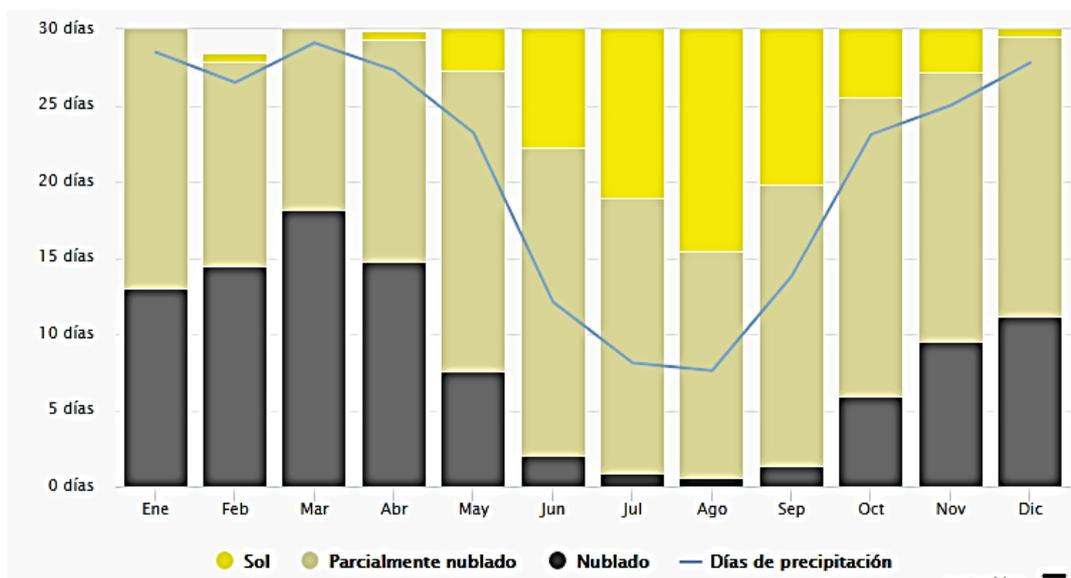
Fuente: SENAMI

En cuanto a los vientos que se presentan en dicha zona geográfica, van de sur oeste a noreste con una velocidad no mayor a los 19 km/h.

Al igual que con las precipitaciones, los meses en donde se presenta mayormente los cielos nublados es en diciembre, enero, febrero y marzo.

Figura N° 3.28

Gráfico de tipo de cielos en Cajamarca



Fuente: SENAMI

### 3.6.4 Vulnerabilidad:

Según el plano de riesgos publicado por el INDECI, el terreno en donde se planteará la propuesta se encuentra en una zona de peligro bajo, fuera de riesgo de deslizamientos e inundaciones, además se encuentra lejos de la quebrada más caudalosa (El Ronquillo) lo cual no sugiere un grave peligro para la propuesta. (Ver Lámina de análisis de terreno N°2)

La zona presenta un índice bajo en cuanto a delincuencia se refiere, lo cual no supone un gran peligro para el proyecto.

En cuanto a los focos de contaminación, la zona de calispuquio aún no cuenta con un horario ni una correcta recolección de basura por lo que hay algunos puntos de las calles que se convierten en botaderos improvisados.

### 3.6.5 Estructura urbana

El terreno escogido se encuentra en la zona de expansión oeste, específicamente en la comunidad campesina de calispuquio, esta zona ya cuenta con los servicios básicos implementados, como agua potable, alumbrado eléctrico y desagüe con una proyección de vía importante (AV. VÍA DE EVITAMIENTO OESTE) la cual brinda un fácil acceso a la zona donde se encuentra ubicado el terreno. (Ver Lámina de análisis de terreno N°2)

Por lo que el terreno, se encuentra ubicado en la zona de expansión urbana inmediata, teniendo una calificación R3,R4 y R5.

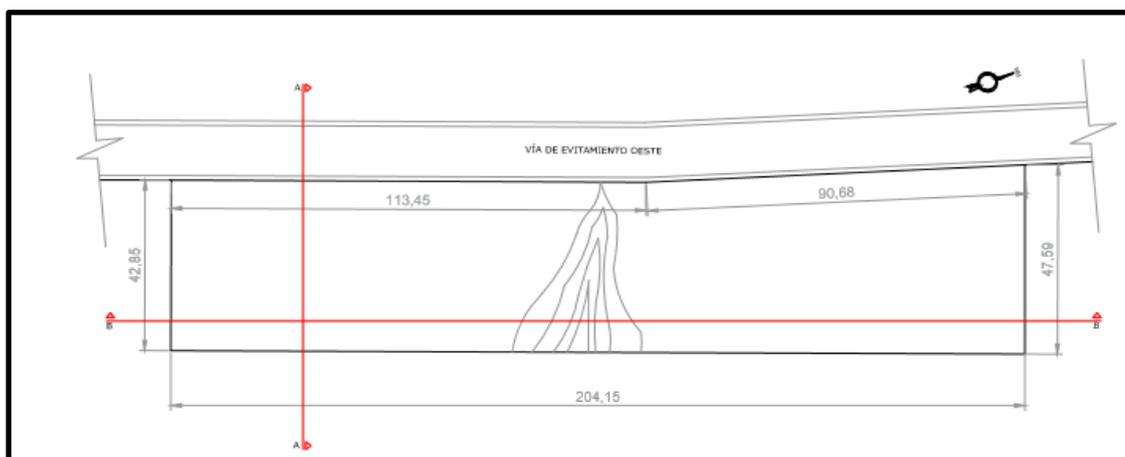
### 3.6.6 Topografía

El terreno, pese a ubicarse en ladera, presenta ya un trabajo de aterrazamiento realizado por la misma institución educativa San Ramón, logrando así que el espacio presente una pendiente menor al 5% que es lo mínimo requerido por la reglamentación del ministerio de educación.

#### Corte A-A

Figura N° 3.29

*Topografía del terreno.*

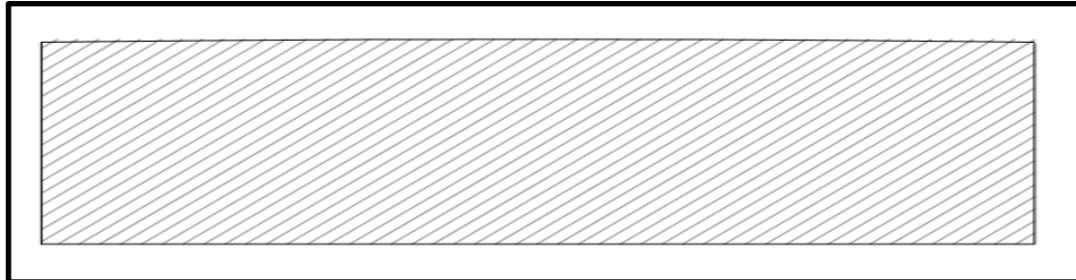


Fuente: *Elaboración propia.*

En cuanto al corte A-A se tiene en cuenta que el desnivel es mínimo habiendo una diferencia máxima de 0.5m debido al ya mencionado aterrazamiento que se trabajó de forma previa.

Figura N° 3.30

*Topografía del terreno, corte A-A.*



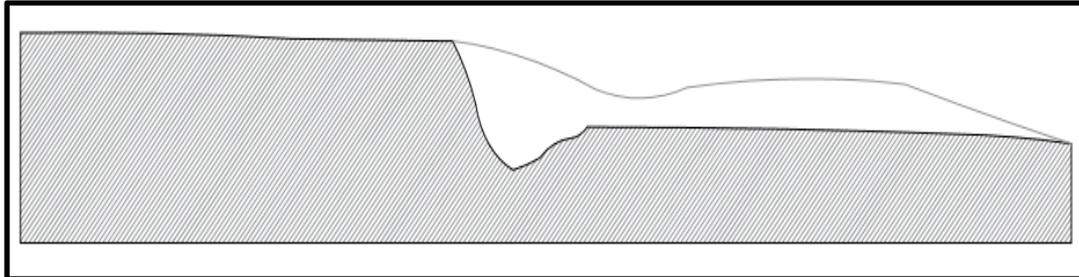
Fuente: *Elaboración propia.*

### **Corte B-B**

En cuanto al corte B-B ocurre lo mismo, con la diferencia de que se trabajó dos terrazas, teniendo un desnivel marcado en medio del terreno de aproximadamente de 6m.

Figura N° 3.31

*Topografía del terreno, corte B-B.*



Fuente: *Elaboración propia.*

### **3.6.7 Entorno:**

En cuanto al entorno, el terreno aun presenta un perfil con naturaleza, vegetación a los alrededores y sembradíos realizados por los pobladores de la zona, teniendo así la premisa de que el terreno se ubica en una zona periurbana, evitando así la contaminación visual y auditiva que se presenta en la zona urbana de la ciudad.

Figura N° 3.32

*Vistas frontales del terreno*



Fuente: Trabajo en campo.

Figura N° 3.33

*Vistas laterales del terreno*



Fuente: Trabajo en campo.

### 3.7 Proyecto arquitectónico

Teniendo la investigación finalizada se procede a aplicar cada una de las variables y los lineamientos al proyecto arquitectónico, para el cual, a continuación, se dará una explicación completa del proceso de diseño de la institución educativa.

#### **Concepto:**

En cuanto al concepto, se tomó como referencia los criterios ya establecidos por el RNE, y el reglamento del MINEDU, por lo que se prefirió trabajar un concepto arquitectónico mucho más técnico referenciándose ampliamente en el “Manual técnico de la arquitectura verde” y el libro “30 colegios en Huánuco, arquitectura modular”, lo cuales nos definen parámetros ya estudiados con anterioridad para poder plasmar una correcta arquitectura educativa.

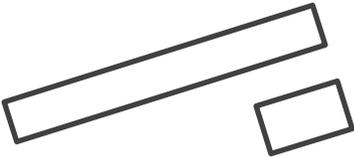
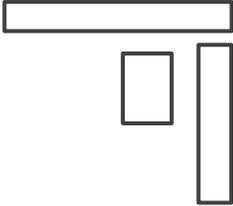
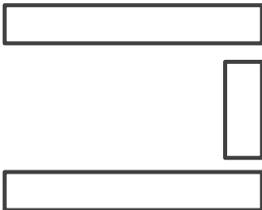
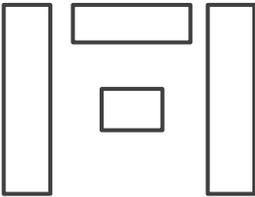
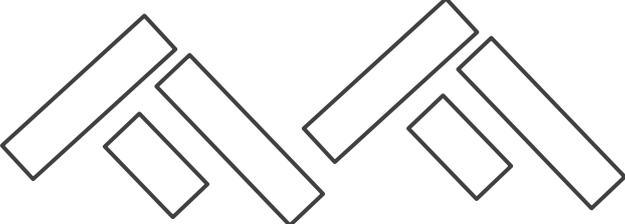
El Manual técnico de la arquitectura verde nos dice que para centros educativos existen 6 tipologías de agrupación de forma y función que nos llevarán a un mejor desarrollo de la edificación, las cuales, van estrechamente ligadas con la orientación que tendrán las aulas para lograr así un mejor aprovechamiento de la luz solar y cumpliendo los lineamientos establecidos en la variable 02, además se priorizará la ubicación de las aulas hacia áreas libres o patios ubicados dentro de la edificación, logrando que las aulas no cuenten con ninguna relación con elementos obstructores de la luz, lo que permitiría que se trabaje de una menor manera el aprovechamiento de la iluminación natural.

Esta teoría además se centra en lograr el mayor aprovechamiento de luz posible, agregado a que si se hace uso de las características de un sistema de iluminación natural se llegaría al confort lumínico dentro de los ambientes sin ningún problema.

Las tipologías estudiadas son las siguientes:

Tabla N° 3.51.

*Tipologías de agrupación*

Tipologías	
Lineal	En "L"
	
En forma paralela	Formación en U
	
Formación en Z	
	

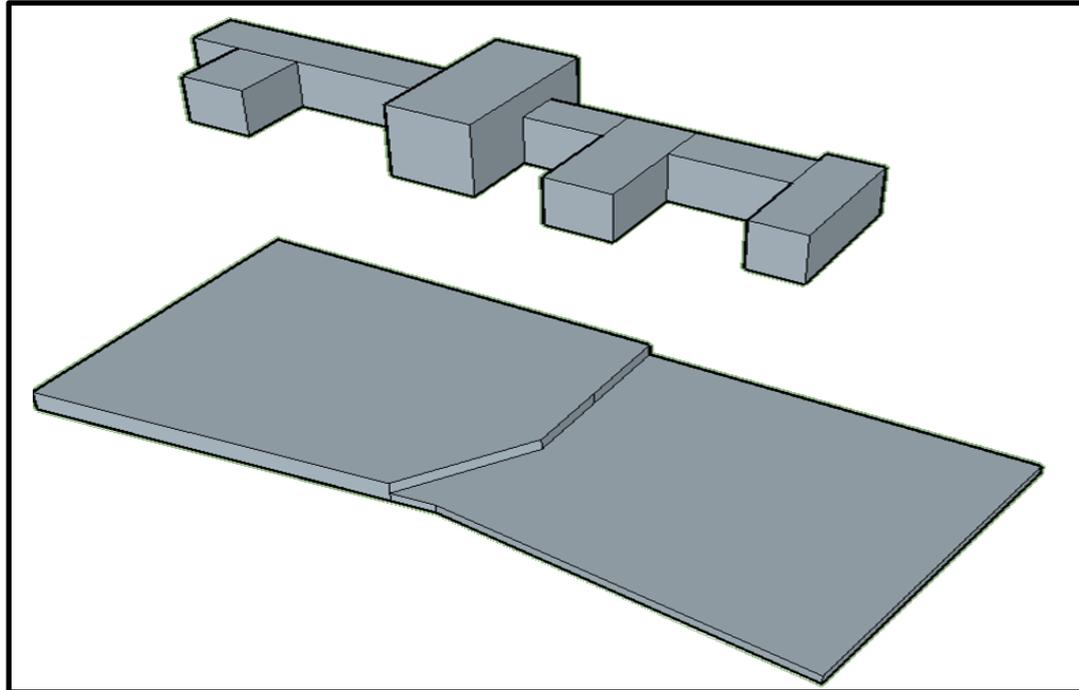
Fuente: *Manual técnico de arquitectura verde.*

Entonces, de acuerdo al estudio del terreno y tomando en cuenta el emplazamiento exigido por el reglamento del MINEDU que exige que las aulas del colegio estén

orientadas de norte a sur, se optó por utilizar la tipología en “U” para lograr un mejor desarrollo de distribución de ambientes teniendo en cuenta el asoleamiento y la iluminación natural que estas tendrán a lo largo del día.

Figura N° 3.34

*Volumetría.*



Fuente: *Elaboración propia*

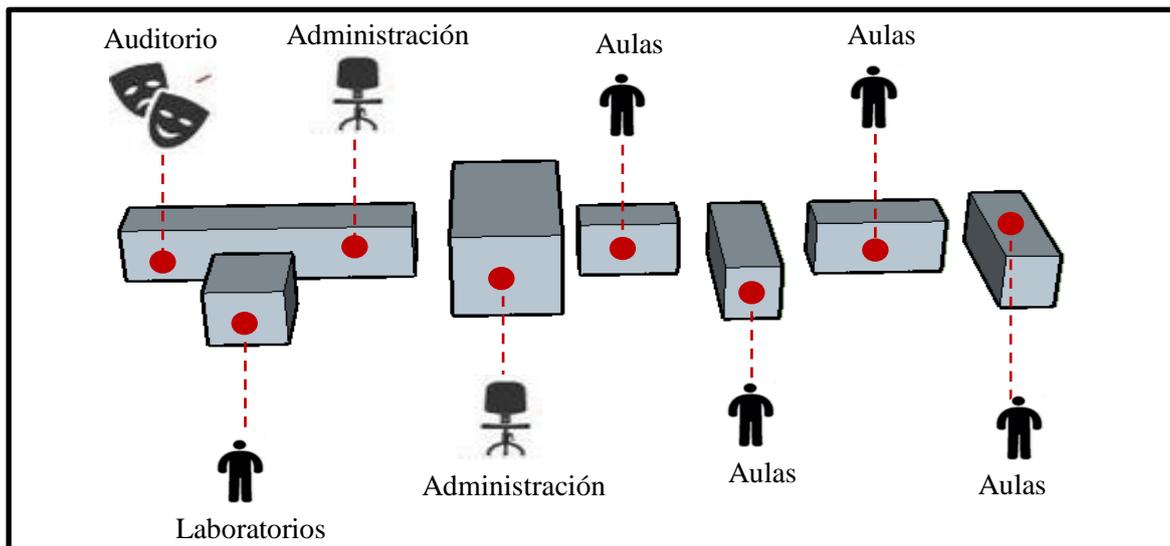
Una vez terminada la idea de implantación de las tipologías al terreno, el investigador propone jerarquizar entradas y patios, logrando dar fuerza y monumentalidad a zonas del complejo contribuyendo así a generar una forma que se pueda utilizar enfocándose en el caso completamente arquitectónico.

### **Zonificación:**

En cuanto a la zonificación, se tomó en cuenta la accesibilidad que se tiene en el terreno, así mismo se prioriza que la iluminación natural se distribuya de una mejor manera en las aulas, para así lograr el cometido de la investigación, también evitando que éstas mismas estén completamente pegadas a las vías para así evitar una contaminación auditiva por parte de la vía de evitamiento oeste.

Figura N° 3.35

Volumetría.



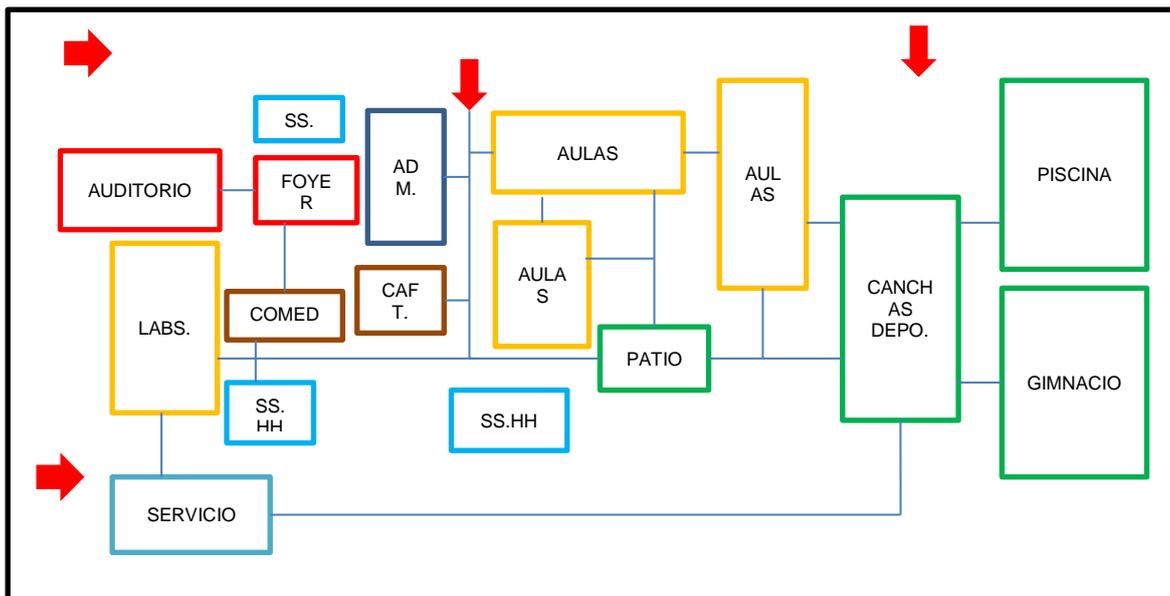
Fuente: *Elaboración propia*

**Organigrama:**

Teniendo en cuenta ya la zonificación trabajada y la orientación con respecto a la iluminación natural, se trabajó el siguiente organigrama:

Figura N° 3.36

Organigrama.



Fuente: *Elaboración propia*.

En donde por la presente investigación se prioriza que las aulas no dispongan de limitantes algunos, es decir, se procura que coliden con patio u áreas abiertas para el mejor aprovechamiento de la iluminación natural, de la misma forma, los laboratorios se prefiero proyectarlos en los pisos superiores para que así aprovechen de mejor manera

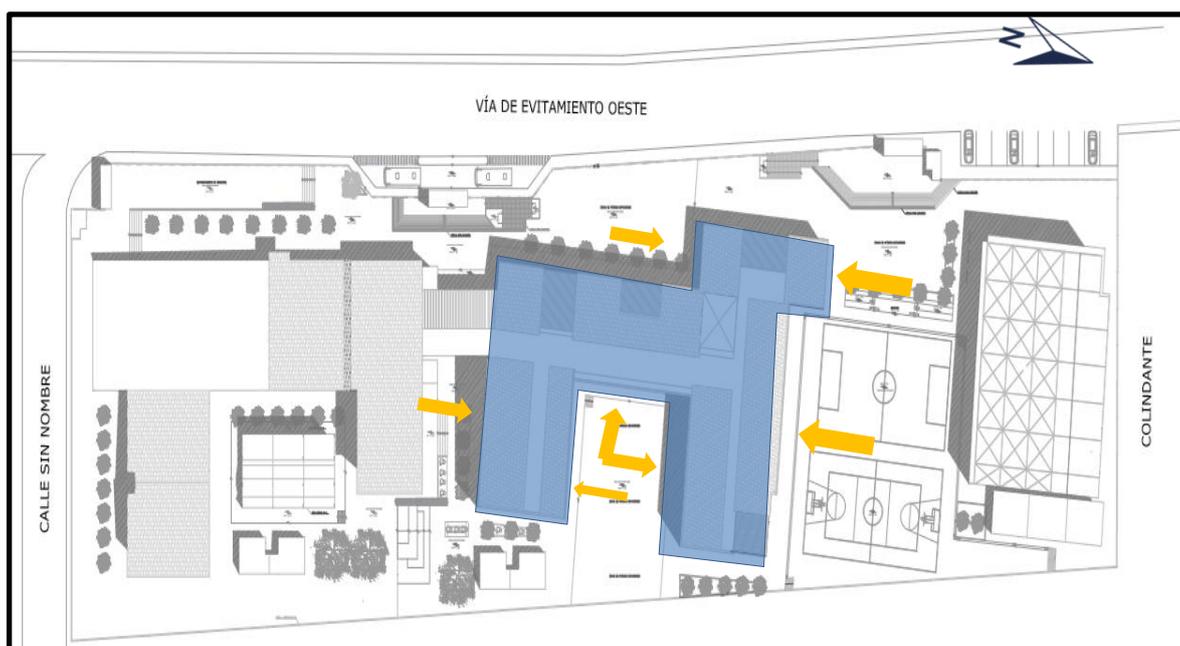
la iluminación, teniendo en cuenta también el uso de diversos elementos para poder lograr un mejor aprovechamiento visual y el confort de los alumnos.

Posteriormente se muestra los planos desarrollados del proyecto basándose en los lineamientos de la investigación

En cuanto al proyecto en general, se priorizó la orientación del bloque de las aulas, para así lograr un mejor aprovechamiento de la iluminación natural, además se hará uso de celosías o parasoles para evitar el exceso de luz natural dentro de los ambientes, logrando el confort lumínico requerido por la investigación.

Figura N° 3.37

*Plot Plan*

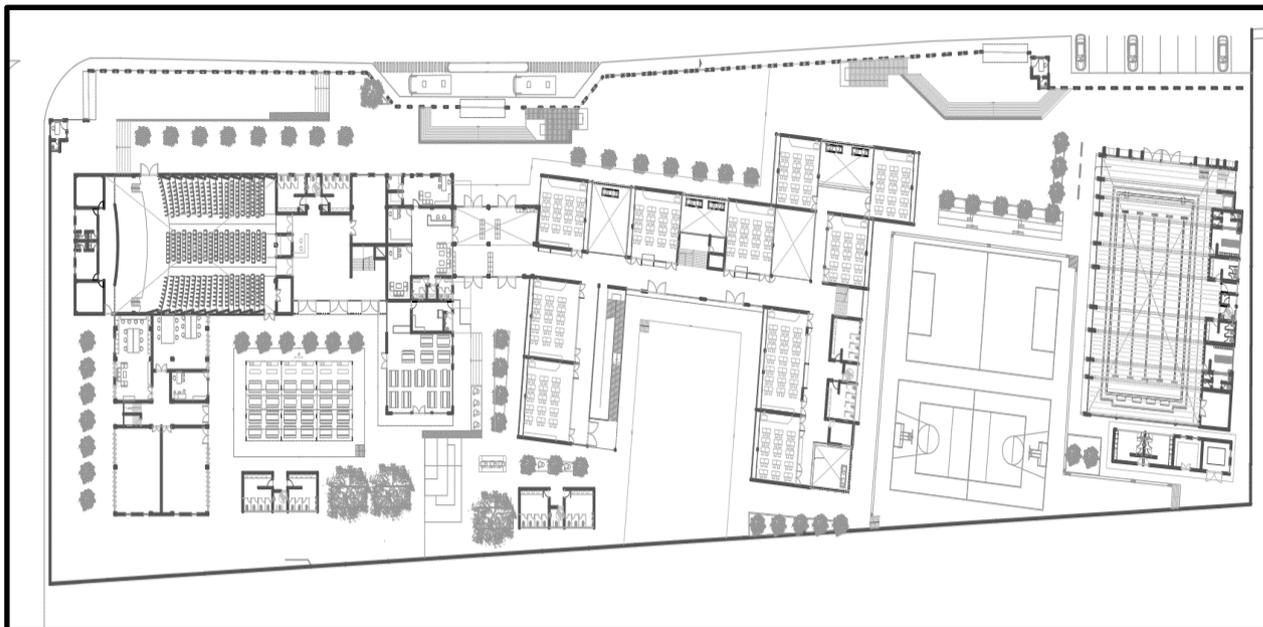


Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Además, teniendo en cuenta el organigrama anteriormente descrito, se procura lograr una distribución de ambientes que denote una zonificación clara, separando así los módulos administrativos, módulos de servicios, aulas y zona recreativa en diferentes lugares. Hacia el ingreso se ubica la zona administrativa, la cual presenta un fácil acceso y una rápida ubicación, lo cual genera que visitantes o personas externas a la institución educativa, transiten por todas las instalaciones, además, se prioriza ubicar el bloque de aulas hacia patios o plazuelas internas, lo que genera que este lo que posea 4 fachadas para así lograr un mejor aprovechamiento de la luz.

Figura N° 3.38

*Primera planta*

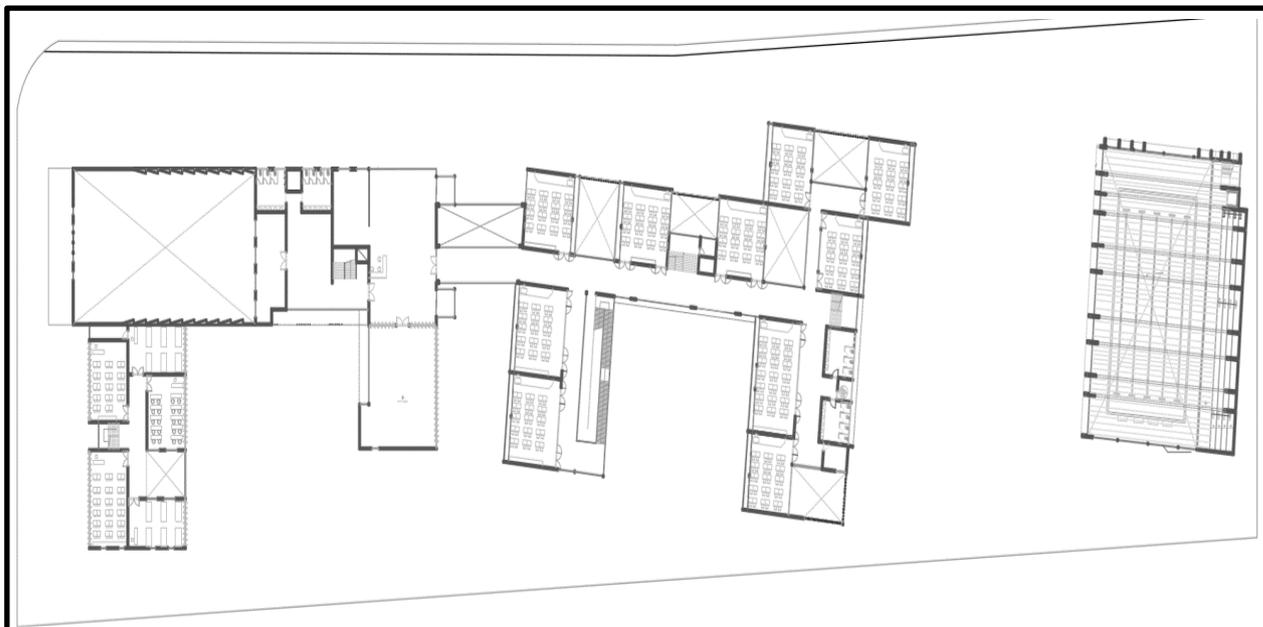


Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

En cuanto al segundo piso de la edificación, se conectará los dos bloques principales por medio de un puente o pasillo que se ubica encima del ingreso principal, el cual hará un efecto de triple altura y logrará la comunicación entre la zona de pedagógica (Aulas) y la biblioteca de la institución.

Figura N° 3.39

*Segunda planta*



Fuente: *Elaboración propia. en base a la investigación.*

Figura N° 3.40

Tercera planta



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

### Sectores escogidos a desarrollar:

En cuanto al sector desarrollado, se escogió el bloque de aulas de la edificación, ya que en esta zona en específico se centrará la investigación de la tesis.

Figura N° 3.41

Sector desarrollado.



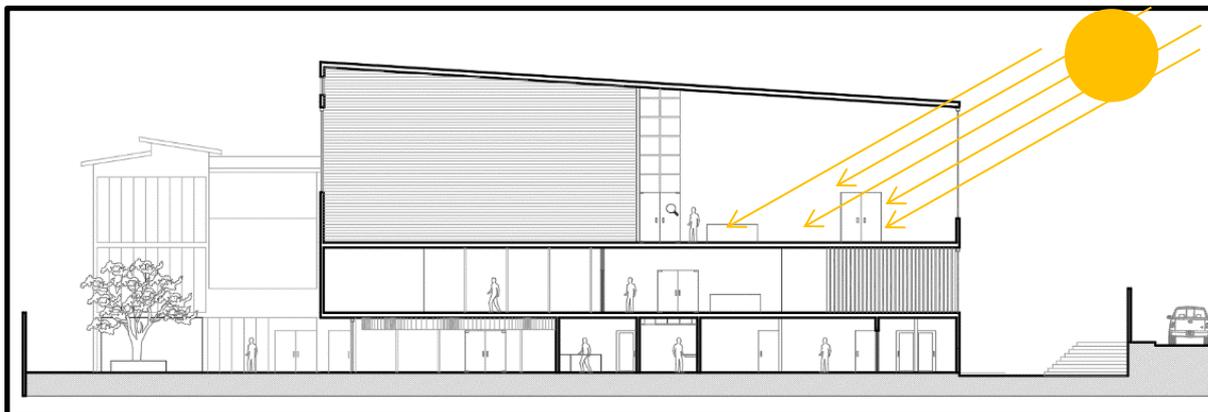
Fuente: *Elaboración propia. en base a la investigación.*

### Cortes arquitectónicos:

Los cortes arquitectónicos de la edificación denotan la altura de los espacios que se pretende lograr para así obtener una mejor distribución de luz en los ambientes además se hace uso de ventanales dejando la medida de alfeizar establecida por el RNE.

Figura N° 3.42

*Cortes*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

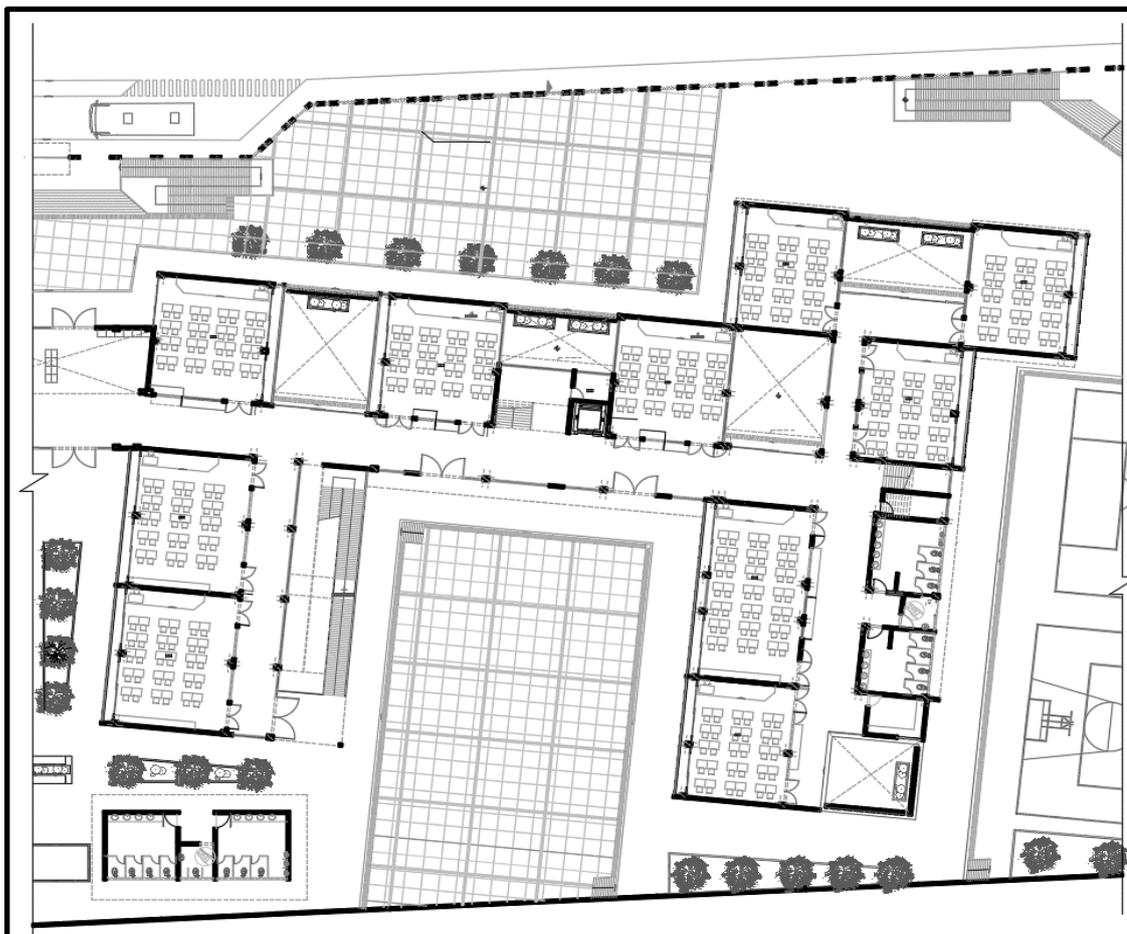
### Desarrollo del sector escogido:

Se presenta el desarrollo arquitectónico de los dos sectores estudiados, el primer sector es la zona pedagógica en donde se distribuyen y emplazan las aulas de los alumnos, en cuanto a la zona pedagógica se enfocó en aplicar cada una de las características del sistema de iluminación natural empleando principalmente un adecuado emplazamiento para lograr un asoleamiento adecuado para generar un correcto aprovechamiento de la iluminación natural, de la misma forma, se trabajaron patios internos dentro de las aulas, para así generar una aplicación de un sistema de iluminación bilateral, , de la misma forma, estos patios internos poseen parasoles para evitar que la luz ingrese de manera molesta a las aulas causando así el discomfort de los alumnos, en general, cada una de las aulas sobrepasa los 700 luxes que es lo recomendado por el reglamento de la organización panamericana de salud.

**Sector 1:**

Figura N° 3.43

*Detalle de plantas.*

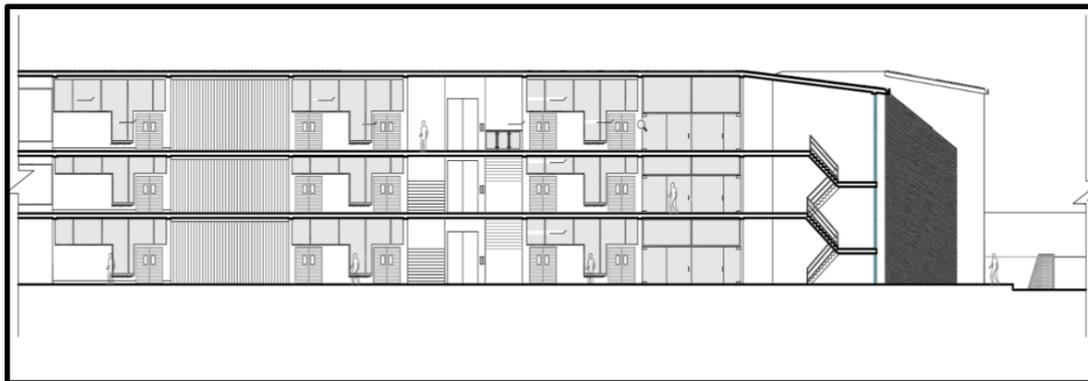


Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

En los cortes del sector trabajado se pretende mostrar la distribución y la forma que tomarán las ventanas de la edificación, así mismo la altura de los ambientes para lograr la distribución de luz deseada para tener confort lumínico.

Figura N° 3.44

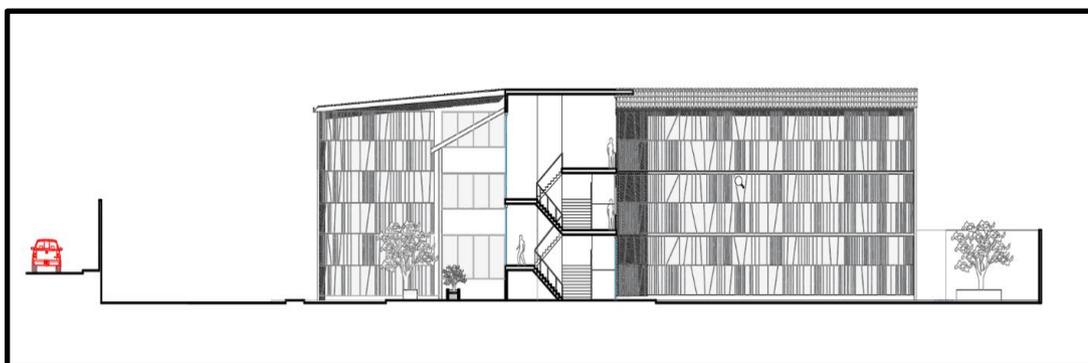
*Corte de detalle*



Fuente: *Elaboración propia. en base a la investigación.*

Figura N° 3.45

*Corte de detalle*

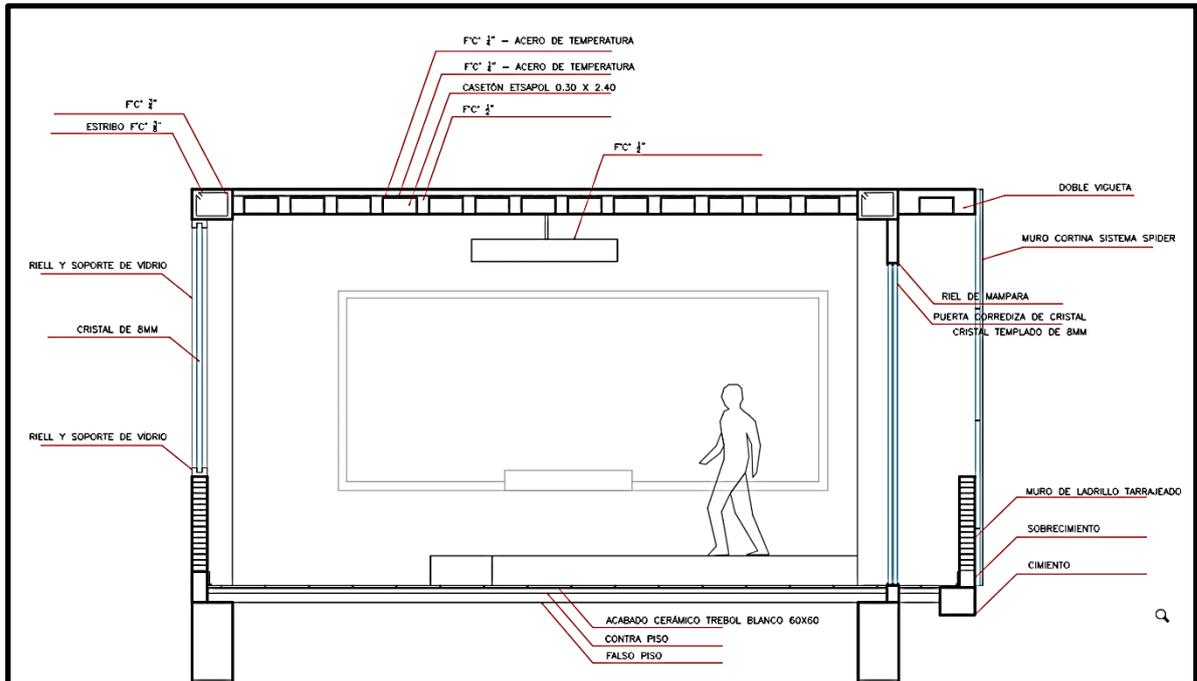


Fuente: *elaboración propia. en base a la investigación.*

Además el proyecto se centra en desarrollar por completo el detalle de las aulas dentro de la institución, puesto que en estos ambientes se desarrollan las actividades más importantes que realizan los alumnos, además aquí se aplicará los temas estudiados en la investigación de la presente tesis.

Figura N° 3.46

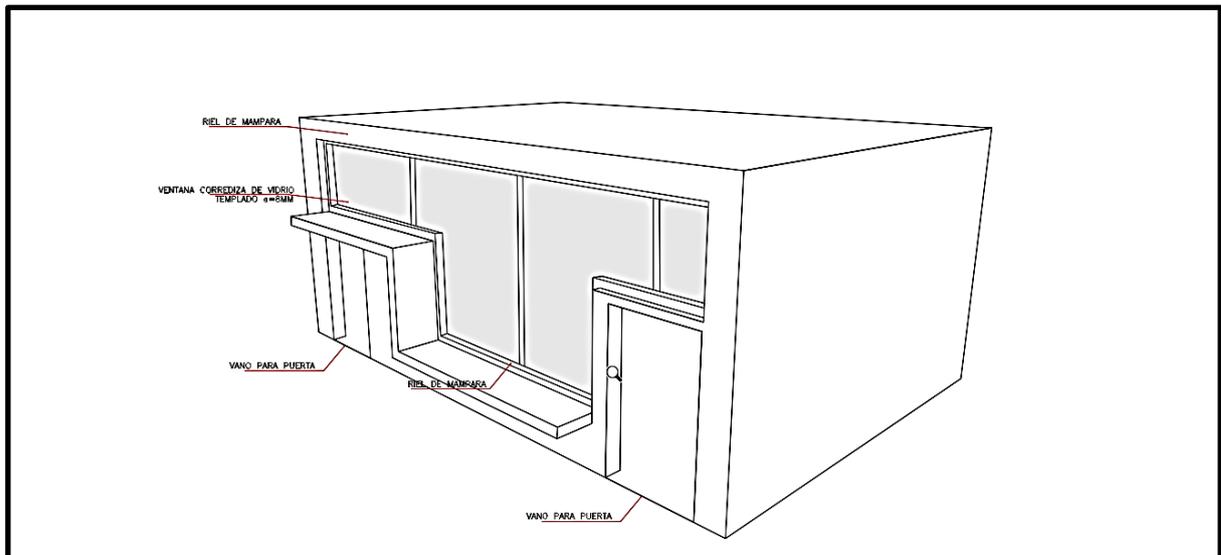
Detalle de aula en proyecto



Fuente: *Elaboración propia. en base a la investigación.*

Figura N° 3.47

Detalle de aula en proyecto

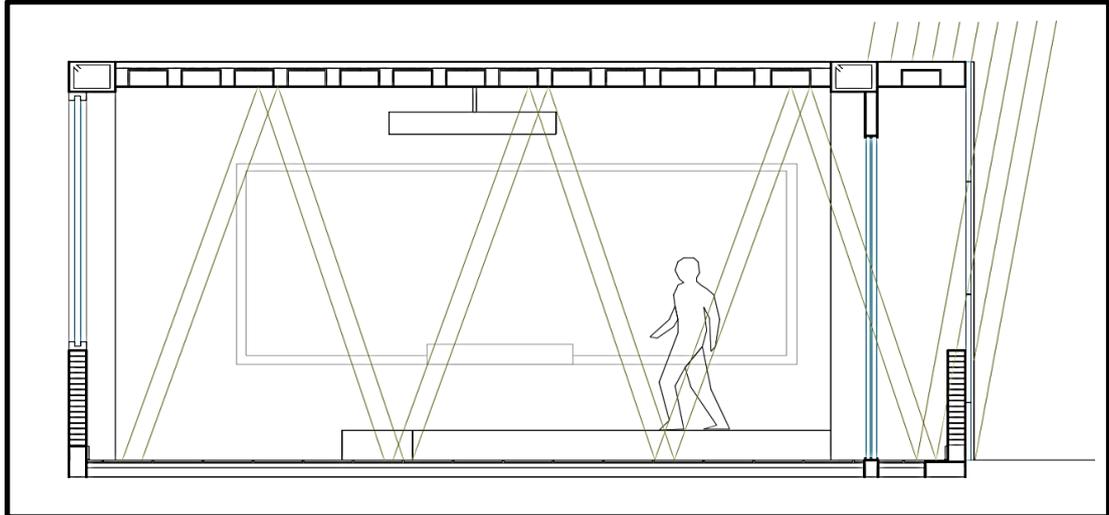


Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Además se realizó una simulación del ángulo del ingreso de los rayos de luz solar y de qué forma se distribuirían en el ambiente mencionado.

Figura N° 3.48

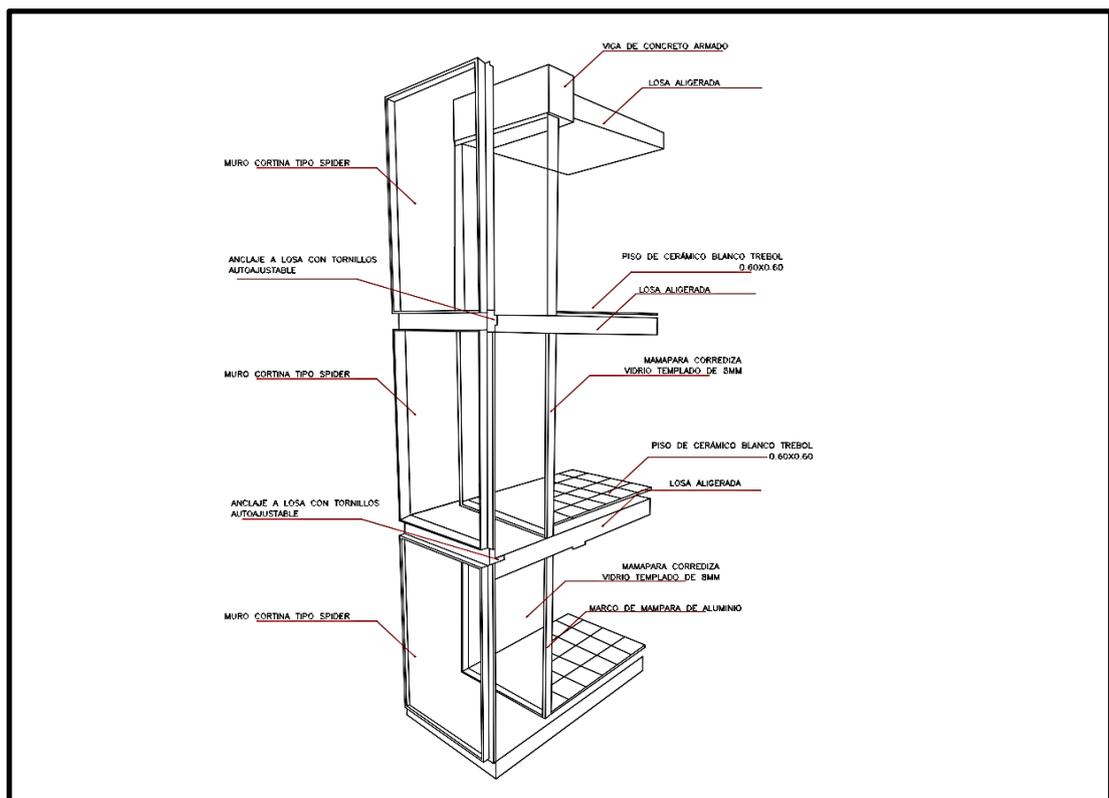
*Detalle de aula en proyecto*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Figura N° 3.49

*Detalle de vano en aulas*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

VISUALIZACIÓN 3D:

Figura N° 3.50

*Vista de entrada al proyecto.*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Figura N° 3.51

*Vista lateral de ingreso al proyecto*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Figura N° 3.52

*Vista frontal de la fachada del bloque de aulas*



Fuente: *elaboración propia en base a la investigación.*

Figura N° 3.53

*Vista fachada de bloque de aulas*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Figura N° 3.54

*Vista lateral de aulas y losas deportivas*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Figura N° 3.55

*Vista frontal auditorio*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

Figura N° 3.56.

*Vista aulas y patio de formación*



Fuente: *Elaboración propia en base a la investigación.*

### 3.8 Memoria descriptiva

#### 3.8.1 Memoria descriptiva de arquitectura

##### **Datos generales:**

En el presente proyecto se plantea la construcción de una institución educativa, debido al déficit de establecimiento que brinden el servicio de educación en el sector de Calispuquio.

##### **Nombre de la obra:**

Institución Educativa San Ramón Anexo Calispuquio

##### **Ubicación geográfica:**

Departamento : Cajamarca  
Provincia : Cajamarca  
Distrito : Cajamarca  
Localidad : Sector Calispuquio

##### **Clima y entorno:**

El Clima es templado, seco y soleado en el día y frío en la noche. Las precipitaciones se dan con mayor frecuencia de diciembre a marzo. Con un invierno suave y un verano caluroso y lluvioso.

Su Temperatura media anual es de 16 °C.

Máxima media anual: 22 °C.

Mínima media anual: 5 °C.

La dirección predominante de los vientos es Sur.

Características del clima:

Diciembre a Marzo.- verano seco.

Mayo a Setiembre. - templado durante el día y refrigerado en las noches.

Se encuentra a 2,750 msnm metros sobre el nivel del mar.

**Servicios básicos:**

Agua Potable y Alcantarillado: EPS SEDACAJ S.A.

Energía Eléctrica: HIDRANDINA

**3.8.1.1 Descripción del Proyecto:**

**Generalidades:**

El proyecto a trabajar denominado Institución educativa ubicada en el Sector Calispuquio, es una edificación destinada a brindar el servicio de educación enfocada principalmente a alumnos que cursen grados de secundaria, debido a la mayor complejidad de sus actividades a realizar, en la cual, el proyectista se centrará ampliamente en desarrollar las características de un sistema de iluminación natural en la edificación.

**Planteamiento arquitectónico:**

La infraestructura que desempeña un uso educativo, se divide en 3 niveles, el primero comprende zonas administrativas, servicio, complementaria, pedagógica y recreación, el segundo nivel se desarrolla con zona pedagógica y zonas complementarias, mientras que en el tercer nivel se desarrolla exclusivamente la zona pedagógica.

*Tabla N° 3.52.*

*Áreas del proyecto*

Nivel	Área/m <sup>2</sup>
Primer Nivel	4743.05
Segundo Nivel	4392.1125
Tercer Nivel	2638.4183
Área techada	4743.05
Área libre	8877.95
Área del terreno	13621

*Fuente: elaboración propia en base a la investigación.*

### **Los accesos:**

En cuanto a los accesos, se cuenta con tres (03), dos emplazados hacia la vía de evitamiento oeste que cumplen la función de ingreso diferenciado tanto como para alumnos como para padres de familia, visitantes externos, docentes y zona de servicio, la cual uno ingresa directamente hacia un hall que distribuye hacia los patios y las aulas y el otro ingresa de forma directa a una pequeña plaza que dirige a la zona de servicio, piscina y canchas de deportes.

En cuanto al tercer ingreso, también es para alumnos que está emplazado en la calle S/N que se encuentra perpendicular a la vía de evitamiento oeste, cumpliendo la función de un ingreso directo al estacionamiento de bicicletas de los alumnos.

### **Estacionamiento:**

En cuanto al estacionamiento, se plantea que sea de uso exclusivo de profesores y padres de familia, para lo cual, se plantea el estacionamiento fuera de la edificación, es decir, se proyecta un retiro considerable, generando un diseño de isla y proponiendo el estacionamiento fuera del área de la vía pública.

### **La piscina:**

En cuanto a la piscina, al ser un colegio que albergará gran cantidad de alumnos y se enfocará a promover los deportes entre los alumnos, se plantea una edificación exclusiva para ser una piscina dentro del campus del colegio, esta piscina cuenta con acceso independiente que llega hacia una plaza dentro del colegio, con salidas de emergencia y rutas de evacuación directas hacia la vía de evitamiento oeste. Accediendo a ella por el ingreso secundario (desde el noreste), se cuenta con un hall de ingreso y un panel explicativo de horarios y competencias, los dos accesos se encuentran a los extremos de la piscina, en el sentido longitudinal, así también la gradería para el público se encuentra hacia uno de los lados longitudinales de la misma.

La piscina cuenta con una capacidad de 200 espectadores, cuyo acceso a las graderías se encuentra ubicado en el extremo izquierdo de las gradas.

### **Las aulas:**

En cuanto a las aulas se priorizará la orientación norte a sur, para evitar el ingreso de forma directa de la luz solar y evitar cualquier tipo de molestia que puedan sufrir los alumnos, de la misma forma, se plantea un sistema de iluminación tipo bilateral, lo cual ayudará a aprovechar de una forma más eficiente la cantidad de luz durante gran parte del día, teniendo como principal prioridad disminuir considerablemente el uso de la iluminación artificial dentro de los salones, de la misma forma, se propone el uso de parasoles y celosías, y patios internos entre las aulas, logrando una mejor captación de la luz natural durante todas las horas académicas.

### 3.8.2 Memoria descriptiva de estructuras:

#### 3.8.2.1 Datos generales:

Se presenta el diseño estructural del proyecto de la Institución educativa el cual está ubicado en la zona sísmica 3 del territorio peruano, para lo cual se realizará el predimensionamiento de la edificación pensado la estructura desde los cimientos hasta las losas, estudiando a detalle los cálculos y el predimensionamiento estructural para lograr la mayor seguridad del proyecto.

#### Normatividad:

Se realizó el DISEÑO ESTRUCTURAL usando las siguientes normas:

- E020 (cargas)
- E050 (suelos y cimentaciones)
- E030 (diseño sismo resistente)
- E060 (concreto armado)
- E070 (albañilería)
- E090 (acero)

Correspondiente al REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES vigente, la cual ha sido respetada de manera integral.

#### Especificaciones técnicas:

Tanto las estructuras de las aulas, zonas complementarias y la estructura de la piscina se estructuró tomando en cuenta los siguientes materiales: concreto, mampostería, acero ASTM G°60 (diseño de tijerales) y acero corrugado.

- Resistencia a la compresión del concreto:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto  $E_{c1} = 217,370 \text{ kg/cm}^2$  y  $E_{c2} = 232,379 \text{ kg/cm}^2$
- Relación de Poisson  $\mu = 0.20$ .
- Peso específico del concreto simple,  $2200 \text{ kg/m}^3$
- Peso específico del concreto armado,  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Resistencia a la fluencia del acero grado 60  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del acero,  $E_a = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico del acero,  $7850 \text{ kg/m}^3$
- Muros portantes de albañilería con resistencia  $F'm = 65 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad albañilería,  $E_m = (500 f'm) = 32500 \text{ kg/cm}^2$
- Peso específico de la albañilería,  $1800 \text{ kg/m}^3$ .

#### Recubrimientos:

En el proyecto se deberá usar el siguiente recubrimiento mínimo:

- Columnas: 20 mm
- Vigas chatas: 25 mm

- Escaleras: 25 mm
- Losas aligeradas: 20 mm
- Vigas peraltadas: 40 mm
- Zapatas: 80 mm

**Resistencia del terreno:**

Se aplicó la Norma Técnica E050 del RNE para suelos.

- Capacidad portante del suelo:  $T=0.90 \text{ Kg/cm}^2$

**Agregados:**

Agregado fino: Será arena natural limpia, sin objetos extraños ni orgánicos y otras sustancias dañinas.

Agregado grueso: Este agregado será grava o piedra en su estado natural, triturada, chancada o partida, el cual debe de estar limpio de objetos extraños o sustancias dañinas.

**Aditivos:**

Se hará uso de aditivos impermeabilizantes en las losas superiores, debido a que por el diseño del proyecto y las características formales que el proyectista le pretende dar, no se hará uso de teja de ningún tipo, contando la losa de concreto expuesto solo con inclinaciones para el desfogue de aguas de lluvias.

**3.8.3 Memoria descriptiva de sanitarias:**

**3.8.3.1 Datos generales:**

El proyecto comprende el diseño de las instalaciones interiores y exteriores de agua fría , desagüe y ventilación de la PISCINA y el edificio en general.

**Sistema de agua fría:**

El sistema de agua fría comprende el diseño de la alimentación principal y ramales de distribución que dan servicio de agua potable a todos los aparatos sanitarios previstos en el proyecto arquitectónico.

De la acometida domiciliaria de agua potable se provendrá de una derivación interior ubicada en la vía de evitamiento oeste a donde llega la matriz de Ø4", servida por la EPS CAJAMARCA.

La conexión a cada aparato sanitario será de:

- Inodoros : Ø 1/2".
- Urinarios : Ø 1/2".
- Lavatorios : Ø 1/2".
- Lavaderos : Ø 1/2".

Los servicios higiénicos tendrán una válvula de control de ingreso de agua.

Todos los diseños de instalaciones de agua fría se aprecian en los planos respectivos.

### Sistema de desagüe y ventilación

Se ha diseñado el sistema de desagüe y ventilación teniendo en cuenta las normas vigentes y el criterio de diseño en esta área.

La conexión de cada aparato sanitario a la red de derivación de desagüe será:

- Inodoros con fluxómetro : Ø 4".
- Urinarios con fluxómetro : Ø 3".
- Lavatorios : Ø 2".
- Lavaderos : Ø 2".

La evacuación de las aguas servidas de los aparatos sanitarios del segundo nivel se conducirá por gravedad hacia los respectivos montantes de desagüe que conectarán a cajas de registro ubicadas en los puntos circundantes a la edificación proyectada.

La evacuación de las aguas servidas de los aparatos sanitarios del primer nivel se conducirá por gravedad hacia las respectivas cajas de registro ubicadas en los puntos circundantes a la edificación proyectada, para después empalmar a un buzón existente construido en la I Etapa.

La red de cajas de registro descargará las aguas residuales hacia la calle, donde se conectará a la red colectora exterior, por donde pasa el colector de Ø 8", de acuerdo a la Factibilidad de Servicios extendida por la EPS CAJAMARCA.

La conexión de cada aparato sanitario a la red de ventilación será:

- Inodoros : Ø 2".
- Urinarios : Ø 2".
- Lavatorios : Ø 2".
- Lavaderos : Ø 2".

#### Dotación diaria:

Dotación para vestuarios 30 l/díaxm<sup>2</sup>

Piscina (con recirculación de las aguas de rebose) 10 l/díaxm<sup>2</sup>

Dotación para baños 401/díaxm<sup>2</sup>

Según los planos del proyecto:

Área de Piscina : 312.50 m<sup>2</sup>

Cálculo de la Dotación Diaria

Dotación total : 40 l/día x m<sup>2</sup>

Dotación total : 12,500 l/día

Este volumen de dotación diaria tiene que ser repuesto todos los días desde la red de distribución que es abastecida de una derivación que se encuentra ubicada antes del ingreso a la cisterna de agua del Proyecto de la 1ra Etapa.

Ya que se cuenta con suficiente área para la ubicación de la cisterna para uso doméstico, para el presente proyecto se ha contemplado una cisterna de almacenará 18 m<sup>3</sup>, tal como se puede mostrar en los planos.

Tabla N° 3.53.

Número de aparatos sanitarios

Tipo de Aparato	Cantidad
Inodoros	65
Urinarios	27
Inodoros con tanque	08
Lavatorios	76
Duchas	09
Lavaderos	06
Grifos de Riego	8
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>

Fuente: elaboración propia en base a investigación.

Tabla N° 3.54.

Cálculo de caudal.

Tipo de Aparato	Cantidad	Unidad de Gasto	Total de Unidades de Gasto
Inodoros	65	8	520
Urinarios	27	5	135
Inodoros con tanque	08	5	40
Lavatorios	76	2	152
Duchas	09	4	36
Lavaderos	06	3	18
Grifos	08	2	16
<b>TOTAL</b>	<b>199</b>		<b>917</b>

Fuente: elaboración propia en base a investigación.

### Máxima Demanda Simultánea:

De la Tabla de Hunter se obtiene:

$$\frac{Q - 3.71}{917 - 250} = \frac{3.79 - 3.71}{270 - 260}$$

$$Q_{\text{mds}} = 13.52 \text{ litros/segundo}$$

### Volumen de Almacenamiento

Para el presente proyecto se ha considerado:

$$\begin{aligned} \text{Dotación Diaria} &= 18,000.00 \text{ litros/día} \\ &= 18.00 \text{ m}^3/\text{día} \\ \text{Volumen en la Cisterna} &= \text{Dotación} \\ \text{Volumen en la Cisterna} &= 18.00 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 3.8.4 Memoria descriptiva de eléctricas:

#### 3.8.4.1 Datos generales:

El proyecto está compuesto de:

#### Circuitos de alimentación a los Tableros

Esta red se inicia desde la salida del Interruptor C-7 del tablero TG-G existente en la entrada principal del colegio hasta el sub Tablero de distribución TG-7 y desde este TG-7, a través de un alimentador va al sub tablero de distribución TD-01-7. En los planos se muestran los circuitos de alimentación en referencia, se muestran los diagramas unifilares de tableros y sub tableros, los cuadros de cargas respectivos, cálculos de caída de tensión y también se muestran detalles importantes para las instalaciones eléctricas.

#### Instalaciones de interiores

Estas se refieren a las instalaciones eléctricas del auditorio que comprenden circuitos de iluminación, tomacorrientes, así como, diversos artefactos de iluminación interior y exterior a utilizarse.

#### Instalación de exteriores

Estas se refieren a las instalaciones eléctricas fuera del auditorio que comprenden circuitos de alumbrados de postes e iluminación de veredas con farolas.

### Sistema de Puesta a Tierra.

Se ha previsto un pozo de protección de puesta a tierra, para los Tablero TD-01-7 y del cual irá un conductor de protección en paralelo a alimentador de sub tablero TG-7 y desde estos tableros irán a los circuitos de tomacorriente, que tienen su sistema de protección. La resistencia de la instalación de puesta a tierra deberá de ser de 15 ohmios como máximo.

### Demanda de máxima potencia:

La Máxima demanda total determinada para el Auditorio será de 21.00 KW, (sumados los dos tableros proyectados) que comprende las instalaciones de alumbrado, tomacorrientes, equipos de sonidos.

### Las cargas proyectadas para la obra son:

Tabla N° 3.55.

Cargas proyectadas.

		C.I. (W)	M.D. (W)
TD-01-7	1º Piso	25019	24130
TG-7	2º Piso	25019	24130
TG-7	3º Piso	5796	5661
Total (proyectado)			24130 W

Fuente: elaboración propia en base a investigación.

### Parámetros considerados

- Caída máxima de tensión permisible : 2.5% de la tensión nominal.
- Factor de demanda : Indicados para teatros según CNE
- Factor de potencia : 0.90
- Carga por área : 30 w/m<sup>2</sup>

### Reglamentación utilizada:

Todo el proyecto se efectuó de acuerdo con los requisitos de las secciones aplicables a los siguientes Códigos o Reglamentos:

- Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Normas de DGE-MEM.
- Normas IEC y otras aplicables al proyecto.

### Cálculos justificados:

Los cálculos, están relacionado a evaluar las instalaciones definiendo los cálculos de corriente y la caída de tensión del alimentador, básicamente, pero en el cuadro de cálculo adjunto, también se indica los cálculos de corriente respectivo.

### Parámetros considerados

Caída máxima de tensión permisible desde el medidor hasta el tablero de distribución (TD) del local será 2.5% de la tensión nominal y de este hasta el punto de salida de utilización más alejado 1.5%

- Carga por área : 30 w/m<sup>2</sup>
- Factor de potencia : 0.90
- Factor de demanda : Indicados para teatros según CNE
- Tensión de servicio : 220V
- Frecuencia : 60Hz

### Cálculos de Intensidades de corriente

$$I = \frac{MD_{TOTAL}}{KxVx \cos \varphi}$$

Los Cálculos se han hecho con la siguiente fórmula:

Dónde:

K= 1.73 para circuitos trifásico

K= 1.00 para circuitos monofásica

### Cálculos de Caída de tensión

Los cálculos de Caída de tensión se han realizado con la siguiente fórmula:

$$\Delta V = KxI \left[ \frac{\rho x L}{S} \right] x \cos \varphi$$

Dónde:

I : Corriente en Amperios

V : Tensión de servicio en voltios

MD<sub>TOTAL</sub> : Máxima demanda total en Watts.

Cos  $\varphi$  : Factor de potencia, 0.90

$\Delta V$  : Caída de tensión en voltios, 2.5%.

- L : Longitud en mts.
- $\rho$  : Resistencia específica o coeficiente de resistividad del Cobre para el conductor en Ohm-mm<sup>2</sup>/m. Para el cobre es igual a 0.0175 Ohm-mm<sup>2</sup>/m.
- S : Sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- K : Constante que depende del sistema. 1.73 para circuitos Trifásicos, 2 para circuitos monofásicos.

- **Cálculos de iluminación para selección de luminarias**

Las consideraciones hechas aquí, nos permiten determinar el flujo luminoso necesario para producir la iluminación E sobre una superficie útil de trabajo S. El flujo necesario será:

$$\Phi_U = E S$$

$$\Phi_T = \frac{\Phi_U}{f_m C_u}$$

$$\Phi_T = \frac{E S}{f_m C_u}$$

Con el flujo total necesario, el número N de lámparas a utilizar suponiendo un flujo por luminaria.

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

## CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

#### 4.1.1 Discusión de la variable 1: confort lumínico en los espacios educativos

De acuerdo con la investigación y el análisis de esta variable, el confort lumínico en las aulas se ve envuelto en tres principales indicadores, los cuales se consiguen con puntos de estudio y trabajo para llegar a dicho confort, estos factores son los siguientes:

En la luminancia, la reglamentación peruana pertinente menciona que se debe tener un mínimo de 250 luxes dentro de las aulas teóricas, para diversos tipos de actividades, mientras que la reglamentación internacional menciona que se debe de tener entre 800 y 700 luxes recomendables dentro de espacios destinados para actividades como leer o escribir, lo que nos indica que la reglamentación local presenta un déficit de información o estudio con respecto a los reglamentos internacionales de contextos muy cercanos al nuestro, de la misma forma, en el reglamento nacional, se menciona poco o nada del deslumbramiento en materiales dentro de los espacios, lo cual el IESNA y el CITECUBB brinda algunos parámetros para lograr este confort dentro de los ambientes.

Pese a esto y tomando como referencia la reglamentación internacional, es posible que con una aplicación correcta de las características de un sistema de iluminación natural en las aulas de los colegios pueda garantizar e incrementar el nivel de confort lumínico al que estarán expuestas dichas aulas a lo largo del año académico, logrando resultados que van desde el correcto desarrollo de las actividades de los alumnos hasta la reducción total del uso de iluminación artificial durante el horario diurno académico.

#### 4.1.2 Discusión de la variable 2: características de un sistema de iluminación natural:

En cuanto a la segunda variable, las características de un sistema de iluminación natural, se pudo analizar y llegar a discusiones mediante las bases teóricas y los análisis de casos, los cuales nos brindan ciertas características específicas para lograr un correcto aprovechamiento de la luz natural de acuerdo al entorno, condiciones externas como puede ser el tipo de cielo y limitantes, e incluso mediante el tipo de captación de luz natural que tendrá el establecimiento, para las cuales, las discusiones se dividirán en los siguientes puntos:

**Captación:** El factor de la captación de luz en una edificación se divide en dos puntos fundamentales, el emplazamiento que recibe el edificio y los condicionantes externos, para el cual, tanto el RNE, como los autores referenciados en la presente investigación, sugieren que el mejor emplazamiento que una institución educativa puede recibir es de NORTE a SUR, evitando así que la luz del sol ingrese de manera directa y cause deslumbramiento e incomodidad dentro del aula, pese a ello, si una edificación presenta una orientación de ESTE – OESTE, es prioritario el uso de parasoles para regular el ingreso de la luz solar al ambiente y evitar incomodidades.

De la misma forma, se estudió las condicionantes externas que presenta la institución, dentro de los cuales se estudia el tipo de cielo y los limitantes de luz que esta puede presentar.

- Tipos de cielo: Como se pudo analizar en las tres edificaciones estudiadas, en cada una de ellas se presenta un tipo diferente de cielo, teniendo como el cielo que presenta la mejor cantidad de luz natural al tipo claro, el cual contiene una nubosidad menor al 10% permitiendo así el mayor ingreso de luz natural a la bóveda celeste, y teniendo como el peor tipo de cielo para poder captar luz natural al cubierto o nublado, el cual presenta valores menores a 10 000 luxes exteriores y obligando al uso de elementos de distribución de luz para brindar comodidad dentro del ambiente.
- Limitantes: De los tres análisis de casos, la Escuela de artes visuales, presenta edificios colindantes que poseen de 20 pisos a más, lo que supone un alto grado de disminución de luz natural, lo cual obligó a los proyectistas de la Escuela a orientar los vanos de Noreste a Suroeste evitando la sombra dada por dicho limitante, mientras que los otros dos casos, priorizaron la orientación NORTE-SUR y la ubicación de los vanos de sus aulas hacia patios internos o áreas libres dentro de dichas instituciones, logrando evitar sombras y tener una mejor captación de luz.

**Transmisión:** Dentro del factor de transmisión, se tiene que tomar indicadores teniendo que analizar los siguientes:

Tipos de iluminación: las tres edificaciones estudiadas hicieron uso de un sistema de iluminación tipo lateral, priorizando su uso por encima del sistema cenital, y dando buenos resultados al momento de distribuir la cantidad de luz dentro de los espacios, para lograr hacer más precisa la comparación se llegó a modelar dos hipotéticas aulas (una con iluminación lateral y otra con cenital) para poder analizar y discutir de mejor medida cual sistema es más apropiado para aulas.

Se tomó la medición con un tipo de cielo claro o despejado, sin limitantes y en un horario entre 11:00 am y el medio día (que son las horas en donde se presentan la mayor cantidad de luxes y el sol se encuentra en su punto más alto), con una orientación de NORTE a SUR y la misma área de vanos.

**Importante:** Cabe resaltar que la cantidad de luxes es referencial ya que este dato varía según la ubicación, orientación y desarrollo de elementos de transmisión, distribución y protección de los ambientes.

En dicha comparación se obtuvo datos como que el tipo de iluminación lateral presenta una distribución de luz, llegando a valores uniformes en los laterales del ambiente, disminuyendo mínimamente la cantidad de luxes al centro del espacio, evitando, además, el ingreso directo de la luz solar y generando un menor índice de deslumbramiento, mientras que el tipo de iluminación natural cenital, enfoca la luz en

un punto determinado, generando una distribución de luz puntual homogénea en el ambiente, pero presentando valores excesivos de luz, lo cual genera un deslumbramiento en materiales y causando problemas debido a que la iluminación cae directo sobre el pupitre del estudiante produciendo molestias e incomodidad durante el horario escolar.

Proporción de vanos: la proporción de los vanos es un tema fundamental al momento de transmitir la luz en un ambiente, según la reglamentación nacional, el área o proporción de dicho elemento debe de contar con el 20% del área del ambiente a iluminar, pero este dato hace referencia porcentaje mínimo más no al óptimo, mientras que el IESNA y el CITECUBB mencionan a modo de recomendación en proyectos públicos, que el vano puede variar proporciones entre el 40% a más, del área del ambiente que se pretende iluminar.

Además se debe tomar en cuenta la altura del alfeizar y del vano para calcular la profundidad que la luz alcanza en el espacio, siendo la fórmula:  $d = 1.5 (h+a)$

Dónde:

d: Profundidad que alcanza la luz

h: altura del vano

a: alfeizar

en donde si se pretende iluminar por completo todo el ambiente se tiene que hacer un análisis de la proporción, la altura y la profundidad que alcanza la luz con el elemento.

En los análisis de casos, la edificación San Ramón ubicada en Cajamarca fue la que presentó un promedio del 30% del área del vano con respecto al ambiente a iluminar, cumpliendo con la reglamentación nacional mas no con las recomendaciones internacionales, cabe rescatar además que esta fue la edificación que presentó lo niveles más bajos en cuanto a luxes en las aulas.

Orientación: La orientación de los vanos también juega un papel fundamental en la transmisión de la luz, todos los autores citados proponen que la orientación adecuada para este tipo de edificaciones, es la NORTE-SUR, porque permite la cantidad de luz para lograr confort lumínico, pero a la vez evita y el ingreso directo de la iluminación solar al ambiente previniendo el deslumbramiento o exceso de reflexión en las aulas.

En el caso de que la edificación no pueda proporcionar esta orientación a los vanos, se tiene que plantear un sistema de protección solar, para reducir así la incidencia de luz dentro del ambiente.

Coeficiente de transmisión luminosa hace referencia al uso de materiales que presentan los vanos, los cuales permitirán una correcta transmisión de la luz.

Se percibe que los rangos entre el 0,9 a 0,65 son los coeficientes que permiten un paso correcto de la luz, mientras que vanos que presenten vidrio tintados obtendrán un

coeficiente menor al 0,35 llegando así a evitar el paso de la luz al interior del ambiente, lo recomendable sería utilizar vidrio que varíen entre los 4mm a 6mm de espesor, sin ningún tipo de tintura ni vinil para proveer de una mejor iluminación al ambiente.

#### **Distribución de luz:**

Elemento de distribución: en cuanto al uso de elementos de distribución de la luz, es necesario siempre y cuando haya dificultades para para lograr una correcta captación y transmisión de la luz, es decir, cuando se presenta un tipo de cielo cubierto nublado, existan limitantes, o haya una proporción inadecuada de vanos, para así ayudar a la distribución uniforme y mejorar la profundidad de la luz dentro de los espacios educativos.

Características de las superficies interiores: las tres edificaciones presentan superficies lisas y uniformes lo que genera que todos los casos estudiados presenten una reflexión especular, la cual es el tipo de reflexión que permite la correcta distribución de luz.

De la misma manera, las reglamentación para instituciones educativas presentan normas en cuanto a colores y materiales a utilizar dentro de los ambientes, por lo que predomina el uso del color blanco y pisos de cemento pulido o algún cerámico rugoso que presente un color gris, ambos materiales y colores, presentan el índice de reflexión que permite el confort lumínico, logrando buena distribución de luz y evitando el deslumbramiento.

**Protección:** En cuanto a los elementos de protección y control solar: al igual que con los elementos de distribución, se hará uso de ellos siempre y cuando exista un exceso de luz, ya sea por una mala orientación de la edificación o desproporción de vanos.

Tanto la edificación Branksome Hall y la Escuela de artes visuales, hacen uso de elementos de protección tales como aleros o celosías, con el fin de evitar el ingreso excesivo de la luz solar a los ambientes educativos, en ambos casos, los elementos mantuvieron la proporción con respecto a los vanos.

## 4.2 Conclusiones

En la presente investigación se puede concluir que:

**C.1.** Es necesario el uso y aplicación de las características de un sistema de iluminación natural tales como captación, transmisión, distribución y protección para lograr confort lumínico dentro de los espacios educativos de una institución.

**C.2.** El uso de un sistema de iluminación natural tipo lateral, favorece en mejor medida al aprovechamiento de la luz natural que el sistema tipo cenital, ya que este sistema, al promediar el medio día, donde el sol está en su punto más alto, permite que la luz ingrese de manera directa al aula y se refleje de forma directa en los pupitres de los alumnos, lo que genera deslumbramiento y posterior disconfort en los alumnos.

**C.3.** Cabe resaltar que las características de un sistema de iluminación natural que influyen en mayor medida a la ganancia del confort son la captación y transmisión de luz ya que de ellas depende mucho la cantidad de luz que ingresará al ambiente, en el caso de que cualquiera de estas dos características presente limitantes o deficiencias se aplicará la distribución y/o protección de luz para poder así lograr el confort lumínico en dichos espacios.

**C.4.** En cuanto al confort, manejar rangos entre 850 y 500 luxes proporciona la conformidad lumínica que genera el confort dentro de las aulas, superar estas cantidades supone generar un exceso de luz dentro de las aulas y un posterior deslumbramiento en ellas, mientras que estar por debajo del rango de los 250 luxes que establece el RNE, sería contar con muy poca luz dentro del ambiente, por lo que sería necesario el uso de iluminación artificial. El horario entre las 10 am y el medio día es donde se producen los mayores valores en cuanto a luxes se refiere, a partir de la 1:00 pm se produce una disminución progresiva de luxes, por lo que al promediar las 5:00 pm se genera un rango de 150 luxes a menos, por lo que es necesario el uso de iluminación artificial luego de esa hora.

**C. Proyecto:** La investigación pudo obtener la relación directa que se produce entre las características de un sistema de iluminación natural y el confort lumínico en los espacios, ya que el uso de esas características permite regular, aumentar o disminuir la cantidad de luxes y reflexión que se produce dentro de estos espacios, siento, estos dos últimos elementos lo que define el confort lumínico dentro del proyecto realizado para demostrar la tesis.

## REFERENCIAS

- Aliaga, K. (2016). *Confort lumínico en las aulas de las escuelas de nivel primario de barrio de Chorrillos de Huancayo Metropolitano en el 2016*. Perú: Universidad Privada de los Andes
- CITECUBB (2012). *Proyecto Innova Chile código: 09CN14-5706: Evaluación de estrategias de diseño constructivo y de estándares de calidad ambiental y uso eficiente de energía en edificaciones públicas, mediante monitorización de edificios construidos*. Chile.
- Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo (2012) *Iluminación vol. 46*. España.
- Gutiérrez, M. (2005). *Aprovechamiento de la luz diurna en las aulas tipo CAPFCE de la Universidad de Colima Campus Coquimatlán*, Col. México: Universidad de Colima.
- Casabianca, G. y Snoj M. (2012). *Estudio de incorporación de variables subjetivas en el desarrollo de un método gráfico para optimizar el confort visual con luz natural en el diseño de las aberturas para aulas en escuela*. Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Muñoz, D. (2010). *La iluminación natural en los espacios arquitectónicos educativos interiores*. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Morales, M. (2014). *Propuesta de una escuela de artes visuales basada en el diseño de un sistema de iluminación natural que permita el confort visual de los usuarios*. Perú: Universidad Privada del Norte.
- Ministerio de Educación (2008) *Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos*. Perú.
- Robles, L. (2014). *Confort visual: estrategias para el diseño de iluminación natural en aulas del sistema de educación básica primaria en el amm Nuevo León*. México: Universidad Autónoma de Nuevo León.

## ANEXOS

Matriz de consistencia.....	ANEXO N° 01
Ficha documental V.I. Captación.....	ANEXO N° 02
Ficha documental V.I. Transmisión .....	ANEXO N° 03
Ficha documental V.I. Transmisión .....	ANEXO N° 04
Ficha documental V.I. Distribución .....	ANEXO N° 05
Ficha de análisis de casos V.I Captación .....	ANEXO N° 06
Ficha de análisis de casos V.I. Transmisión.....	ANEXO N° 07
Ficha de análisis de casos V.I. Transmisión .....	ANEXO N° 08
Ficha de análisis de casos V.I. Protección .....	ANEXO N° 09
Ficha documental v.d. confort lumínico en E.E .....	ANEXO N° 10
Ficha de análisis de casos v.d confort lumínico.....	ANEXO N° 11
Ficha de análisis de casos v.d confort lumínico .....	ANEXO N° 12
Ficha de cruce de información .....	ANEXO N° 13
Ficha de cruce de información .....	ANEXO N° 14
Ficha de cruce de información .....	ANEXO N° 15
Ficha de cruce de datos: valoración DE V.I .....	ANEXO N° 16
Ficha de cruce de datos: valoración de V.D. ....	ANEXO N° 17

## ANEXOS