

Evaluación de condiciones de confort en ambientes de formación en construcciones mixtas

Guevara, A.L.¹

¹Guevara Silva Alba Lorena, Mg. Arquitecta, instructora investigadora.

¹a.lorena.g.silva@gmail.com

Centro de la Industria, la empresa y los servicios, Neiva, Regional Huila.

Colaboradores: Arq. Omar Rengifo, Aprendices Técnico en Dibujo Arquitectónico.CGDSS



Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar las condiciones ambientales: visuales, térmicas y auditivas, de los tres tipos de diseños de ambientes de formación existentes en el Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible del Surcolombiano del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Huila, para validar el cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana NTC 4595, Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares, del Ministerio de Educación actualización del 2015 . Mediante una investigación cuantitativa se realizó un registro diario desde las 9:00 am a 4:00pm entre los meses de octubre y noviembre del 2018 en los tres tipos de ambientes seleccionados de acuerdo a su uso y características físicas de diseño; a partir de este registro, se recolectó la información y tabularon los datos obtenidos teniendo en cuenta las variables luminosidad, temperatura / humedad relativa y niveles sonoros. Como resultado para las variables de temperatura y humedad-relativa se obtuvo un promedio de 26,1 °C para el ambiente tipo A1, 28,1°C para el ambiente tipo B2 y 26,9 °C para el ambiente tipo C3 respectivamente; el área efectiva de abertura y orientación de los ambientes para la variable de iluminación fue de 44,8m² y 35°C con respecto al eje este – oeste para el ambiente tipo A1, para el ambiente tipo B2 fue de 83,2m² y 58°C con respecto al eje este – oeste y para el ambiente tipo C3 de 80m² y 24°C con respecto al eje este – oeste; para la variable de ventilación se obtuvo un área de abertura de 44,8m² y orientación de las ventanas de 44% para el ambiente A1; para el ambiente tipo B2 de 10,4m² y 44%; para el ambiente tipo C3 de 12,72m² y 66%; finalmente para la variable niveles sonoros, los niveles de intensidad del sonido medidos en decibeles fueron de 51,66 dB, 51,93 dB y 54,85 dB para el ambiente tipo A1, B2 y C3 respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo concluir las condiciones ambientales existentes en los ambientes, no resultaron dentro del rango de confort, sin embargo, se identifican variables arquitectónicas que se podrían ejecutar, con el fin de conseguir un mejor desempeño visual, térmico y auditivo en los ambientes de formación.

Palabras clave: Confort visual, confort térmico, confort auditivo, luminosidad, temperatura, humedad relativa, niveles sonoros.

Abstract

This research was designed to evaluate the environmental conditions which are visual, thermal and hearing for the three types of existing training environments designs at the Management and sustainable development Center of Surcolombiano at the Learning National service (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, in Spanish); Huila Regional. That is to validate the compliance with the NT C 4595 Colombian Technique regulation as well as Civil Engineering, Planning Architecture, Facilities design and School environments; Ministry of Education, 2015. There was a quantitative research in which a daily registry was conducted from 9 am to 4 pm between October and November, 2018. Such registry occurred in the three types of environments that were chosen according to their use and physical design features. As of this registry, information was collected and some obtained data were tabulated considering the lightning, relative temperature / humidity and sound levels variables. As a result, there was an average of 26,1 °C for A1 type environments, 28,1°C for B2 type environment and 26,9 °C for the C3 type environment as well. This was concerning the temperature and relative-humidity variable. The effective area of opening and orientation of the training environments concerning the lighting environment, was 26,9 °C regarding the east-west axis for the A1 type environment; 83,2m² and 58°C for the B2 type environment regarding the east-west axis; and 80m² and 24°C for the C3 type environment regarding the east-west axis. About the ventilation variable, there was an opening area of 44,8m² and 44 % for windows orientation for the A1 environment; 10,4m² and 44% for the B2 type environment; and 12,72m² and 66% for the C3 type environment. Finally, concerning the sounds level variables, the sound intensity levels, which were measured in decibels, were 51,66 dB, 51,93 dB and 54,85 dB for A1, B2 and C3 type environments as well. According to the obtained results, it was possible to conclude that the existing environmental conditions at the environments are not within the comfort range, however, architecture variables have been identified and these can be executed in order to obtain a better visual, thermal and hearing performance in the training environment.

Keywords: Visual comfort, thermal comfort, auditory comfort, luminosity, temperature, relative humidity, sound levels.

Introducción

En el contexto del sector productivo de la construcción, la tendencia de desarrollo del sector a nivel internacional se basa en la introducción de aspectos de sostenibilidad dentro de los procesos constructivos de las edificaciones y obras civiles. En general, a nivel mundial se observa una fuerte tendencia a considerar obligatoria la introducción de aspectos relacionados a la eficiencia energética y la implementación de certificaciones de construcción sostenible donde se destacan, Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED por sus siglas en inglés) y el Certificado de Eficiencia Energética de Edificios (BEEC por sus siglas en inglés) (CAMACOL -SENA, 2016).

En Colombia, según (CAMACOL, 2016) la normatividad en sostenibilidad se ha enfocado en el uso eficiente de energía y recursos hídricos en las edificaciones, esto mediante la instalación de equipos que permitan reducir el consumo de agua y energía; además de sugerir ciertos tipos de diseños para el buen uso de los recursos naturales.

La guadua como recurso natural, se viene usando en las construcciones masivamente y de manera positiva por sus ventajas arquitectónicas y sostenibles, con cerca de 45.000 hectáreas sembradas en el territorio colombiano para el 2018, de las cuales el 6% se ubican geográficamente en el departamento del Huila, según el Acuerdo de competitividad de la cadena de guadua y su industria. 2018 – 2030.

En el municipio de Pitalito – Huila, el Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano SENA Regional Huila, ha sido pionero desde hace más de 20 años en la formación profesional con énfasis en técnicas de construcción sostenibles, ofertando programas de formación como el técnico en construcciones en guadua y cursos

complementarios en silvicultura y armado de estructuras en guadua; los cuales no solo han fortalecido las competencias y habilidades en sistemas constructivos tradicionales y sostenibles en aprendices del tecnólogo en Obras Civiles, sino que además han brindado al centro de formación ventajas de tipo arquitectónico, estructural y económicas para la construcción de los ambientes de formación.

A pesar de las ventajas arquitectónicas, constructivas, económicas y ambientales evidenciadas por el uso de construcciones mixtas en el centro de formación, no se había considerado si estas estructuras cumplían con todas las condiciones básicas de comodidad para aprendices, regidas por la Norma Técnica Colombiana NTC 4595, Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares, del Ministerio de Educación. La NTC 4595, acoge las disposiciones de la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación), además de “la accesibilidad, seguridad y comodidad, desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental, para generar así instalaciones con bajos costos de funcionamiento y mínimo deterioro del ambiente”.

Prevía a esta investigación, se realizó entre los años 2016 – 2018, a partir de un método de análisis de observación descriptiva, un registro por 3 años en el formato institucional: “Identificación del estado actual del ambiente de aprendizaje fijos”, las condiciones relacionadas con seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente incluyendo: la contaminación visual, contaminación ambiental, contaminación auditiva y otros riesgos de cada uno de los ambientes de formación existentes en el centro. En esta investigación anterior, se evidenció que según la percepción de aprendices e instructores existe una alta contaminación auditiva en los ambientes de formación, seguido de la contaminación visual, con poca o nula contaminación ambiental.

Es así como en el 2018, se evaluó a partir de un método de investigación cuantitativo, las condiciones ambientales: visuales, térmicas y auditivas de las 3 tipologías constructivas de ambientes de formación existentes en el Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible del Surcolombiano SENA, Regional Huila, para validar el cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana NTC 4595, Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares, del Ministerio de Educación.

Metodología

El presente análisis se realizó en el Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible del Surcolombiano SENA localizado en la ciudad de Pitalito – Huila. Según climate.data.org y weather spark.com (2018) el clima en la ciudad de Pitalito es cálido templado, con una temperatura promedio de 17.4°C que generalmente varía de 17°C a 26°C, y muy ocasionalmente baja a menos de 16°C o sube a más de 28°C. Aunque no hay estaciones en la ciudad de Pitalito, la temporada calurosa dura 1,3 meses, entre el 29 de agosto al 07 de octubre y la temporada fresca dura 1,5 meses, entre 30 de octubre al 12 de diciembre. El mes más cálido del año es enero con temperaturas máxima de 25°C y mínima de 17°C, mientras que el mes más frío es noviembre con temperaturas mínimas de 17°C y máximas de 24°C. La humedad relativa está por encima del 80%, aunque la percepción de la humedad puede variar de manera extrema.

De acuerdo al clima que posee la ciudad de Pitalito, se determinan los parámetros para las variables a estudiar según la norma NTC 4595, los cuales se ciñen a tres tipologías:

- *Clima moderado, frío y templado, (temperatura que fluctúa entre 5 °C y 22 °C con variaciones marcadas entre el día y la noche y humedad relativa que oscila*

entre 40 % y 60 %).

- *Clima cálido seco (temperatura que fluctúa entre 5 °C y 35 °C con cambios muy acentuados de temperatura entre el día y la noche y humedad relativa entre 10 % y 60 %).*
- *Clima cálido húmedo (temperatura que fluctúa entre 22 °C y 32 °C, que se mantiene relativamente constante durante las 24 h del día y humedad relativa que está entre 65 % y 95 %).*

Tomando la temperatura promedio de 17.4°C y humedad relativa por encima del 80% para la ciudad de Pitalito, se definió la tipología de “clima moderado, frío y templado” (ver Tabla 1) como el más aproximado a las condiciones presentadas para el centro de formación en estudio.

Seguidamente, se estableció por cada variable los parámetros referenciados en la norma de la siguiente manera:

Variable luminosidad: Según la NTC 4595, la variable luminosidad en los ambientes de formación está categorizada dentro de la comodidad visual entendiéndose como:

Consiste en las condiciones ambientales necesarias para garantizar una visibilidad apropiada en las distintas actividades propuestas por el Proyecto Educativo Institucional. Esta norma hace énfasis en la provisión de luz natural, de tal forma que durante la mayor parte de la jornada escolar puedan satisfacerse los requerimientos de iluminación sin necesidad de utilizar fuentes de iluminación artificial. Pueden dividirse en indicaciones sobre la cantidad y calidad de luz y disposiciones varias. (p.31).

Como parámetro de referencia para esta variable, se especifica el *área efectiva de abertura de iluminación y la orientación de aberturas para la iluminación*, el cual para el tipo de clima seleccionado es de 1/3 del área del piso del espacio servido y perpendicular o con variaciones hasta de

45° respecto eje norte – sur respectivamente (ver Tabla 1), entendiéndose como los referentes para determinar si se cumple o no con la iluminación natural mínima que permita una visibilidad apropiada en los ambientes de formación, dependiendo del tipo de clima que se tenga en cada caso.

Variable temperatura – humedad relativa:

Según la NTC 4595, la variable temperatura-humedad en los ambientes de formación está categorizada dentro de la comodidad térmica entendiéndose como:

Hace referencia a las condiciones ambientales necesarias para garantizar que un número máximo de usuarios de las instalaciones escolares no considere el clima como un factor que perturbe el desarrollo de sus actividades. Esta norma hace énfasis en la morfología y

constitución de los edificios, como instrumentos moduladores del clima, y no contempla la utilización de equipos mecánicos especializados. (...) El acondicionamiento térmico contempla: la ventilación y el control de la radiación solar. (p. 36).

Como parámetro de referencia para esta variable, se especifica inicialmente “la temperatura y humedad relativa, el área efectiva de abertura de ventilación, la orientación de aberturas para la ventilación y altura mínima de piso a cieloraso”, el cual para el tipo de clima seleccionado es 1/3 del área del piso del espacio servido, mínima exposición de las caras exteriores y aberturas a vientos predominantes y 2,7 metros respectivamente (ver Tabla 1), entendiéndose como los referentes para determinar si se cumple o no con la ventilación mínima en los ambientes de formación y que no se conviertan en un factor que perturbe las actividades.

Tabla 1. Resultados para la pregunta 13. ¿Qué tanto a logrado memorizar el vocabulario de la APP?

Clima	Temperatura	Humedad relativa	Altura mínima piso a cieloraso	Área efectiva de abertura iluminación	Orientación aberturas para iluminación	Área efectiva de abertura ventilación	Orientación aberturas para la ventilación	Factor de ganancia solar respecto materiales
Moderado, templado y frío	Entre 5 y 22°C, con variaciones marcadas entre el día y la noche	Entre 40 y 60μ	2,7 metros	1/3 del área del espacio servido	Perpendicular o con variaciones hasta de 45° respecto eje norte – sur	De 1/15 a 1/12 del área de la planta para A1	Mínima exposición de las caras exteriores y aberturas a vientos predominantes	Transmitancia térmica inferior a 3W/m2 por grado centígrado
Cálido seco	Entre 5 y 35°C, con cambios muy acentuados entre el día y la noche	Entre 10 y 60μ	3,0 metros	¼ del área del piso del espacio servido	Perpendicular respecto eje norte – sur	1/9 del área del piso del espacio servicio A1. 1/8 para B2 y C3	30° a 90°	Perpendicular o con variación hasta 10° al eje norte – sur ÷ 7,5μ Orientaciones diferentes ÷ 5μ
Cálido húmedo	Entre 22 y 32°C con temperatura relativamente constante	Entre 40 y 60μ	3,0 metros	1/5 del área del piso del espacio servido.	Perpendicular respecto eje norte – sur	1/6 del área del piso del espacio servido A1. 1/5 del área del piso del espacio servido B2 y C3	45°	Paredes perpendiculares o con variaciones de hasta 10° al eje norte – sur ÷ solo un 7,5μ de la energía solar incidente se trasmite al interior. Orientaciones diferentes ÷ 5μ

Nota: Elaboración propia

Cabe resaltar que, en este estudio, no se tuvo en cuenta el factor de ganancia de calor solar de los materiales ni transmitancia de los mismos, dado a que no estaba contemplado dentro del objetivo de esta investigación.

Variable niveles sonoros: Según la NTC 4595, la variable niveles sonoros en los ambientes de formación está categorizada dentro de la comodidad auditiva entendiéndose como:

Hace referencia a las condiciones ambientales indispensables para garantizar un acondicionamiento acústico apropiado en los distintos espacios generados por el Proyecto Educativo Institucional PEI. Esta norma hace énfasis en la adecuación sonora de los diferentes recintos educativos para la buena audición sin utilización de medios electrónicos de amplificación. (p. 42).

Como parámetro de referencia para esta variable, se especifica *el nivel de intensidad de sonido en dB en decibeles* de acuerdo con la caracterización de tipo de ambiente definido en la NTC 4595, entendiéndose como el referente para determinar si se cumple o no con el nivel de sonido óptimo en los ambientes de formación, que no perturbe las actividades realizadas (ver Tabla 2).

Seguidamente, se seleccionaron los tipos de ambientes a analizar según su uso y características físicas (materiales constructivos y diseño arquitectónico), los cuales se denominaron ambiente tipo A1, ambiente tipo B2 y ambiente tipo C3 para efectos de la investigación. Una vez definidos los ambientes tipo, se levantó la información técnica de los ambientes de formación: planos arquitectónicos, dimensiones, áreas, altura y características físicas haciendo uso de las fichas de infraestructura usadas por la entidad “Identificación del estado actual del ambiente de aprendizaje fijos”.

Luego, se diseñaron formatos de registro diario y se programó la frecuencia, distribución de puntos y posicionamiento de la instrumentación en cada tipo de ambiente para los niveles sonoros tomando como referencia autores como Alonso et al., 2008; Casas et al., 2015, Nova 2008 y las variables temperatura-humedad relativa según la NTC 4595; para la variable iluminación se hicieron cálculos matemáticos y se graficaron en planos arquitectónicos las condiciones establecidas según cada tipo de ambiente.

Finalmente, se recolectó la información en los formatos de registro y se tabuló la información y promediaron los datos obtenidos para consolidarse en tablas de cálculo.

Tabla 2. Niveles máximos de intensidad de sonido adaptado de la NTC 4595.

Ambientes	Niveles de intensidad de sonido dB	Caracterización
Ambiente A1	40 a 45	Conversación voz baja
Ambiente B2	35 a 40	Silencio
Ambiente C3	45 a 50	Conversación natural

Nota: Niveles de intensidad de sonido para cada tipo de ambiente estudiado. Elaboración propia.

Resultados

Los resultados de esta investigación son producto de la información recolectada en los formatos de registro y cálculos matemáticos obtenidos a partir de los mismos, con base en los parámetros establecidos por la NTC 4595, para las variables luminosidad, variables temperatura y humedad relativa y variables niveles sonoros en los tres tipos de ambientes de formación tipo A1, B2 y C3.

Caracterización arquitectónica de ambientes

Ambiente A1: se caracteriza por ser un ambiente usado para la formación convencional, por lo tanto, su mobiliario comúnmente está compuesto de mesas cuadradas de 1x1 metro y sillas individuales; así como tablero movable, escritorio y/o mesa para instructor y silla como se muestran en la Figura 1.

Figura 1. Ambiente de formación A1. Planta arquitectónica tipo.

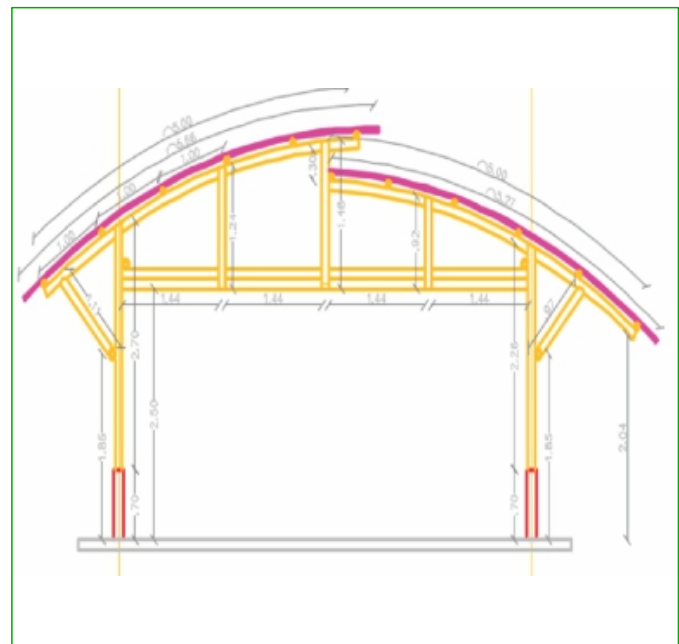
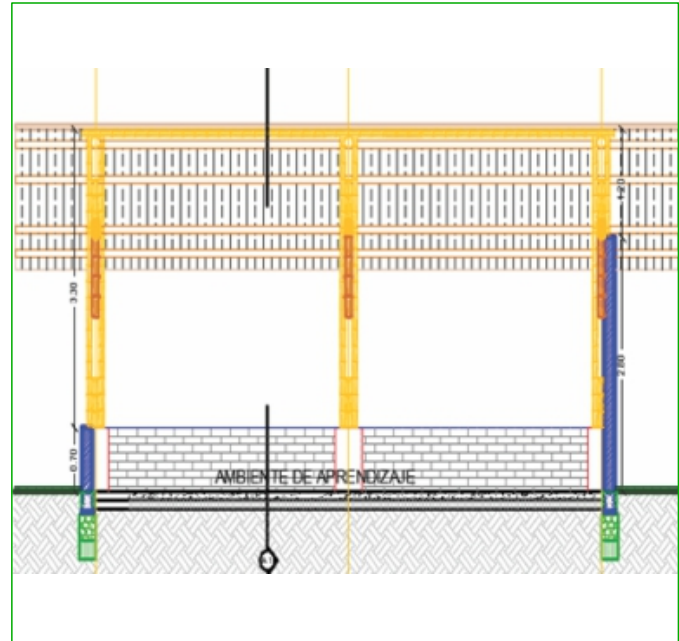


Nota: Elaboración aprendices Técnico en dibujo arquitectónico CGDSS.

Respecto a su diseño arquitectónico y materiales constructivos, se caracteriza por ser en estructura mixta: en concreto para vigas inferior y pedestales, y en guadua para columnas y estructura de cubierta, con muros bajos en ladrillo a la vista a media altura que delimitan el área de ambiente, y cubierta a dos

aguas dispuestas a diferentes alturas de manera curva o recta permitiendo la ventilación cruzada en ambientes abiertos como se observa en las Figura 2. y Figura 3.

Figura 2. Ambiente de formación A1. Corte transversal y longitudinal.



Nota: Elaboración aprendices Técnico en dibujo arquitectónico CGDSS.

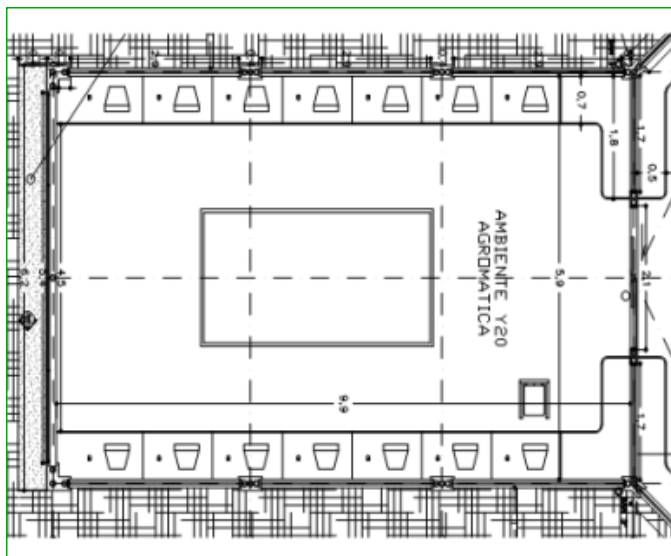
Figura 3. Ambientes de formación A1. Render ambientes en secuencia zona de café CGDSS.



*Nota: Ambientes de formación contruidos en secuencia, con muro divisorio en superboard.
Elaboración aprendices Técnico en dibujo arquitectónico CGDSS.*

Ambiente tipo B2, se caracteriza por ser un ambiente usado para la formación especializada de informática TIC, por lo tanto, su mobiliario está compuesto de mesas de trabajo fijas con computadores, CPU, teclados y mouse, así como televisor, tablero movable, escritorio y/o mesa para instructor y silla, como se evidencia en la Figura 4.

Figura 4. Ambiente de formación B2. Planta arquitectónica tipo. Fotografía interior ambiente

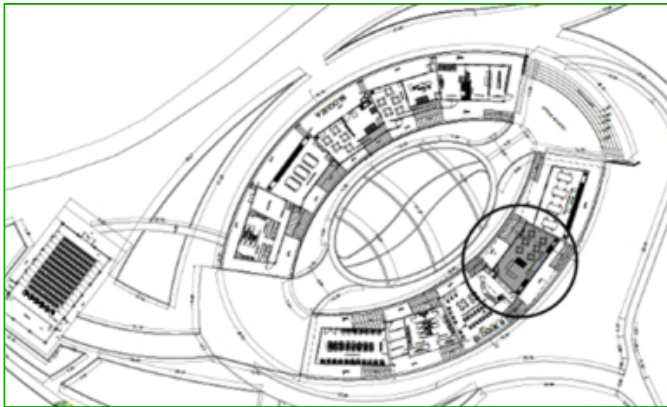


Nota: Elaboración aprendices Técnico en dibujo arquitectónico CGDSS.

Respecto a su diseño arquitectónico y materiales constructivos, se caracteriza por ser en estructura mixta: en concreto para vigas inferior y pedestales, y en guadua para columnas y estructura de cubierta, con muros bajos en ladrillo a media altura con terminación en vidrio templado, y cubierta a dos aguas dispuestas a diferentes alturas de manera curva o recta permitiendo la ventilación cruzada en ambientes cerrados.

Ambiente tipo C3, se caracteriza por estar ubicado en el complejo de ambientes de simulación de la “Escuela de la calidad del café ENCC del CGDSS” como se evidencia en la Figura 5. un ambiente tipo “Taller”, usado para la formación especializada para realizar diferentes tipos de análisis al café, por lo tanto, su mobiliario está compuesto de mesas de trabajo fijas con equipos y máquinas para realizar los diferentes procesos de análisis al café.

Figura 5. Localización ambiente de formación tipo C3. Escuela de la calidad del café CGDSS.



Nota: Elaboración aprendices Técnico en dibujo arquitectónico CGDSS.

En cuanto a su diseño arquitectónico y materiales constructivos, este tipo de ambiente taller, se caracteriza por tener una estructura mixta: en concreto para vigas inferior y pedestales, y en guadua para columnas y estructura de cubierta, con muros bajos en ladrillo a media altura y terminación en superboard y/o vidrio templado, y cubierta a dos aguas dispuesta de manera curva, sin ventilación cruzada en ambientes cerrados con cieloraso en pvc como se lee en las Figura 6. y Figura 7.

Figura 6. Ambiente de formación C3. Planta arquitectónica tipo.



Nota: Elaboración aprendices Técnico en dibujo arquitectónico CGDSS.

Figura 7. Ambiente de formación tipo C3. Taller de extracción y preparación del café ENCC.



Nota: Elaboración aprendices Técnico en dibujo arquitectónico CGDSS.

Diseño de formatos de registro diario

Se diseñaron dos formatos de registro, uno para el registro de la temperatura y la humedad relativa por cada tipo de ambiente y otro para el registro de los decibeles en cada punto referenciado por ambiente tipo.

La temperatura y humedad relativa se registraron diariamente, de lunes a viernes en horario académico, cada hora desde las 9:00am hasta las 4:00pm, tomándose ocho datos por día, durante un mes entre los meses de octubre y noviembre del año 2018 (ver Tabla 3).

Tabla 3. Formato de registro diario variable temperatura – humedad relativa. Ejemplo ambiente tipo.

PUNTO (1)	FASE O PERIODO (2)	HORA	TEMPERATURA				HUMEDAD				OBSERVACIONES
			F1:	F2:	F3:	F4:	F1: %	F2: %	F3: %	F4: %	
1	d	9:00am	26.4	27	26	22.8	59	57	57	67	F1: Soleado
											F2: Soleado
											F3: Soleado
											F4: Nublado
1	d	10:00am	28.1	30.6	29.9	23.6	51	50	47	66	F1: Soleado
											F2: Soleado
											F3: Soleado
											F4: Nublado
1	d	11:00am	30.2	33.5	32	28.6	49	41	45	60	F1: Soleado
											F2: Soleado
											F3: Soleado
											F4: Soleado
1	d	12:00am	28.8	36	31.8	37.6	50	39	46	52	F1: Nublado
											F2: Soleado
											F3: Soleado
											F4: Soleado
1	d	1:00am	25	27.9	30.2	29.3	62	60	53	54	F1: Soleado
											F2: Nublado
											F3: Soleado
											F4: Soleado
1	d	2:00pm	29.1	30.2	35.2	29.9	55	53	38	52	F1: Soleado
											F2: Soleado
											F3: Soleado
											F4: Soleado

1	d	3:00pm	32.3	29.2	31.2	28.3	45	51	45	60	F1: Soleado
											F2: Nublado
											F3: Soleado
											F4: Nublado
1	d	4:00pm	36.8	28.4	29	27.5	55	52	49	60	F1: Nublado
											F2: Soleado
											F3: Soleado
											F4: Nublado
TOTAL			25	31,5	29	53,25	50,375	50,375	47,5	58,875	

Nota: Elaboración propia.

El instrumento usados para la medición de temperatura y humedad fue el TermoHigrómetro Digital HTC-2 Sonda Temperatura y Humedad (termohigrómetro alta precisión LCD electrónico digital, humedad medidor de temperatura testes reloj HTC-2 Hogar en/al aire libre con sonda. Rango de temperatura: de interior y al aire libre - 50~70°C (-58~158°F) rango de humedad: 10μ ~ 99μ RH).

El TermoHigrómetro Digital HTC-2 Sonda se dejó en un punto fijo durante el tiempo de medición, para cada tipo de ambiente. También se dejó espacio para las observaciones del tiempo, en aras de analizar la incidencia de estos en la temperatura y humedad relativa registradas.

Los decibeles se registraron diariamente de lunes a viernes en horario académico, en la relación de 9:15 am, 9:30 am, repitiéndose esa secuencia cada hora hasta las 3:15 pm, 3:30 pm. Se definieron de 6 a 7 puntos localizados por ambiente (ver Figura 8), tomando la información así: en el punto uno se tomaba 2 veces la información en relación con 10 segundos por cada medición y se rotaba hacia el siguiente punto en el mismo ambiente (ver Tabla 4).

Tabla 4. Formatos de registro diario variable nivel sonoro. Ejemplo ambiente tipo.

PUNTO (1)	FASE O PERIODO (2)	HORA	TIEMPO DE MEDICION	TIEMPO DE INTEGRACION (Fast /Slow)	RESULTADO MEDIDAS			OBSERVACIONES
					F1			
					MIN	AV	MAX	F1
1	d	9:15am	10 seg	Slow	66	68	71	Formación
1	d	9:30am	10 seg	Slow	66	68	72	Formación
2	d	10:15am	10 seg	Slow	63	67	72	Formación
2	d	10:30am	10 seg	Slow	42	45	59	Formación
3	d	11:15am	10 seg	Slow	61	72	79	Mantenimiento con guadaña en zonas verdes ENCC
3	d	11:30am	10 seg	Slow	56	63	66	Formación
4	d	12:15pm	10 seg	Slow	62	68	73	Formación
4	d	12:30pm	10 seg	Slow	57	64	70	Formación
5	d	1:15pm	10 seg	Slow	51	58	64	Formación
5	d	1:30pm	10 seg	Slow	73	75	77	Mantenimiento con guadaña en zonas verdes ENCC
6	d	2:15pm	10 seg	Slow	57	61	65	Formación
6	d	2:30pm	10 seg	Slow	63	72	76	Formación
7	d	3:15pm	10 seg	Slow	47	56	73	Formación
7	d	3:30pm	10 seg	Slow	73	78	84	Mantenimiento con guadaña en zonas verdes ENCC
TOTAL					60	65	72	

Nota: Elaboración propia.

El instrumento de medición usado fue la aplicación Android sonómetro (Sound Meter) para la medición de sonido en valores de decibeles dB del ruido ambiental (medición auditiva), donde se tomó la siguiente información obtenida: valor MIN (Mínima); AVG (Media) y MAX (Máxima) (Ver Tabla 4).

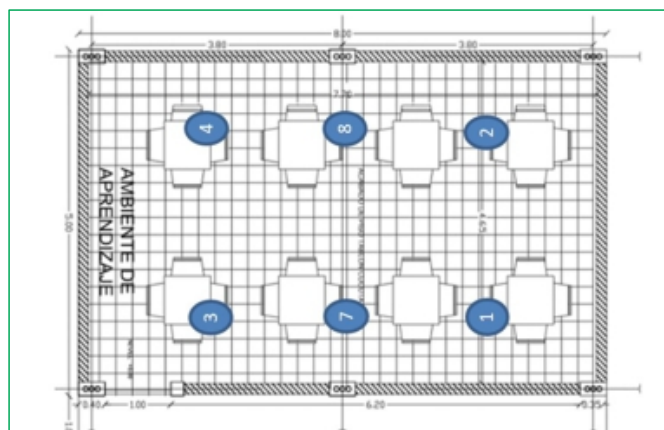


Figura 8. Ejemplo de ubicación de puntos de medición auditiva en ambientes de formación. Variable niveles sonoros.

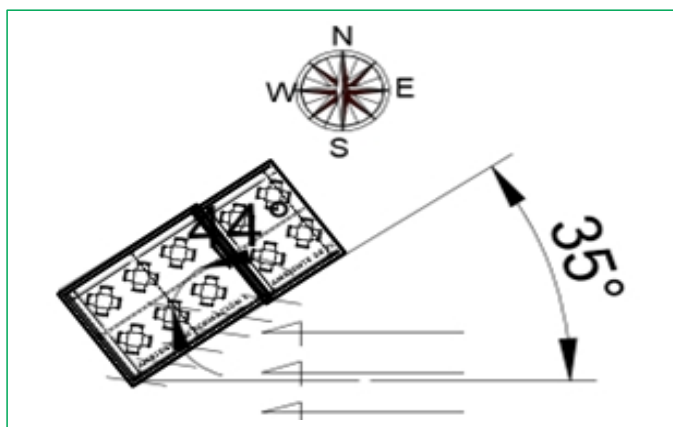
Nota: Elaboración propia.

Una vez se diseñaron los formatos de registro, se tabularon y graficaron los datos e información recolectada por cada una de las variables:

Variable luminosidad: Para los tres tipos de ambientes A1, B2 y C3, el área de las aberturas de luz natural se determinó multiplicando la altura por el ancho de las ventanas y/o áreas abiertas del ambiente; para la orientación de estas, se tomó como referencia el levantamiento arquitectónico de cada ambiente de formación y su ubicación con respecto al norte.

Para el ambiente tipo A1, se obtuvo un área de abertura de 44,8m² y una orientación de aberturas de 35°C con respecto al eje este – oeste (ver Figura 9).

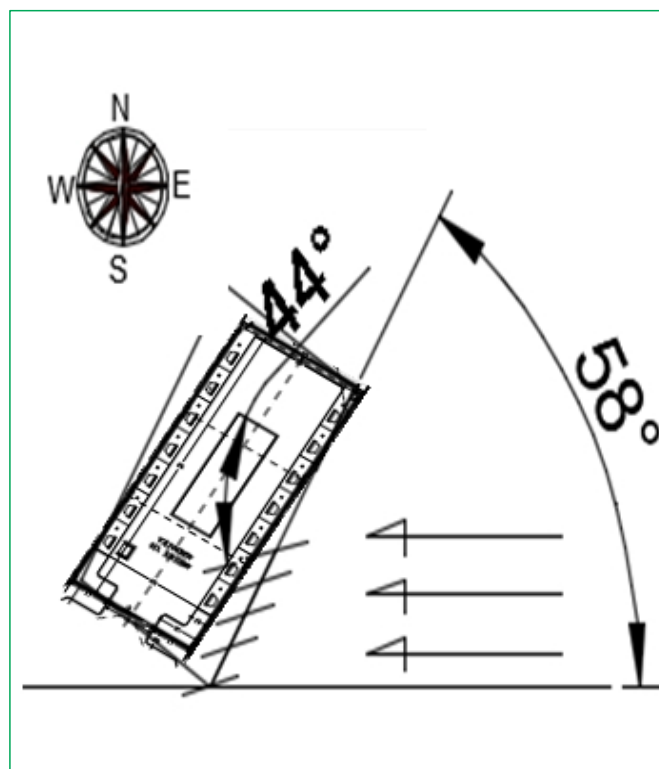
Figura 9. Ambiente tipo A1. Área efectiva de abertura de iluminación y orientación de abertura para iluminación.



Nota: Elaboración propia.

Para el ambiente tipo B2, se obtuvo un área de abertura de 83,2m² y una orientación de aberturas de 58°C con respecto al eje este – oeste (ver Figura 10).

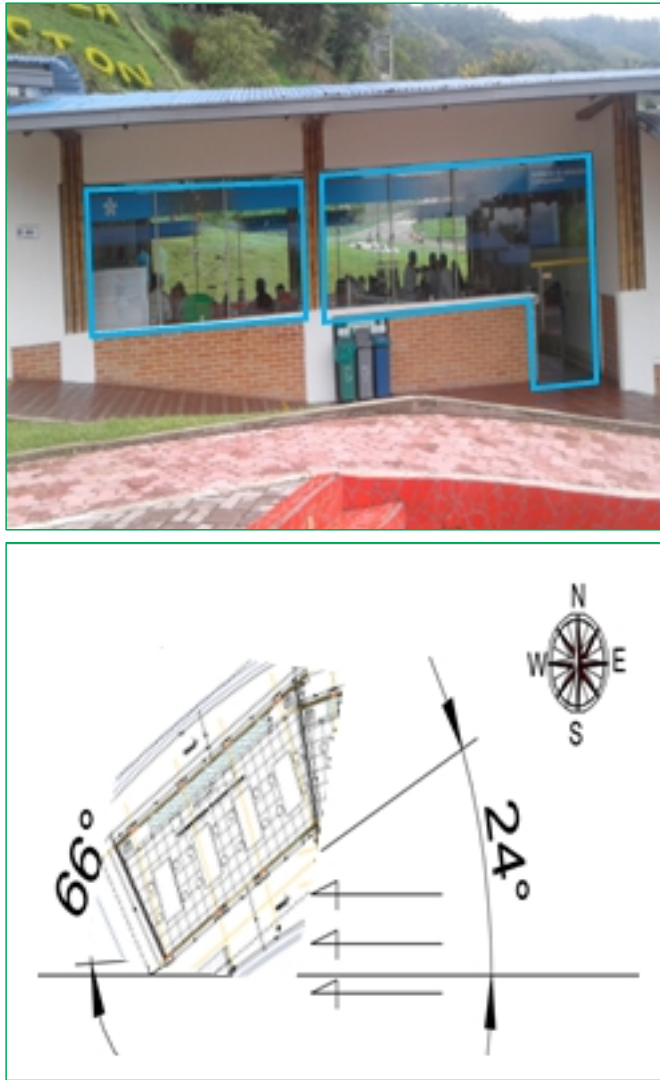
Figura 10. Ambiente tipo B2. Área efectiva de abertura de iluminación y orientación de abertura para iluminación.



Nota: Elaboración propia.

Para el ambiente tipo C3, se obtuvo un área de abertura de 80m² y una orientación de aberturas de 24°C con respecto al eje este – oeste (ver Figura 11).

Figura 11. Ambiente tipo C3. Área efectiva de abertura de iluminación y orientación de abertura para iluminación.



Nota: Elaboración propia.

Variable temperatura – humedad relativa:

Para los tres tipos de ambientes A1, B2 y C3, los datos registrados de temperatura y humedad relativa se promediaron por día para obtener la

temperatura media y promedio de humedad relativa diaria, y posteriormente se promediaron aritméticamente para calcular la temperatura y humedad relativa media mensual, obteniendo los siguientes resultados: 26,1 °C para el ambiente tipo A1, 28,1°C para el ambiente tipo B2, y 26,9 °C para el ambiente tipo C3.

Respecto al área efectiva de las aberturas (ventanas) y orientación de las aberturas para la ventilación, se tomó la misma información registrada para la variable iluminación, con la diferencia de que en esta variable solo se calcula el área efectiva de las ventanas que permiten la ventilación de los espacios internos, obteniendo los siguiente:

Para el ambiente tipo A1, se obtuvo un área de abertura de 44,8 m² dado a que es un ambiente de tipo abierto, sin muros y/o ventanas y una alta exposición de las caras exteriores a vientos predominantes en sentido este – oeste, dada a la orientación del ambiente de 35°C con respecto al eje norte – sur (ver Tabla 5.).

Para el ambiente tipo B2, se obtuvo un área de abertura de 10,4 m² y una mínima exposición de la cara exterior de aberturas a vientos predominantes en sentido este – oeste, ya que estas casi no se abren porque poseen dificultad de abertura por equipos de cómputo en el sitio, con ángulo de inclinación de 44%.

Para el ambiente tipo C3, se obtuvo un área de abertura de 12,72 m² y una mínima exposición de la cara exterior de aberturas a vientos predominantes en sentido este – oeste, ya que estas casi no se abren porque poseen dificultad de abertura por equipos de laboratorio, con un ángulo de inclinación de 66 %.

Tabla 5. Resultados análisis de cumplimiento NTC4595, en cada tipo de ambiente, variables luminosidad y temperatura – humedad relativa.

	Temperatura	Humedad relativa	Área Ambiente	Altura mínima piso a cielorraso	Área efectiva de abertura iluminación	Orientación aberturas para iluminación	Área efectiva de abertura (ventana)	Orientación aberturas para la ventilación	Factor de ganancia solar respecto materiales	AT ZOO M T E C C
	Entre 5 y 22°C, con variaciones marcadas entre el día y la noche	Entre 40 y 60 %	m2	2,7 metros	1/3 del área del espacio servido	Perpendicular o con variaciones hasta de 45° respecto eje norte - sur	De 1/15 a 1/12 del área de la planta para A1. De 1/12 a 1/10 del área de la planta para B2 y C3.	Minima exposición de las caras exteriores y aberturas a vientos predominantes	Transmitancia térmica inferior a 3W/m2 por grado centígrado	
A1	25,1 °C	61,55 %	51,35 m2	3,26 m	17,1 m2 Ideal Real ÷ 44,8 m2	Inclinación de 35° respecto al eje este-oeste	3,42 m2 Ideal Real ÷ 44,8 m2	44°	Por analizar	
B2	28,1 °C	59,11 %	66,50 m2	3,26 m	22,16 m2 Ideal Real ÷ 83,2 m2	Inclinación de 58° respecto al eje este-oeste	5,54 m2 Ideal Real ÷ 10,4 m2	Dificultad para permitir la abertura de ventanas	Por analizar	
CE	26,9 °C	62%	73,75 m2	3,26 m	24,58 m2 Ideal Real ÷ 80 m2	24° respecto a la perpendicular del eje norte-sur	6,14 m2 Ideal Real ÷ 12,72 m2	66° respecto al eje de ventilación predominante	Por analizar	

Nota: Elaboración propia

Variable niveles sonoros:

Para los tres tipos de ambientes A1, B2 y C3, los niveles de intensidad del sonido medidos en decibeles obtenidos por día se promediaron por semana y posteriormente por el mes, obteniendo los siguientes resultados: 51,66 dB, 51,93 dB y 54,85 dB para el ambiente tipo A1, B2 y C3 respectivamente.

Tabla 6. Resultados análisis de cumplimiento NTC4595, en cada tipo de ambiente.

Ambientes	Niveles de intensidad de sonido dB	Niveles de intensidad de sonido dB	CUMPLE CON LA NTC 4595
Ambiente A1	40 a 45	51,66	6,66 dB por encima
Ambiente B2	35 a 40	51,93	11,93 dB por encima NO
Ambiente C3	45 a 50	54,85	4,85 dB por encima NO

Nota: Niveles de intensidad de sonido para cada tipo de ambiente estudiado. Elaboración propia.

Discusión

Para los tres tipos de ambientes de formación, en la **variable de iluminación**, relacionada con el confort visual, se evidenció que el área de las aberturas de luz natural sobrepasó más de cuatro veces el parámetro establecido, además tampoco están orientadas perpendiculares o con variaciones hasta de 45° con respecto al eje norte – sur según se estipula en la NTC 4595.

Para el confort térmico, la **variable temperatura – humedad relativa**: en el caso del ambiente A1 se evidenció que el área de las aberturas para la ventilación está muy por encima del estándar, lo cual podría estar relacionado con la temperatura promedio del ambiente. Respecto a la orientación de las aberturas, el ambiente cumple con una variación mínima con el ángulo determinado en la norma. En el ambiente tipo B2 por otro lado, casi que alcanza el área de aberturas para ventilación, sin embargo, se obstruye por los aleros del ambiente. Por último, el ambiente C3 está por debajo del área de ventilación que deberían alcanzar las aberturas, además la orientación de las aberturas obstaculiza la circulación de aire.

Respecto al confort auditivo, la **variable niveles sonoros** según los datos obtenidos ninguno de los ambientes cumplieron con los niveles de decibeles que exige la norma según el uso dado, estando por encima más de 5dB en promedio para los tres tipos de ambientes.

Para el ambiente tipo A1, se sugiere analizar la afectación de las variables respecto a su ubicación. También, se debe analizar otras variables como la incidencia de los muebles escolares y equipos en los resultados obtenidos.

Además, se sugiere analizar la afectación en otros tipos de ambientes de formación de usos diferentes en el C.G.D.S.S, así como reforzar la investigación con el uso de equipos especializados para la medición de los decibeles en los ambientes de formación.

Se recomienda también, analizar la incidencia de los materiales en el confort de los ambientes, particularmente la guadua, en futuras investigaciones.

Para próximos diseños de ambientes de formación en el centro de formación, se sugiere considerar los parámetros de confort establecidos en la norma NTC 4595.

Finalmente, se debería realizar una revisión a la norma NTC 4595 para definir un parámetro de temperatura más específico y no dar rangos de temperatura muy amplios, humedades relativas muy variables de acuerdo con la temperatura y descripciones que no concuerdan con las temperaturas y humedades referenciadas, dado a que la generalidad dada no permite analizar e identificar acertadamente el confort térmico en un ambiente de formación.

Conclusiones

El presente trabajo evaluó las condiciones de confort visuales, térmicas y auditivas en ambientes de formación del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible del Surcolombiano del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, en la ciudad de Pitalito, Colombia, según la Norma Técnica Colombiana

NTC 4595, Ingeniería Civil y Arquitectura Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares, del Ministerio de Educación actualización del 2015. Para ellos se seleccionaron tres tipos de diseño de ambientes del centro de formación, y se registraron en formatos diseñados para su fin, las variables temperatura – humedad relativa y niveles sonoros; la iluminación y ventilación se tomaron con referencia al levantamiento arquitectónico de los ambientes y su orientación con respecto al norte-sur.

En cuanto a los resultados obtenidos a partir del método de promedios se pudo concluir que:

1. El ambiente tipo A1 es el que presenta mejores condiciones de confort en cuanto a temperatura – humedad relativa y niveles de iluminación se refiere, en comparación con los ambientes B2 y C3.
2. El ambiente tipo B2, posee el área de abertura de ventana más cercano al parámetro dado para la ventilación, entre los ambientes A1 y C3.
3. El ambiente tipo C3, es el más cercano a tener un nivel de intensidad de sonido en decibeles acorde a lo expuesto por la norma, en relación con el ambiente A1 y B2.

Finalmente, se concluye que los ambientes de formación Tipo A1, B2 y C3 no logran alcanzar en su totalidad el rango de las condiciones de confort visual, térmico y auditivo establecido por la NTC 4595 del 2015, ya sea por que sobrepasan o están muy por debajo de los parámetros estudiados.

Bibliografía

- Acuerdo de competitividad de la cadena de guadua y su industria 2018 – 2030 [Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR]. Agosto de 2018.
- Alonso P., Beltrán K., Torres J. (2008). Protocolo de evaluación y diagnóstico de emisión e inmisión de ruido en industrias. Recuperado de www.sea-acustica.es/fileadmin/BuenosAires08/a-062.pdf.
- Casas O., Betancourt C., Montañó J. (2015). Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. En: Entramado. Enero - Junio, 2015 vol. 11, no. 1, p. 264-286, Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21106>.
- Climate-data.org. (2018). Clima: Huila. Recuperado de: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/huila-68/> [10 mayo 2018].
- Lex Nova, (2008) Bureau Veritas. Manual para la formación en medio ambiente, pag 362, 370. Recuperado de 3 nov 2017 de <https://books.google.com.co/books>.
- NTC, M. C. N. T. C. 4595 Ingeniería Civil y Arquitectura. Planeamiento y Diseño de Instalaciones y Ambientes Escolares (2006). Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf.

- Resolución 8321 de 1983 [Ministerio de Salud]. Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos. 4 de agosto de 1983.
- Resolución 0627 de 2006 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. Norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. 12 de abril de 2006.
- Weather Spark (2018). El clima y el tiempo promedio en todo el año en Pitalito. Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/21466/Clima-promedio-en-Pitalito-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o> [10 mayo 2018].